



Análise dos registros de dose ocupacional externa no Brasil

C. L. P. Mauricio^a, H. L. R. da Silva^a e C. R. da Silva^b

^a *Divisão de Dosimetria, Instituto de Radioproteção e Dosimetria, 22783-127, Rio de Janeiro – RJ, Brasil*

^b *Divisão de Soluções em Sistemas de Informação, Comissão Nacional de Energia Nuclear, 22290-901, Rio de Janeiro-RJ, Brasil*
claudia@ird.gov.br

ABSTRACT

Brazil, a continental country, with actually more than 150,000 workers under individual monitoring for ionizing radiation, has implemented in 1987 a centralized system for storage of external occupational dose. This database has been improved over the years and is now a web-based information system called *Brazilian External Occupational Dose Management Database System - GDOSE*. This paper presents an overview of the Brazilian external occupational dose over the years. The estimated annual average effective dose shows a decrease from 2.4 mSv in 1987 to about 0.6 mSv, with a remarkable reduction from 1987 to 1990. Analyzing by type of controlled practice, one sees that the medical radiology is the area with the largest number of users of individual monitors (60%); followed by educational practices (9%) and industrial radiography (8%). Additionally to photon whole body monitoring; neutron monitors are used in maintenance (36%), reactor (29%) and education (27%). Extremity monitors are mainly used in education (27%), nuclear medicine (22%) and medical radiology (19%). In terms of collective dose, the highest value is also found in medical radiology, but the highest average dose value is received by interventional radiology IOE. Nuclear medicine, radiotherapy and research practices present average annual effective dose higher than 1 mSv. However, some dose values higher than 500 mSv registered in the data base give false information. They are not realistic. This should be better analyzed in the future to improve the analysis of the trends of external occupational dose in Brazil.

Keywords:

base de dados, dose ocupacional externa, Brasil.

1. INTRODUÇÃO

Todos os trabalhadores brasileiros ocupacionalmente expostos à radiação ionizante (IOE) devem ser monitorados individualmente, com dosímetros de fótons de corpo inteiro (usados na parte mais exposta do tórax), com periodicidade mensal por Serviços de Monitoração Individual Externa (SMIE), autorizados pelo Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD) da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Esta obrigatoriedade consta da legislação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Ministério da Saúde para a área de radiologia médica e odontológica¹ e da regulação da CNEN para as demais práticas envolvendo radiação ionizante². No caso de exposição maior nas mãos, dosímetros de extremidade também devem ser utilizados. E, no caso de exposição a nêutrons, dosímetros adicionais para nêutrons são recomendados. Porém, até o momento, a autorização de SMIE só se aplica à monitoração individual de fótons de corpo inteiro, que estima a dose efetiva de fótons.

Dentre os requisitos para obter e manter a autorização está a obrigação dos SMIE enviar ao IRD, as informações das doses anuais medidas nos dosímetros usados pelos IOE³. Atualmente o Brasil tem 11 SMIE autorizados para a monitoração individual de fótons de corpo inteiro: 6 em São Paulo, 2 no Rio de Janeiro, 1 em Minas Gerais, 1 em Pernambuco e 1 no Rio Grande do Sul. O número de usuários de cada SMIE varia muito, de menos de 1.000 a mais de 50.000. Os dados de doses ocupacionais dos IOE enviados ao IRD pelos SMIE são armazenados em um banco de dados, com interface web, denominado Gerência de Dose Ocupacional Externa (GDOSE)⁴. O GDOSE é gerenciado tecnicamente pelo IRD e operado pela área de Tecnologia da Informação da CNEN. Neste sistema, além dos dados de doses de fótons de corpo inteiro, também são registradas as doses medidas por esses SMIE usando monitores de extremidade para fótons. Dados de monitoração individual de nêutrons de corpo inteiro só são enviados por um serviço brasileiro.

O objetivo deste trabalho foi estudar a distribuição estatística dos registros de doses ocupacionais externas cadastradas no sistema GDOSE, no período de 1987 a 2011. Após a apresentação dos resultados, algumas considerações críticas foram feitas.

2. GERÊNCIA DE DOSE OCUPACIONAL EXTERNA - GDOSE

O sistema GDOSE é uma evolução de outros bancos de dados criados pelo IRD/CNEN. O primeiro sistema, chamado CD1 começou a operar em 1987, com as informações sendo enviadas pelos SMIE em papel, via correio, e sendo inseridas no sistema manualmente por 2 digitadores de forma redundante para garantia da fidelidade das informações registradas. Atualmente, as informações são enviadas em arquivos eletrônicos, transferidos através do sítio da CNEN (www.cnen.gov.br), na aba "Produtos" através de acesso controlado por *login* e senha para cada SMIE. Após checagem da integridade dos dados (validação de formato e críticas), os arquivos são carregados no sistema, com avaliação de consistência entre os dados enviados e os dados já armazenados no banco. As informações rejeitadas ficam disponíveis no mesmo sítio para consulta do erro pelo SMIE e posterior carregamento dos dados corrigidos⁴. O GDOSE já tem cadastrados mais de 400.000 IOE, com registros de doses anuais entre 1987 e 2011.

