

***CRITÉRIOS PARA CÁLCULO DE DOSE EFETIVA, A PARTIR DA
MONITORAÇÃO INDIVIDUAL***

1. REQUISITO DA NORMA SOB INTERPRETAÇÃO

Esta Posição Regulatória refere-se aos requisitos da Norma CNEN-NN-3.01 “Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica”, expressos na seção 5.9, e a sua aplicação ao cálculo da dose efetiva para indivíduos ocupacionalmente expostos, a partir dos dados de monitoração individual interna e externa.

2. AVALIAÇÃO DO REQUISITO

A seção 5.9 da Norma estabelece a necessidade de avaliação da exposição ocupacional por meio da avaliação da dose proveniente da exposição externa e interna do IOE. A seção 5.4 da Norma estabelece os limites de dose para IOE para exposições normais em práticas autorizadas.

3. INTERPRETAÇÃO DO REQUISITO

Os limites e restrições de dose estabelecidos pela CNEN devem ser aplicados à dose efetiva, que se refere à soma das doses resultantes da exposição externa no período especificado e das doses comprometidas relativas às incorporações no mesmo período, assim como às doses equivalentes nos órgãos ou tecidos.

3.1 DOSIMETRIA INTERNA

Para o cálculo da atividade do radionuclídeo incorporado, a partir de dados de bioanálise, utilizam-se as frações de retenção (FRI) resultantes da incorporação de 1 Bq do radionuclídeo de interesse, seja por inalação, ingestão, injeção ou absorção pela pele e/ou feridas. Essas frações são derivadas dos modelos biocinéticos adotados pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) em suas publicações ICRP 56 [1], ICRP 67 [2] e ICRP 69 [3].

Para alguns radionuclídeos, as frações de retenção para urina, fezes, corpo inteiro e alguns órgãos selecionados são apresentadas em tabelas nas publicações ICRP 78 [4] e IAEA Safety Report Series [5]. Na publicação ICRP [4] são apresentadas tabelas com valores de FRI para incorporação de radionuclídeos por ingestão, por injeção e por inalação de particulado com diâmetro aerodinâmico mediano do aerossol (DAMA) de 5 μ m e também para inalação de alguns gases e vapores. Essas tabelas referem-se a situações de monitoração rotineira e especial.

Na publicação IAEA Safety Report Series [5], são apresentadas tabelas considerando-se a incorporação por ingestão e por inalação de particulado com diâmetro aerodinâmico mediano do aerossol de 1 μ m e 5 μ m e, também, para inalação de alguns gases e vapores.

Para incorporação de água triciada, os valores de FRI são apresentados como concentrações de atividade na urina em função do tempo.

O cálculo da dose efetiva comprometida deve ser feito utilizando-se os coeficientes de dose apresentados na Posição Regulatória PR-3.01/003, “Coeficientes de Dose para Indivíduos Ocupacionalmente Expostos”.

O critério para implementação do programa de monitoração individual de rotina, para avaliação da dose devida à incorporação de radionuclídeos, é baseado na dose efetiva

comprometida potencial de 1mSv, conforme recomendado pela Agência Internacional de Energia Atômica [6].

3.2 DOSIMETRIA EXTERNA

A grandeza operacional para uso em monitoração individual é o equivalente de dose pessoal $H_p(d)$, que é definido como o “equivalente de dose” em tecido mole, numa profundidade d (em milímetros), a partir de um ponto especificado na superfície do corpo. H Para estimar a dose efetiva devida à exposição externa, deve ser utilizado um monitor individual posicionado no ponto mais exposto do tórax, calibrado em $H_p(10)$. Para fótons, provisoriamente, para avaliação da dose efetiva, será utilizada a grandeza “dose individual” H_x , definida para monitoração individual externa como o produto do valor determinado pelo dosímetro individual, usado na superfície do tórax, calibrado em termos de kerma no ar, pelo fator $f = 1,14$ Sv/Gy.

