

RESULTADOS ESTATÍSTICOS DO SERVIÇO DE MONITORAÇÃO EXTERNA DO IPEN ENTRE 1990 - 1995

Teresinha F L Daltro e Leticia L Campos

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN/CNEN-SP

Caixa Postal 11049

CEP:05508-970 - São Paulo, Brasil

RESUMO

A monitoração individual externa feita no IPEN desde 1961 utiliza filme fotográfico, porta dosímetro de plástico com filtros metálicos. Neste trabalho é discutido os resultados estatísticos no período entre 1990 até 1995 considerando diferentes Departamentos.

I. INTRODUÇÃO

A monitoração individual para a radiação externa deve fornecer dados para a estimativa da dose equivalente efetiva na pele, extremidades e cristalino, além de determinar o tipo e qualidade da radiação recebida por um indivíduo no exercício de uma atividade profissional.

O IPEN mantém dois laboratórios, dosimetria fotográfica e dosimetria TL, credenciados pela CNEN, para a execução da monitoração individual externa de seus funcionários, bem como para prestação de serviços à comunidade.

O laboratório de dosimetria fotográfica iniciou suas atividades no ano de 1961 e durante esses anos tem prestado serviços a Hospitais, Universidades e Institutos de Pesquisas. Com o objetivo de informatizar e atualizar o laboratório, no ano de 1993 foi implantada uma nova metodologia de cálculo de dose empregando Redes Neurais. Todos os procedimentos adotados pelo laboratório são baseados nas normas CNEN - 3.01 e 3.04, publicadas no diário oficial em 01/08/88 e 22 /10 /81 respectivamente.

A emissão dos relatórios é feita através de um banco de dados (CONEXO) que gerencia os dados cadastrais e as doses mensais de todos os usuários dos dois

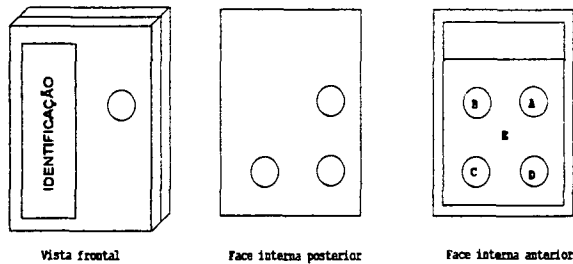
laboratórios. Este programa foi desenvolvido pelo departamento de informática da CNEN / UB-RJ.

O laboratório, desenvolveu também, programas em Visual Basics que, utilizando a base de dados cadastrais e a atualização mensal das doses, emite Históricos Individuais de Dose.

II. DOSÍMETRO UTILIZADO NO IPEN

O filme utilizado é o modelo Personal Monitoring 2/10 fabricado pela AGFA GEVAERT, que possui duas películas com emulsão nas duas faces, uma película de baixa velocidade e alto contraste (D2) e outra 64 vezes mais sensível (D10). A combinação dos dois filmes cobre um intervalo de dose de 0,1 mSv de radiação *dura* (por exemplo ^{60}Co), e dependendo do filtro usado, até 1Sv de raio- X *mole* (p. exemplo 70 keV).^[1,2,3]

O dosímetro fotográfico utilizado no IPEN, em uso desde 1961, consiste do porta filme e do filme propriamente dito. O porta filme consiste de uma pequena caixa de polietileno de dimensões 3,6 x 6,0 x 0,8 cm ,contendo 3 filtros metálicos (Pb ,Cu e Cd), localizados na face anterior e posterior entre a parede plástica e o filme. O próprio porta filme funciona como um filtro adicional de 0,4 cm de polietileno, como mostra a Fig. 1.



A: Janela Aberta	(6 mg/cm ²)
B: Filtro Cd	(550 mg/cm ²)
C: Filtro Pb	(660 mg/cm ²)
D: Filtro Cu	(600 mg/cm ²)
E: Plástico	(400 mg/cm ²)

Figura 1: Porta filme utilizado no IPEN

Na parede anterior existe também um orifício (janela aberta) de 5mm de diâmetro, apesar de chamarmos janela aberta, existe a própria embalagem que protege o filme

Nesta região, a leitura da densidade óptica no filme não é função da atenuação da parede de plástico do porta filme nem da atenuação dos filtros metálicos. Assim, estes filtros definem sobre este filme cinco áreas irradiadas de aproximadamente 10 cm² com diferentes níveis de enegrecimento depois do filme ter sido irradiado^(4,2,5).