O GDOSE utiliza lotes de dados de três tipos: instituição, trabalhador e dose. No primeiro são enviados os dados cadastrais das instituições monitoradas incluindo os monitores que utiliza. No segundo, os dados cadastrais dos trabalhadores monitorados (IOE), incluindo os monitores utilizados, função e práticas e no último, as doses anuais avaliadas (soma das doses mensais) para os IOE monitorados em cada instituição. Os arquivos para upload no GDOSE devem ser informados em formato texto, em configuração padronizada, com cada linha representando um registro. As informações contidas em cada registro para cada tipo de dados são apresentadas na Tabela 1. Os dados para atualização dos cadastros de instituições e usuários são enviados ao GDOSE, mensalmente. Anualmente, os SMIE devem enviar, também, a dose acumulada recebida por cada IOE no ano calendário anterior.

Os lotes de atualização dos dados cadastrais de Instituição e IOE permitem três tipos de operações (inclusão, alteração ou cancelamento). No caso de alteração e cancelamento, nem todos os dados precisam ser enviados. Mesmo no caso de inclusão, alguns dados são opcionais, conforme também identificado na Tabela 1. As doses informadas são apenas inseridas no GDOSE, não havendo a possibilidade de alterá-las ou excluir.

Tabela 1: Dados de cada registro por tipo de lote.

Instituição	Trabalhador (IOE)	Dose
Sigla do SMIE	Sigla do SMIE	Ano da Dose
Tipo de solicitação	Tipo de solicitação	Sigla do SMIE
Número do registro da Instituição	CPF do IOE	Número do registro da Instituição
Data da solicitação	Número do registro da Instituição	CPF do IOE
CNPJ/CPF da Instituição	Data da solicitação	Monitor utilizado para avaliação da dose
Nome da Instituição	Nome do IOE	Nome do IOE
Setor da Instituição	Sexo do IOE	Valor anual da dose
Endereço do Setor	Data de Nascimento do IOE	Número de meses monitorados
Bairro do Setor	Função do IOE na Instituição	
Cidade do Setor	Prática(s) do IOE na Instituição (até 2)	
UF	Data de Início na prática (cada uma)	
CEP	Data de cancelamento na prática (cada uma)**	
DDD do Setor*	Monitor(es) utilizado(s) pelo trabalhador (até 4)	
Número do telefone*	Data de início da monitoração (cada uma)	
Número do Ramal*	Data de cancelamento da monitoração (cada uma)**	
Número do Fax*		
Tipo da Instituição		
Área da Instituição		
CPF do Responsável*		
Nome do Responsável*		
E-mail do Responsável*		
Monitor(es) utilizado(s) (até 4)		
Data início da monitoração (cada uma)		

International Joint Conference RADIO 2014

Gramado, RS, Brazil, August 26-29, 2014

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA - SBPR

Data de cancelamento da
monitoração (cada uma)**

* Opcional, mesmo na inclusão.

** Só pode ser preenchida no caso de alteração ou cancelamento.

A Tabela 2 apresenta os tipos e áreas utilizados no GDOSE para o cadastro das instituições.

Tabela 2: Tipos e áreas possíveis para o cadastro de instituições no GDOSE.

Tipo	Área
Privada	Comércio
Pessoa Física	Indústria
Economia mista	Militar
Pública	Saúde
	Serviço
	Ensino e Pesquisa

Na Tabela 3 são exibidas as práticas disponíveis para seleção. Esta classificação é baseada na recomendada pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA).

Para garantir a qualidade dos dados registrados no GDOSE são realizadas várias avaliações de consistência e críticas nos dados enviados antes de seu armazenamento na base de dados. Além de conferências simples como verificação de validade da data de nascimento (IOE deve ter entre 16 e 80 anos na data de seu cadastro) e de número de meses de monitoração (valor entre 1 e 12) no ano, são feitas outras limitações de correlações em relação à prática informada para o IOE, com a área da instalação, a função do IOE e o tipo de monitor utilizado. Dois exemplos de correlações permitidas são apresentados na Tabela 4, com a descrição das funções disponíveis para as práticas de radiologia e radiografia industrial. Quando qualquer destas críticas não é satisfeita, a informação é rejeitada e retorna para o SMIE corrigi-las.

Tabela 3: Práticas e funções disponíveis no GDOSE para a classificação dos IOE.

Prática	Função
Atividades Educacionais	Administrativo
Atividades Militares	Agrônomo
Beneficiamento de Urânio	Assistente Social
Descomissionamento	Auxiliar de controle de Qualidade
Empreiteiros	Biólogo ou Biomédico
Enriquecimento/Conversão de Urânio	Enfermeiro/Tec. ou Aux. de Enfermagem
Fabricação de Elemento Combustível	Engenheiro ou Arquiteto
Indústria de Óleo e Gás Natural	Farmacêutico
Inspeção de Segurança e Salvaguarda	Físico
Irradiação Industrial	Fisioterapeuta
Manutenção de Equipamentos	Fonoaudiólogo
Medicina Nuclear	Geofísico
Mineração (excluindo Urânio)	Geólogo
Mineração de Urânio	Gerente
Odontologia	Inspetor de Qualidade ou
Operação de Reatores	Instrumentador Cirúrgico
Operação de Acelerador	Matemático
Outras Atividades na Indústria	Médico
Outros Usos Médicos	Meteorologista
Pesquisa e Desenvolvimento	Metrologista
Processamento Mineral (menos Urânio)	Mineiro
Produção Fontes/Equipamentos	Motorista
Prospecção de Petróleo	Nutricionista
Radiografia Industrial	Odontólogo
Radiologia Convencional	Operador de Acelerador
Radiologia Intervencionista	Operador de Gamagrafia
Radioterapia	Operador de Raios X Industrial
Rejeito Nuclear	Operador de Reator
Rejeito Radiativo	Pesquisador/Professor
Reprocessamento	Psicólogo
Transporte de Fontes	Químico ou Bioquímico
Transporte: Ciclo do Combustível Nuclear	Serviços Gerais
Veterinária	Supervisor de Proteção Radiológica
	Téc. de Lab. Industrial (exceto Raios X)
	Téc./Aux. de Projeto/Manutenção/Vidreiro
	Técnico de Radioisótopos
	Técnico em Dosimetria/Prot. Radiológica
	Técnico em Medicina Nuclear
	Técnico em Mineração
	Técnico em Radioterapia
	Técnico/Auxiliar de Laboratório
	Técnico/Auxiliar de Raios X
	Técnico/Auxiliar de Segurança
	Treinamento
	Veterinário

