

Evolução dos paradigmas de proteção radiológica

Evolution of the radiological protection paradigms

Gian Maria A A Sordi¹

¹Doutor em Física e Professor do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Nuclear do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN/USP, São Paulo (SP), Brasil.

Resumo

Consideramos como paradigmas iniciais de Proteção Radiológica aqueles que se tornaram vigentes após a liberação da energia atômica para usos pacíficos em 1955. Naquela época, só foi introduzido um único paradigma, atualmente conhecido como sistema de limitação de dose. Após discutirem-se as bases que originaram o paradigma, foram introduzidas as diretrizes, isto é, as medidas a serem realizadas para satisfazer o paradigma. Na época, eram duas: o monitoramento das doses de radiação e a classificação das áreas de trabalho. Em seguida, discutiram-se as premissas que reformularam os paradigmas de proteção radiológica que permaneceram em uso internacional até 1995. Ao paradigma anterior modificado foram introduzidos os princípios da justificação e da otimização da proteção radiológica, bem como o conceito de que a proteção radiológica deve ser econômica e eficaz. As diretrizes também aumentaram para quatro: monitoramento pessoal, classificação das áreas de trabalho, níveis de referência e classificação dos trabalhadores. Depois, forneceram-se as principais justificativas para os atuais paradigmas, acrescentando-se as restrições de dose, a exposição potencial e os limites anuais de risco. Em virtude destas modificações, das diretrizes foi eliminada a classificação dos trabalhadores, mas foram acrescentadas as exposições potenciais e a perseguição às restrições das doses. Por fim, discutiram-se as tendências próximas futuras e as principais alterações introduzidas pela CIPR em 2007, publicação nº 103.

Palavras-chave: proteção radiológica; paradigma; justificação; otimização; limites.

Abstract

We consider as initial radiological protection paradigms those in vigour after the release of the atomic energy for pacific usages in 1955. In that occasion, only one paradigm was introduced, presently named dose limitation system. After arguing about the basis that raised the paradigm, we introduced the guidance, that is, the measurements to be implemented to comply with the paradigm. In that occasion, they were two, i.e., the radiation dose monitoring and the workplace classification. Afterwards, the reasons that caused the radiological protection paradigms changes in force until 1995 are discussed. The initial paradigm was modified introducing the justification and the optimization principles, adding that the radiological protection should be economical and effective. The guidance also increased to four: personal monitoring, workplace classification, reference level and workers classification. Afterwards, we give the main justifications for the present paradigms that besides the formers were added the dose constraints, the potential exposure and the annual risk limits. Due to these modifications, the workers classifications were eliminated from the guidance, but the potential exposure and the search for the dose constraints were added. Eventually, we discuss the tendencies for the next future and the main changes introduced by the ICRP in the Publication 103, 2007.

Keywords: radiological protection; paradigm; justification; optimization; limits.

Paradigmas iniciais de proteção radiológica

Bibliografia e premissas

Consideramos como paradigmas iniciais de proteção radiológica aqueles que se tornaram vigentes após a liberação da energia atômica para usos pacíficos em 1955. Estes paradigmas foram enunciados pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica (CIPR, ou International Commission on Radiological Protection em inglês) através da Publicação 1¹, em 1958; da Publicação 2², em 1959; e da Publicação 9³, em 1966.

O Organismo Internacional de Energia Atômica (OIEA) enunciou os paradigmas em 1967, na Publicação 9⁴ da coleção Safety Series. Já a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) os enunciou em 1973, na Resolução CNEN 06/73⁵.

O paradigma

Naquela época, o paradigma era um só – atualmente conhecido como paradigma do sistema de limitação de dose. Em síntese, é expresso pelos limites de doses máximos permissíveis (LAMP), que foram definidos para a

Correspondência: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares da Comissão Nacional de Energia Nuclear (IPEN/CNEN) – Avenida Professor Lineu Prestes, 2.242 – Cidade Universitária – CEP 05508-000 – São Paulo (SP), Brasil – E-mail: gmsordi@ipen.br

população como um todo, para o trabalhador e para os indivíduos do público (grupo crítico).