III. AVALIAÇÃO DA DOSE

Para a determinação da dose, foi desenvolvida uma metodologia de cálculo utilizando técnicas de inteligência artificial através da neurocomputação (redes neurais).

Existem diversas estruturas de redes neurais onde cada uma delas está associada a uma determinada aplicação. Para o cálculo de dose foi utilizado o paradigma de "backpropagation" onde os neurônios estão arranjados em camadas: entrada, saída e camada intermediária.

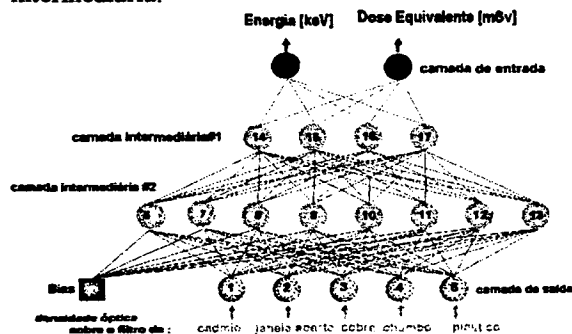


Figura 2: Topologia da rede neural utilizada

Cada neurônio de uma determinada camada está conectado a outros neurônios de outras camadas^[6,7]. Não há conexão entre neurônios da mesma camada e os pesos das conexões, durante o treinamento são corrigidos da camada de saída para a camada de entrada (backpropagation).

As técnicas de programação tradicionais requerem que seja criado um algoritmo para resolver um determinado problema. As redes neurais, em contrapartida, precisam ser treinadas. Isto significa que diversos exemplos resolvidos devem ser mostrados à rede para que esta adapte o peso ou força de suas conexões segundo uma determinada regra de aprendizagem.

Neste trabalho foi utilizado o programa Neural Works Professional II/ Plus, que é um ambiente gráfico de desenvolvimento de redes neurais.

Neste ambiente foi desenvolvida uma rede neural para o cálculo da energia e da dose de radiação a partir das leituras de densidade óptica dos 5 filtros do porta dosímetro.

IV. MONITORAÇÃO DE DOSE INDIVIDUAL NO IPEN

Para facilitar a avaliação estatística das doses coletivas no IPEN nos últimos 5 anos os trabalhadores monitorados, num total de 520, foram agrupados por atividade desenvolvida.

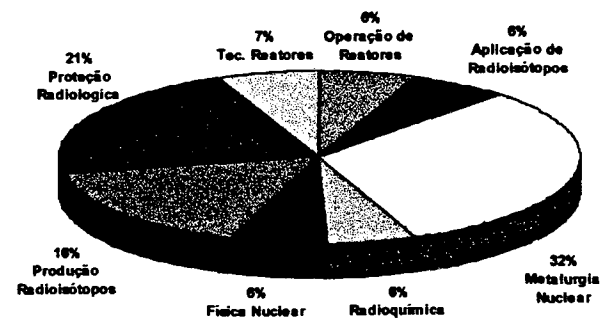


Figura 3 : Trabalhadores do IPEN agrupados por setores

A dose equivalente efetiva coletiva (S) ou simplesmente dose coletiva, na população é definida no relatório CNEN-NE-3.01, como:^[8,9]

$$S = \sum_i H_{Ei} \times P_i \quad (1)$$

Pi n° de indivíduos no grupo i da população, na qual a dose equivalente efetiva média é H_{Ei}.

Na Tabela 1, são mostrados os resultados das doses coletivas médias anuais nos setores do IPEN.