Tabela 4: Exemplo de correlações entre prática e função do IOE.

Prática	Possíveis funções
Radiologia Convencional ou Intervencionista	engenheiro/arquiteto, físico, médico, enfermeiro/técnico ou auxiliar de enfermagem, nutricionista, biólogo, pesquisador/professor, psicólogo, assistente social, supervisor de proteção radiológica, gerente, instrumentador cirúrgico, técnico/auxiliar de raios X, fonoaudiólogo, biomédico, fisioterapeuta, serviços gerais, treinamento, administrativo
Radiografia Industrial	engenheiro/arquiteto, químico/bioquímico, físico, pesquisador/professor, supervisor de proteção radiológica, gerente, inspetor de qualidade, auxiliar de controle de qualidade, operador de raios X industrial, operador de gamagrafia, técnico/auxiliar de raios X, técnico/auxiliar de laboratório, técnico/auxiliar de segurança, técnico/auxiliar de projeto/manutenção/vidreiro, serviços gerais, treinamento, administrativo

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os IOE são identificados pelo seu CPF (chave do banco). Como cada IOE pode trabalhar em várias instituições e/ou em práticas diferentes dentro de uma mesma instituição e usar vários tipos de dosímetro, sua dose efetiva anual é estimada pela seguinte equação:

$$E_{ano} = \sum_{i=1}^n D_{fótons-c.int.} + \sum_{j=1}^m D_{nêutrons-c.int.} + \frac{1}{10} \times \sum_{k=1}^p D_{fótons-c.int.-avental}$$

Onde:

$D_{fótons-c.int.}$ = valor da dose anual medida por cada um dos n monitores de fótons de corpo inteiro usados pelo IOE no ano,

$D_{nêutrons-c.int.}$ = valor da dose anual medida por cada um dos m monitores de nêutrons de corpo inteiro usados pelo IOE no ano, e

$D_{fótons-c.int.-avental}$ = valor da dose anual medida por cada um dos p monitores de fótons de corpo inteiro usados pelo IOE no ano, por fora do avental de chumbo, na prática de radiologia médica e/ou odontológica¹.

International Joint Conference RADIO 2014

Gramado, RS, Brazil, August 26-29, 2014

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA - SBPR

A consulta ao sistema GDOSE para extração dos dados apresentados neste trabalho foram compilados em forma de planilhas. Os dados obtidos referem-se às doses anuais de todos os trabalhadores cadastrados no GDOSE entre 1987 e 2011. As doses anuais registradas e o número de IOE monitorados foram somados, por prática, tipo de dosímetro e ano calendário. O número de registros de doses anuais acima de 500 mSv (188 registros) também foram compilados. Todas estas doses referem-se a dosímetros de fótons de corpo inteiro.

Todos os dados foram analisados no programa Excel, usando ferramentas gráficas e de tabela dinâmica. A estimativa de dose efetiva média foi calculada dividindo-se a soma das doses medidas pelos monitores de fótons e nêutrons usados no corpo pelo número de IOE monitorados (quantidade de CPF registrados).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 mostra a evolução do número de trabalhadores monitorados no Brasil entre 1987 e 2011, todos usam monitores de corpo inteiro para fótons. Este crescimento acentuado ano a ano é esperado devido, não só ao aumento da demanda de monitoração devido ao desenvolvimento do país e conseqüente ampliação do uso da radiação ionizante, mas também da maior regulação da obrigatoriedade de utilização de monitores individuais, principalmente na área de radiologia médica e odontológica. A radioproteção nesta área foi incrementada a partir da publicação da Portaria 453 da ANVISA de 1998, intitulada Diretrizes de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico¹.

A variação ao longo dos anos do número de IOE que usa adicionalmente monitoração individual para extremidades (anel ou pulseira dosimétrica) é apresentada na Figura 2. Este número representa menos de 2% do total dos IOE. A tendência de evolução é semelhante ao da monitoração no tórax, mas com aumento mais significativo a partir do ano 2000, provavelmente devido ao aumento do conhecimento e compreensão dos regulamentos de proteção radiológica.

Mas ainda há uma enorme subutilização deste tipo de monitoração no Brasil, principalmente em medicina nuclear.