Para a população como um todo

Perguntou-se aos geneticistas da época qual a porcentagem de mutações genéticas – que um indivíduo normalmente possui – poderia ser provocada pela radiação natural, no nosso globo. A resposta foi que de 2 a 20% das mutações maléficas seriam atribuídas à radiação ionizante. Partindo destes dados e do conhecimento da dose anual média do globo, deduziram que o número de mutações maléficas nos descendentes de um indivíduo duplicaria num intervalo de dose entre 0,15 e 1,5 Sv.

Na época, a dose anual média natural do globo terrestre era considerada 1 mSv/a-1, pois não era levada em conta o radônio e a vida média de uma geração de 30 anos, isto é, os primeiros 30 anos de vida. Atualmente, considera-se que a vida média por geração é de 35 anos.

A CIPR, com o objetivo de garantir a segurança, admitiu que a duplicação das mutações se daria com uma dose de 0,10 Sv, e a partir deste valor estabeleceu um valor de 50 mSv por geração, para a população como um todo. Este valor de 50 mSv era considerado um valor seguro para evitar um grande acréscimo de mutações nas gerações futuras, lembrando que se considerava que a vida média de uma geração era de 30 anos. Este valor limita a dose anual na população a 1,67 mSv/ano.

Para o trabalhador

O trabalhador é uma fração muito pequena de indivíduos quando comparada à população como um todo e, portanto, não devem se considerar os efeitos hereditários como no caso anterior, mas unicamente os efeitos somáticos. Para os efeitos que têm uma dose limiar para a sua manifestação, é fácil estabelecer um limite; entretanto, a preocupação deve ser dirigida a alguns efeitos biológicos considerados completamente aleatórios na época, como o câncer e o encurtamento do período de vida. Sabe-se, atualmente, que este último não se manifesta nos seres humanos. Neste caso, o limite anual máximo permissível deveria ser estabelecido num valor tal que a incidência de cânceres no trabalhador continue idêntica àquela que ocorre na população como um todo, isto é, que não seja detectado aumento de incidência de cânceres no trabalhador com relação à população como um todo. Para o encurtamento da vida, não deve ser detectado no trabalhador nenhuma diminuição de sua vida média com relação à vida média da população como um todo, isto é, 70 anos. Atualmente, considera-se a que a vida média da população é de 76 anos. Partindo destes pressupostos, estabeleceu-se que o limite anual máximo permissível para o corpo inteiro é de 50 mSv/ano.

Para os indivíduos do público

É evidente que se deve considerar um terceiro grupo de indivíduos além dos dois já citados, pois quando se

trabalha com as radiações ionizantes sempre existe uma fuga ou uma liberação de material radioativo no ambiente, irradiando, conseqüentemente, as pessoas que lá se encontram. Estas pessoas foram chamadas de indivíduos do público. Dentre estas pessoas existe um grupo conhecido como grupo crítico, e é este grupo, homogêneo em seus usos e costumes, que recebe a maior dose – e portanto os maiores malefícios.

É evidente que este grupo que vive nas imediações de instalações nucleares é bem maior do que o grupo de trabalhadores, mas bem inferior à população como um todo; dessa forma, o limite de dose anual máximo permissível deveria ser estabelecido entre os 50 mSv/ano para o trabalhador e 1,67 mSv/ano para a população como um todo. Foi escolhida a dose de 5 mSv/ano para o grupo crítico.

Diretrizes

Uma vez que temos em nossas mentes o paradigma do sistema de limitação de dose, necessitamos conhecer o que devemos fazer para assegurar as ações de acordo com este paradigma. As ações que devemos empreender em obediência ao paradigma assumido são conhecidas como diretrizes ou medidas.

O paradigma estabelecido no item anterior estará satisfeito se forem executadas as duas diretrizes que discutiremos a seguir: monitoramento e classificação das áreas de trabalho.