A monitoração de rotina deve ser feita através de serviços de monitoração individual autorizados pela CNEN, com frequência mensal. Qualquer aumento no período de monitoração deve ser justificado e autorizado pela autoridade competente.

Para campos não uniformes ou radiação pouco penetrante, deve também ser estimada a dose equivalente em tecidos específicos. No caso de radiações pouco penetrantes, a dose equivalente na pele deve ser estimada por dosímetros individuais calibrados em $H_p(0,07)$. No caso de extremidades (pés e mãos), deve-se estimar a dose equivalente na pele, através de monitores individuais calibrados na grandeza operacional $H_p(0,07)$. No caso da dose equivalente no cristalino, deve-se usar monitores individuais calibrados na grandeza operacional $H_p(3)$.

Os fatores de conversão de kerma no ar para a grandeza operacional de interesse estão apresentados na publicação da ICRP [7].

3.3 DOSE EFETIVA

A dose efetiva, E , é o somatório da dose efetiva devida à exposição externa e da dose efetiva comprometida durante qualquer período de tempo t , proveniente da incorporação de radionuclídeos. A dose efetiva é estimada pela expressão:

$$E = H_p(10) + \sum_j e(g)_{j,ing} I_{j,ing} + \sum_j e(g)_{j,ina} I_{j,ina}$$

onde $H_p(10)$ é o equivalente de dose pessoal a uma profundidade de 10 mm em tecido mole, obtido pelo monitor individual usado no ponto mais exposto do tórax, durante o tempo t para a radiação R . Para fótons, provisoriamente, $H_p(10)$ pode ser substituído por H_x . Os termos $e(g)_{j,ing}$ e $e(g)_{j,ina}$ são os coeficientes de dose para ingestão e inalação de radionuclídeo j pelo grupo etário g . Os termos $I_{j,ing}$ e $I_{j,ina}$ são as incorporações por ingestão e inalação, respectivamente, do radionuclídeo j durante o período de tempo t . Para exposição ocupacional, os valores dos coeficientes de dose são aqueles estabelecidos na Posição Regulatória PR-3.01/003, “Coeficientes de Dose para Indivíduos Ocupacionalmente Expostos”.

4. STATUS DA POSIÇÃO REGULATÓRIA

4.1 ESCOPO DA APLICAÇÃO

Aplicável à avaliação da exposição ocupacional, para fins de verificação de conformidade com as restrições e limites de dose estabelecidos pela CNEN.

4.2 VALIDADE

Indeterminada.

Aprovada pela Resolução CNEN N° 102, DE 22.12.2010, publicada no D.O.U. em 10.05.2011. Disponível em <

<http://www.in.gov.br/imprensa/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=7&data=10/05/2011>>

5. REFERÊNCIAS

1. International Commission on Radiological Protection, “Age-Dependent Doses to Members of the Public of the Intake of Radionuclides”, ICRP Publication 56, Pergamon Press, 1989.
2. International Commission on Radiological Protection. “Age-Dependent Doses to Members of the Public of the Intake of Radionuclides”, ICRP Publication 67, Part 2, Pergamon Press, 1993.
3. International Commission on Radiological Protection. “Age-Dependent Doses to Members of the Public of the Intake of Radionuclides”, ICRP Publication 69, Part 3, Pergamon Press, 1994.
4. International Commission on Radiological Protection, “Individual Monitoring for Internal Exposure of Workers – Replacement of ICRP Publication 54”, ICRP Publication 78, Pergamon Press, 1997.
5. IAEA Safety Report Series, “Methods for Assessment of Occupational Radiation Doses Due to Intakes of Radionuclides”, International Atomic Energy Agency, Safety Report Series No. 37, 2004.
6. 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.
7. International Commission on Radiological Protection, International Commission on Radiation Units and Measurements, “Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection Against External Radiation”, ICRP Publication No. 74, Pergamon Press, Oxford and New York, 1997.