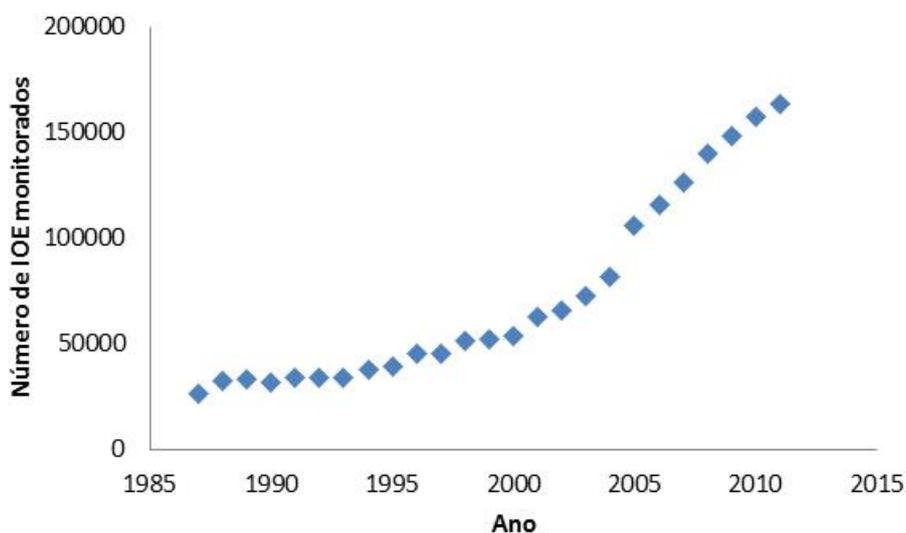


Figura 1: Evolução do número de IOE monitorados no Brasil.

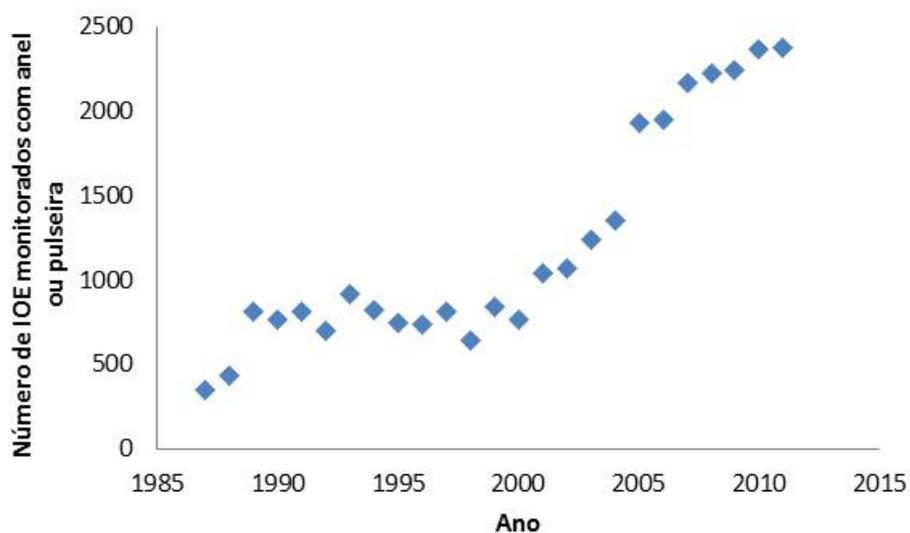


Figura 2: Evolução da monitoração de extremidade no Brasil.

A Figura 3 apresenta o número de registros de IOE monitorados individualmente para nêutrons armazenados no GDOSE, entre 1987 e 2011. Este número é muito pequeno comparado aos demais, não chegando a 500, e flutua bastante ao longo dos anos, diferentemente do comportamento dos gráficos anteriores referentes à monitoração de fótons. Isto pode em parte ser explicado pelo fato de que muitas das atividades que envolvem exposição a nêutrons não serem atividades permanentes. Dois exemplos de práticas deste tipo são a manutenção de equipamentos com fontes de nêutrons e atividades dentro do vaso de contenção, com o reator de potência em operação. Mas, outra explicação, é que, como não existe nenhuma regulamentação para autorização de serviços de monitoração individual de nêutrons no país, são aceitas monitorações fornecidas por qualquer laboratório, inclusive do exterior, que não enviam informações sobre as medições para o GDOSE. O número de IOE expostos e monitorados para nêutrons no Brasil é muito maior do que o registrado no GDOSE, que é apresentado no gráfico da Figura 3. Estima-se que já existam atualmente mais de 3000 pessoas expostas a nêutrons no Brasil e que destas, pelo menos 1000 sejam monitoradas.