Monitoramento

Existem dois tipos de monitoramento, conhecidos como monitoramento do local de trabalho e individual. O monitoramento do local de trabalho tem caráter preventivo, uma vez que pode ser empreendido antes que o trabalhador venha a receber a dose; portanto, podem ser tomadas medidas corretivas de proteção antes da execução das tarefas pelo trabalhador.

Já o monitoramento individual, ou seja, aquela medida no próprio indivíduo, tem um caráter confirmatório, pois confirma as doses previstas pelo monitoramento do local de trabalho. Em outras palavras, podemos dizer que o monitoramento individual mede a dose de radiação do trabalhador após o seu recebimento.

Classificação das áreas de trabalho

As áreas de trabalho foram classificadas em duas: área livre e área controlada. A área de trabalho livre é aquela em que são obedecidos os limites para indivíduos do público. Nesta área não é obrigatória a presença de um Serviço de Proteção Radiológica (SPR).

Por sua vez, a área de trabalho controlada é aquela em que os valores da radiação são superiores aos limites para indivíduos do público. Nesta área, a presença do SPR é obrigatória. Portanto, o SPR empreende estas duas diretrizes com a finalidade de demonstrar a obediência ao paradigma da limitação da dose.

Paradigmas internacionalmente em uso até 1995

Bibliografia e premissas

Os paradigmas internacionalmente em uso até 1995 foram enunciados nas publicações da CIPR, nº 22 de 1973⁶, nº 26 de 1977⁷, e nº 30 de 1978⁸, sendo adotados em 1982⁹ pela OIEA e em 1988¹⁰ pela CNEN.

Antes de discutirmos os novos paradigmas, devemos estabelecer como premissa o porquê da necessidade da sua mudança. Uma série de fatos propiciaram tal mudança, mas dentre eles destacaremos alguns que consideramos vitais.

Os efeitos biológicos considerados completamente aleatórios, como o câncer e o encurtamento da vida, na realidade não eram tão aleatórios e imprevisíveis assim, e obedeciam às leis da probabilidade e da estatística. O encurtamento da vida não pode ser provado para os seres humanos e deixou de ser considerado. Para explicar o aparecimento dos cânceres induzidos pela radiação ionizante, surgiu a teoria alvo. Em síntese, essa teoria está alicerçada na ideia do tiro ao alvo, na qual o tiro seria a radiação ionizante e o alvo, a célula. Se a radiação ionizante acertasse a célula em seus pontos vitais, a célula morreria; caso contrário, poderia ser lesada e sobreviver ao ferimento, ou vir a morrer tempos depois. No caso de sobreviver, poderia se tratar, em virtude da lesão, de uma célula diferenciada das demais; e se o patrimônio de divisão celular não for prejudicado, poderia dar origem a descendentes diferenciados que, após várias gerações de divisão, apareceriam clinicamente diagnosticáveis como câncer.

Como qualquer radiação ionizante, sua energia – por menor que seja – é suficiente para lesar as células. Devemos admitir que o processo de oncogênese não possui limiar, ou, em outras palavras, que qualquer dose, por menor que seja, é prejudicial e portanto deve ser reduzida. Para conseguir a redução de dose devemos modificar o paradigma do sistema de limitação de dose, isto é, devemos melhorar as condições de proteção até chegarmos a um valor de dose cujo risco, por ser considerado muito pequeno, é aceitável. Este valor de risco é conhecido como nível de registro (vide Figura 1).

Em segundo lugar, quando surgiu a primeira publicação de nº 22⁶ da CIPR, estávamos em plena crise do petróleo, o que trouxe uma série de consequências econômicas mundiais muito graves. Tal fato também deveria ser levado em consideração e, portanto, propiciou a introdução de um segundo paradigma.

Os paradigmas

O novo sistema de limitação estabelece os limites anuais máximos admissíveis (LAMA) para o trabalhador e para o público. O limite da população como um todo foi eliminado, uma vez que foi analisada a dose dos grupos críticos recebidas nos países mais desenvolvidos e todas elas apresentavam doses iguais ou inferiores a 1 mSv⁻¹ e uma

dose média de 0,5 a⁻¹ e, portanto, o valor estipulado para a população como um todo nunca seria alcançado.