Tabela 1 : Dose coletiva média

Setores/ano	Dose coletiva média (mSv)					
	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Produção de Radioisótopos	6,3	7,8	8,4	6,8	5,2	4,8
Meturgia Nuclear	2,8	2,8	3,2	3,9	2,8	2,7
Operação do Reator	2,8	2,7	2,7	2,7	2,4	3,1
Física Nuclear	2,6	2,7	2,7	2,7	2,4	3,0
Análise Radioquímica	2,6	2,7	2,8	2,8	2,6	2,4
Aplicação de Radioisótopos	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Tecnologia de Reatores	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,8
Proteção Radiológica	2,6	3,1	2,6	3,2	2,8	3,1

A figura 4 mostra a distribuição de dose equivalente média, no IPEN nos últimos cinco anos.

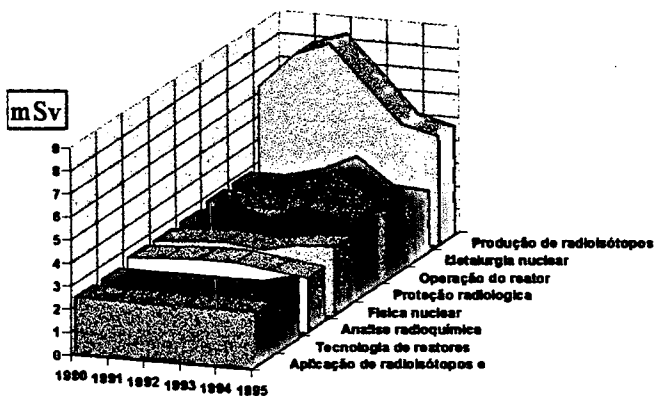


Figura 4: Dose Equivalente média Anual por Setor

V. CONCLUSÕES

Como pode ser observado na Fig.4, a dose equivalente média anual nos diferentes setores do IPEN, nos últimos cinco anos, apresenta uma estabilização em um patamar bastante baixo. Mesmo o setor de Produção de Radioisótopos, que em 1995 apresentou dose equivalente média de 8,4 mSv, em 1995 reduziu para 4,8 mSv, o que é menos de 10% do máximo permissível anual de 50mSv. Esses resultados mostram a atuação da Proteção Radiológica e a preocupação dos diferentes

setores de atividade com os níveis de radiação a que os servidores estão expostos.

REFERÊNCIAS

- [1] AGFA-GEVAERT.I Peliculas y Papel para Radiografias Industriales-Surtido, Mortscl-Belgica,1980.
- [2] BECKER, K. *Photographic Film Dosimetry*. London, FOCAL Press, 1973.
- [3] DUDLEY, R. A. *Dosimetry with Photographic Emulsions in Radiation Dosimetry*. In ATTIX, F.H eds, *The dosimetry of ionization radiaton*. New York , Academic, 1966. v. 2 , p. 325.
- [4] AMBROSI, P. ; BOHM, J.; HERMANN, D.; KRAUS, K. ; STRACHOTINSKY, C.;THOMPSON, I.M.G. *Scientificand Technical Aspects of the IAEA Intercomparason Programe 1988/1989 for Individual Monitoring. (PTB-Bericht DOS-20) , v.I, 6-30,1989.*
- [5] BERMANN, F. *La Surveillance Dosimétrique Individuelle*. Centre d'Etudes de Fontenay-aux-Roses, 1991 (CEA 21)
- [6] PERSONNAZ, L. ; DREYFUS, G.; GUYON, I. *Les Machines Neuronales. Recherche*, 19 (204), vol. 19, p 1362-1371, 1988.
- [7] RUMELHART, D. E. & Mc CLELLAND, J. L. and THE PDP RESEARCH GROUP. *Parallel Distributed Processing- Explorations in the Microstructure of Cognition*. Cambridge, MIT Press, 1989.
- [8] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR . *Diretrizes Básicas de Radioproteção*. Rio de Janeiro, 1988. (CNEN-NE-3.01)
- [9] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. *Autorização para o Funcionamento dos Laboratórios de serviços de Monitoração Individual*. Rio de Janeiro, 1981. (CNEN-NE-3.04)

ABSTRACT

The individual monitoring for external radiation is performed at IPEN since 1961 using photographic film and a plastic badge with metallic filters. In this work it is discussed statistics results of the period between 1990 until 1995 considering diferent Departments.