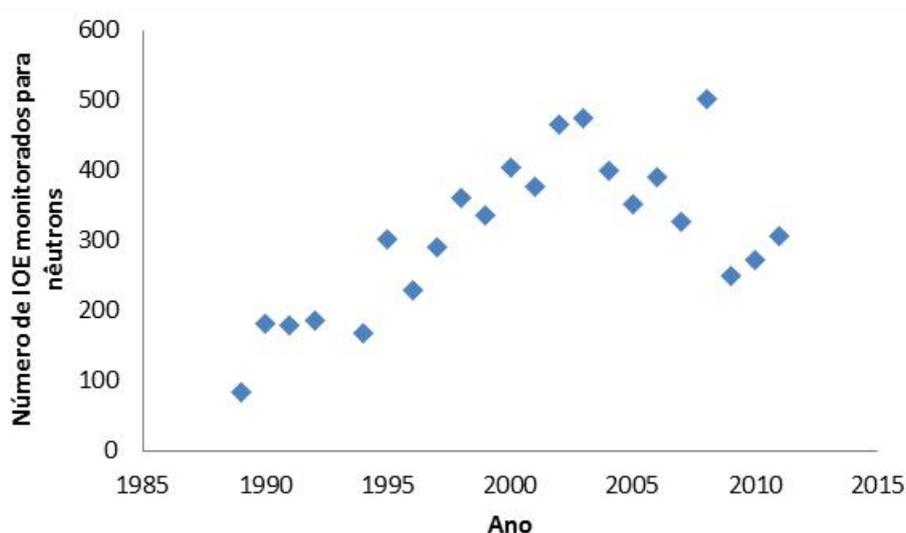


Figura 3: Evolução da monitoração para nêutrons no Brasil.

A Figura 4 ilustra a distribuição dos IOE monitorados no Brasil, por prática. As Figuras 5 e 6 apresentam o mesmo, respectivamente, para IOE que usam adicionalmente monitores individuais de nêutrons e monitores de extremidades. Os resultados percentuais de usuários por prática estão

dentro do esperado, com predominância de IOE de medicina, notadamente de radiologia para fótons e manutenção de equipamentos e operação de reatores para nêutrons. No caso de monitoração de extremidade, os maiores percentuais de usuários são de práticas relacionadas à educação, à medicina nuclear e à radiologia. As práticas com menos de 1% de usuários foram agrupadas como “outras práticas”.

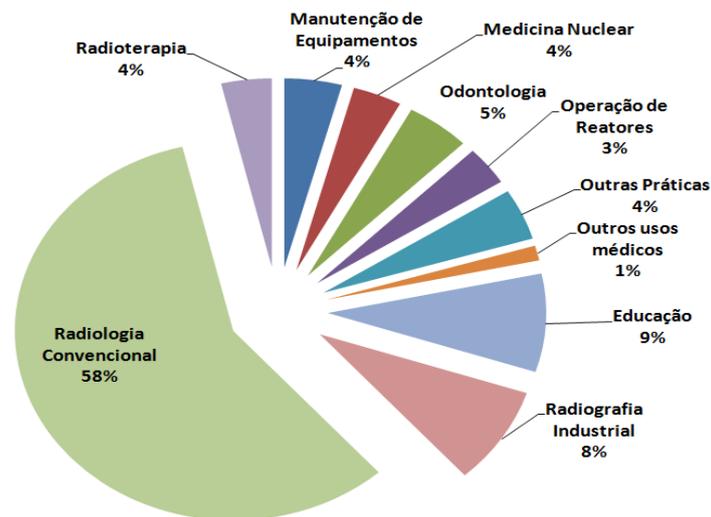


Figura 4: Distribuição do número de IOE monitorados por prática.