Estes limites anuais só são admitidos se forem justificados e enquanto se mantiverem otimizados. Nada mais é permitido, tudo deve ser justificado e otimizado. Doses superiores aos LAMAs para trabalhadores e indivíduos do público são inaceitáveis. O princípio da justificação e principalmente o princípio da otimização, de acordo com o qual as doses devem ser mantidas otimizadas, são responsáveis por fazer com que a proteção seja cada vez melhorada até alcançarmos os valores de dose considerados aceitáveis.

O princípio da justificação proíbe a introdução de atividades para as quais o prejuízo sanitário é superior ao benefício recebido pela sociedade com a introdução daquela atividade, e o princípio da otimização, também conhecido como princípio ALARA ('as low as reasonably achievable' em inglês), impõe o abaixamento contínuo das doses com procedimentos racionalmente exequíveis ou praticáveis, levando-se em conta fatores sociais e econômicos. Este último princípio procura responder à pergunta: 'Será que já fiz tudo o que poderia ser feito em matéria de proteção para abaixar ainda mais as doses?'

A resposta positiva a esta pergunta é muito difícil de ser obtida. Não é o caso para os LAMP, cuja pergunta seria: 'Já fiz tudo o que precisava para manter os valores das doses abaixo de seus respectivos limites?'. Se, por um monitoramento, for comprovado que os valores medidos das doses são inferiores aos limites de dose, em princípio poderia ser garantida a resposta positiva.

A crise do petróleo provocou uma recessão econômica tão grave que repercutiu também no campo nuclear, obrigando a introdução do segundo paradigma, de acordo com o qual a proteção radiológica deve ser econômica e eficaz.

Diretrizes

Com a duplicação dos paradigmas, há a duplicação também das diretrizes. As quatro diretrizes são: monitoramento pessoal, classificação das áreas de trabalho, níveis de referência, e classificação dos trabalhadores.

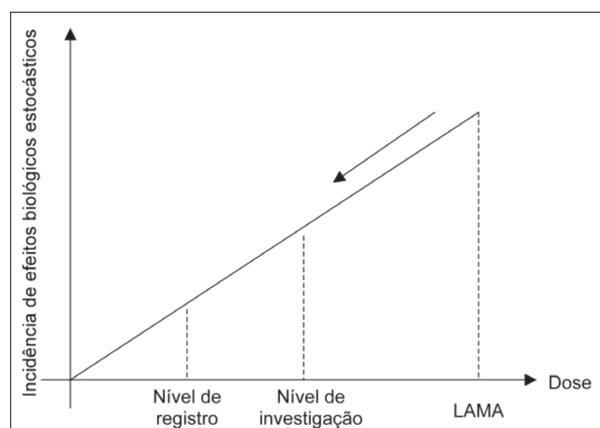


Figura 1. Premissas para mudança do paradigma do sistema de limitação de dose.

Monitoramento pessoal

Os dois tipos de monitoramento discutidos no item anterior, relativo aos paradigmas iniciais, são mantidos na íntegra, recebendo o nome de monitoramento pessoal.

Tanto o monitoramento do local de trabalho como o monitoramento individual foram divididos em três, quanto à sua função:

- controladora
- operacional
- interventora

Dizemos que o monitoramento tem função controladora quando, no caso do monitoramento do local de trabalho, avalia a dose que será recebida pelos trabalhadores que permanecem na área, ou quando se quer mostrar que as condições de proteção não foram alteradas com o transcorrer do tempo. No caso do monitoramento individual, a função controladora estima a dose dos trabalhadores.

Os verbos 'avaliar' e 'estimar' serão aqui usados de acordo com as definições da OIEA⁹: 'avaliar' quando se trata de uma dose previsível de ser recebida, usada para o monitoramento de área, que tem um caráter preventivo; e 'estimar' quando a dose já foi recebida pelo trabalhador, usada para o monitoramento individual, e que tem um caráter confirmatório.