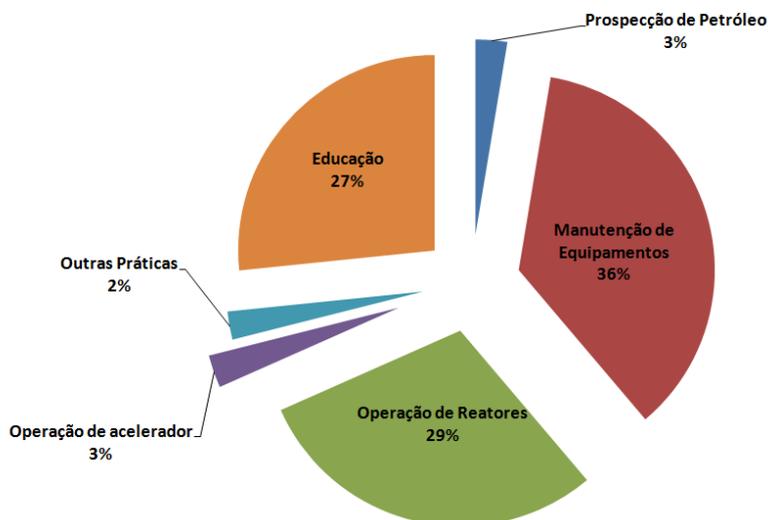


Figura 5: Distribuição do número de IOE monitorados para nêutrons por prática

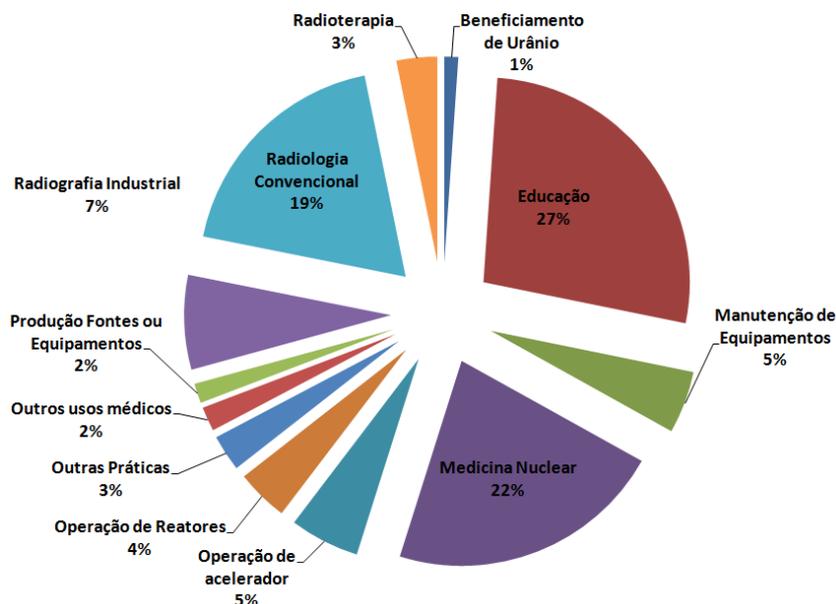


Figura 6: Distribuição do número de IOE monitorados para extremidades por prática.

As Figuras 7 e 8 mostram, respectivamente, as distribuições de estimativa de dose coletiva de fótons e de nêutrons, entre 1987 e 2011. No caso de fótons, a grande predominância da prática de radiologia se mantém, tanto no número de usuários quanto na de dose coletiva, ambos contribuindo com cerca de 60% dos valores. Mas algumas diferenças existem, tanto com maior contribuição percentual para a dose coletiva em relação ao número de IOE, como, por exemplo, no caso das práticas de medicina nuclear (4% dos usuários e 8% da dose) e de radioterapia (4% dos usuários e 7% da dose); quanto o inverso, com percentual de dose menor do que o de IOE, como no caso das práticas de educação (9% dos usuários e 2% da dose) e de odontologia (4% de usuários e 1% da dose).

No caso de nêutrons, a maior diferença ocorre na prática de acelerador com 3% dos usuários e 13% da dose coletiva, seguido da manutenção de equipamentos com 36% dos IOE e apenas 22% das doses coletivas e da educação, com 27% dos usuários e 37% das doses. A maior parte dos usuários classificados na prática de educação trabalha nos institutos da CNEN, e todos eles são monitorados pelo único serviço que fornece dados de dosimetria de nêutrons para o GDOSE. Isto

gera uma distorção sobre o percentual de IOE para esta prática. Os 2% dos trabalhadores classificados em "Outras Práticas", obtiveram valor zero para as doses calculadas.

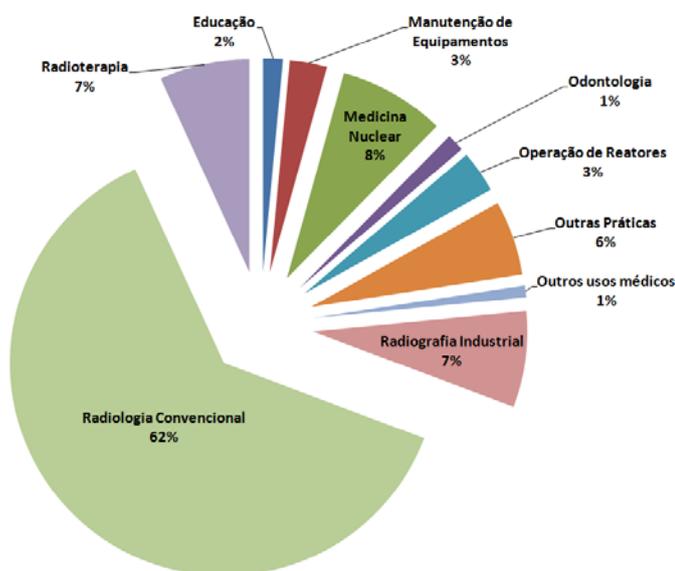


Figura 7: Distribuição da dose coletiva ocupacional para fótons por prática.

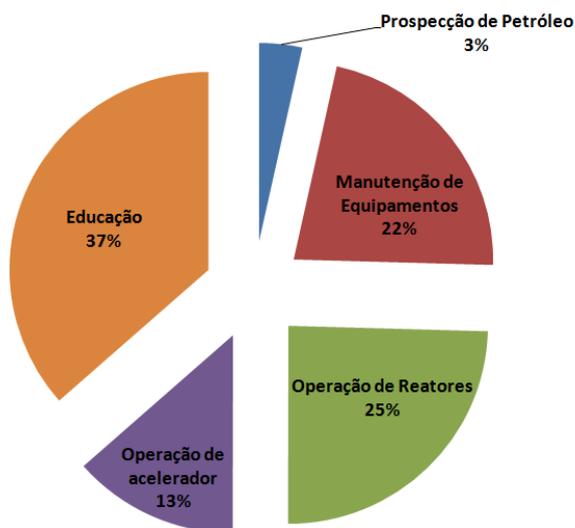


Figura 8: Distribuição da dose coletiva ocupacional para nêutrons por prática

A Figura 9 ilustra a distribuição da estimativa de dose equivalente de mãos multiplicada pelo número de IOE que usa este tipo de monitoração. A principal contribuição, neste caso, é da prática de medicina nuclear, como esperado, seguida da radiologia. A avaliação específica das doses de extremidade de medicina nuclear está sendo estudada, especificamente em outro trabalho.

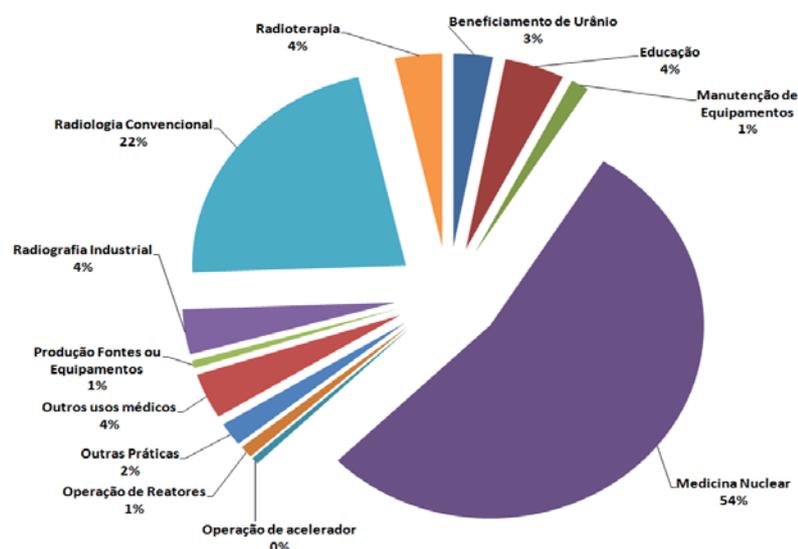


Figura 9: Distribuição da dose ocupacional de extremidade multiplicada pelo número de IOE por prática.

A Figura 10 apresenta a evolução da estimativa da dose efetiva média anual no Brasil de 1987 a 2011. Em termos da dose efetiva média anual, os registros apontam uma clara redução ao longo dos anos, o que é esperado devido à melhoria da radioproteção no país e à evolução das máquinas e procedimentos utilizados. Mas alguns anos, como 1995, apresentam doses médias mais altas que no ano anterior, comportamento fora da tendência. Verificando, então, apenas as doses anuais registradas com valores acima de 500 mSv, que não são realistas e podem aumentar muito a dose total e média, vê-se que neste ano de 1995 houve um número muito grande destes casos. A Figura 11 apresenta o gráfico do número de doses acima de 500 mSv registradas entre 1987 e 2011 no Brasil. Todas são referentes a doses de fótons de corpo inteiro. Estes valores, apesar de terem sido medidos por algum dos SMIE autorizados, com certeza, não representa a

dose efetiva do IOE. Mais de 70% destes registros são de radiologia convencional, onde há um menor controle do uso correto dos monitores individuais. Provavelmente, houve a irradiação apenas dos dosímetros, fora do corpo do IOE, em algum ou vários meses do ano de referência. Porém, nem os SMIE nem o responsável pelo GDOSE podem modificar o valor de qualquer dose elevada avaliada. A única forma de retificação destes valores é como resultado de uma investigação aprovada pelo órgão licenciador. Isto ocorreu em alguns casos entre 1996 e 2005. Nenhuma retificação é feita desde então, o que deve ser a causa do número crescente de casos de falsas doses elevadas registradas.

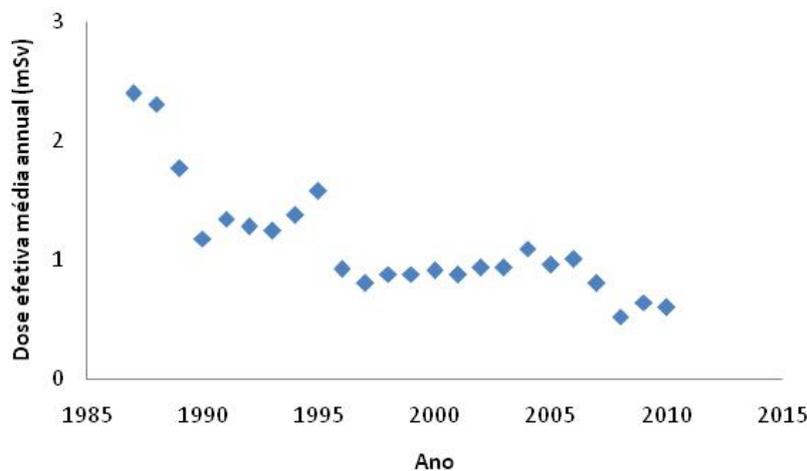


Figura 10: Evolução da estimativa da dose efetiva média anual no Brasil.

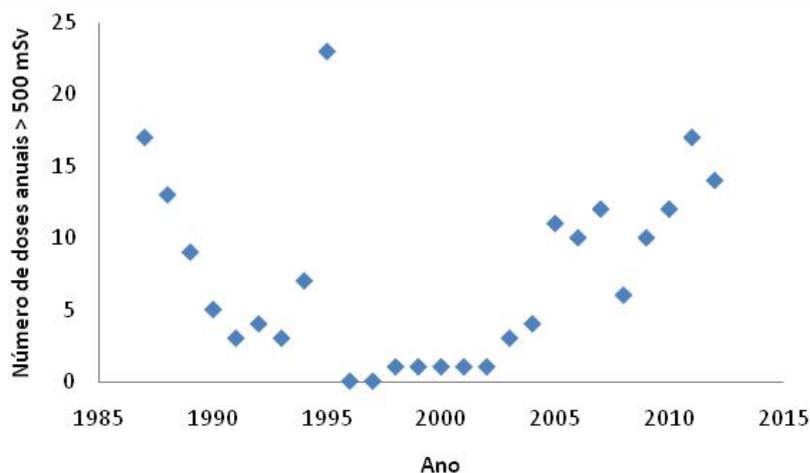


Figura 11: Número de doses anuais registradas no GDOSE com valor acima de 500 mSv.

A Figura 12 apresenta os valores das doses médias por prática. Neste caso, as maiores doses aparecem em radiologia intervencionista, o que é esperado. Estas doses ultrapassam os 6 mSv, adotado como nível de investigação anual pela CNEN. Adicionalmente, as práticas de medicina nuclear, pesquisa e desenvolvimento e radioterapia são as únicas com dose média acima de 1 mSv, limite para dose efetiva de público.

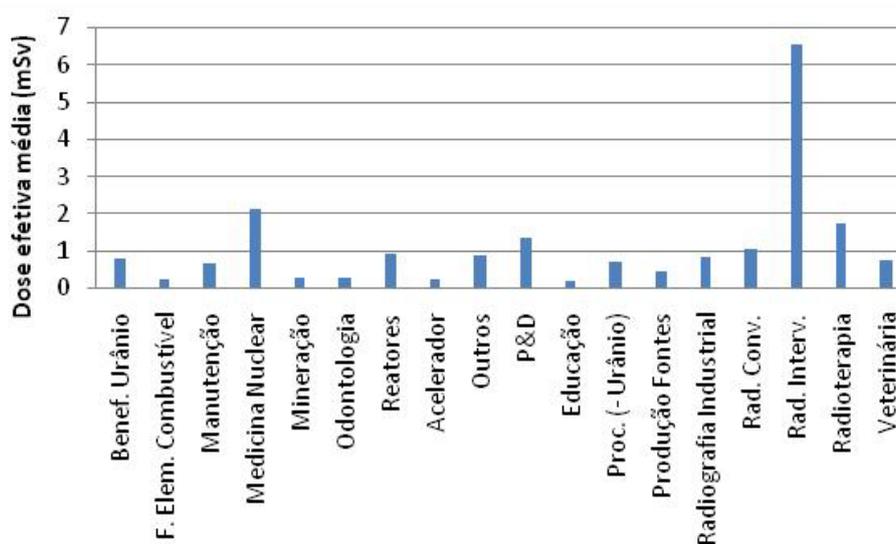


Figura 12: Valores da estimativa da dose efetiva média anual por prática no Brasil.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta uma visão parcial da situação da monitoração individual externa no Brasil no período compreendido entre 1987 e 2011. O número de usuários tem crescido constantemente e os valores de dose anual médio, diminuído; o que caracteriza uma melhoria da radioproteção no país. Porém alguns problemas, como o uso incorreto do monitor e a subutilização de monitores adicionais de extremidade e nêutrons, não permitem uma visão mais precisa desta situação. A falta de regulação e padronização da monitoração de extremidade e

International Joint Conference RADIO 2014

Gramado, RS, Brazil, August 26-29, 2014

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA - SBPR

nêutrons é outro problema que não garante a qualidade dos dados enviados ao sistema GDOSE. No caso de nêutrons ainda há, adicionalmente, um percentual significativo de doses avaliadas e não informada.

Como esperado o maior número de IOE monitorados no Brasil é da área de radiologia médica e odontológica, que é regulada pelo MS e não pela CNEN. Nestas áreas ocorre a maioria de casos de doses extremamente elevadas, certamente não realistas, provavelmente por irradiação apenas do monitor. Para uma análise mais detalhada e correta da variação das doses ocupacionais externas no Brasil ao longo dos anos nas diferentes práticas, será necessário o descarte destes valores. Trabalhos específicos por prática também estão sendo executados para sua melhor avaliação

6. AGRADECIMENTO

Este trabalho só foi possível devido à obstinação do Dr. Paulo Gonçalves da Cunha, que nos anos 80, com quase nenhuma disponibilidade computacional, acreditou que, em um país continental como o Brasil, era possível armazenar informações de doses de todos os trabalhadores brasileiros. Com o apoio de vários colegas (impossível nomear todos), no IRD e na Coordenação Geral de Tecnologia da Informação da CNEN, um árduo trabalho diário foi feito para implantar, atualizar e manter um Banco de Dados com estas informações, que atualmente é denominado GDOSE.

REFERÊNCIAS

1. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diretrizes de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico. Portaria Federal No. 453** de 1/06/1998, Brasil: VISALEGIS, 1998. 35 p.

*International Joint Conference RADIO 2014
Gramado, RS, Brazil, August 26-29, 2014*

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA - SBPR

2. CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear. **Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica. CNEN NN-3.01**, Brasil: D.O.U. No. 04 de 06/01/2005, 2005. 24p. (<http://www.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/nrm301.pdf>)
3. CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear. **Sistemática para Certificação de Serviços de Monitoração Individual Externa. Portaria DRS/CNEN No. 1**, Brasil: D.O.U. No. 191 de 04/10/1995, 1995. 1 p.
4. MAURICIO, C. L. P.; DA SILVA, H. L. R.; RIBEIRO DA SILVA, C.; BITTENCOURT, R. V.; Souza-Santos, D. Brazilian External Occupational Dose Management System, **Radiation Protection Dosimetry**, v. 144, p.115-118, 2011 (doi: 10.1093/rpd/ncq411).