Dizemos que o monitoramento é operacional quando procura evitar, detectar e possibilitar as primeiras medidas em desvios das situações normais de trabalho. Portanto, não visa avaliar ou estimar a dose dos trabalhadores, que é função do monitoramento controlador; antes, visa evitar que o pessoal venha a tomar dose em caso de desvio da normalidade. Para o monitoramento individual, são úteis os dosímetros de aviso. Como as situações anormais no trabalho são causadas por falha de equipamento ou instrumentos, ou por falhas humanas, o lógico é que esta função do monitoramento seja exercida pelo próprio pessoal de operação da instalação – daí o seu nome.

O monitoramento com função interventora pode se dar tanto em situação normal de trabalho como em situações anormais reais, portanto, situações já ocorridas. Esse monitoramento tem objetivos e prazos bem definidos e uma vez esclarecido o problema ou sanada a situação anormal, a função interventora desaparece.

Classificação das áreas de trabalho

A definição de área livre é mantida igual ao do item a respeito dos paradigmas iniciais. Entretanto, para doses superiores aos limites do público, e para carga máxima de trabalho de 2.000 horas por ano, a área é denominada 'restrita' e subdividida em duas categorias: supervisionada e controlada.

Na área supervisionada, os valores da radiação são inferiores a 3/10 do LAMA do trabalhador, para 2.000 horas/ano, sendo necessário um controle rígido por parte do Serviço de Proteção Radiológica; na área controlada, os valores de radiação são superiores a 3/10 do LAMA do

trabalhador para a mesma carga horária, sendo necessário apenas um controle brando.

Níveis de referência

Podemos considerar os níveis de referência como uma das duas vigas mestras para o abaixamento dos valores de radiação. O nível de referência é um valor da radiação a partir do qual se torna mandatória uma ação por parte do Serviço de Proteção Radiológica. Tanto a CIPR como o OIEA sugerem pelo menos três níveis: nível de registro, nível de investigação e nível de interferência.

O nível de registro é um nível de radiação a partir do qual se torna obrigatório o seu registro por parte do Serviço de Proteção Radiológica. Tanto a CIPR como o OIEA recomendam, para o monitoramento individual com função controladora, o valor de 1/10 do LAMA para trabalhador, na fração de tempo de medida do instrumento.

O nível de investigação é um valor da radiação a partir do qual se torna obrigatória uma investigação por parte do SPR e exige melhorias no sistema de proteção para que a situação não se repita. Tanto a CIPR como o OIEA recomendam, para o monitoramento individual com função controladora, o valor de 3/10 do LAMA para trabalhador, na fração de tempo de medida do instrumento.

Uma vez que o SPR investiga os motivos das doses elevadas acima dos 3/10 dos LAMAs do trabalhador, verifica e monta as opções de proteção que poderiam diminuir as doses e avalia os seus custos. Fazendo uso das técnicas de ajuda para a tomada de decisão, verifica qual é a opção ótima e a submete à autoridade competente para aprovação. Após a implantação da opção ótima, o SPR efetua um monitoramento para confirmação dos resultados previstos pela opção implementada.

Por fim, o nível de interferência é um valor da radiação a partir do qual se torna obrigatória a interrupção da atividade a fim de sanar falhas graves no sistema de proteção. Tanto a CIPR como o OIEA recomendam que, para o monitoramento individual seja tomado o valor do LAMA para trabalhadores, recebido num único evento. É evidente que este nível define a situação de incidente ou acidente e, portanto, exige a ação de verificar as causas da emergência e evoca o plano de emergência radiológica para retorno à situação normal.

Classificação dos trabalhadores

Esta classificação pode ser considerada a segunda viga mestra para o abaixamento dos valores da radiação. Com relação ao monitoramento individual com função controladora, os trabalhadores são classificados em duas categorias: os que se situam em condições de trabalho A e os que se situam em condições de trabalho B.

É considerada condição de trabalho A aquela em que o trabalhador tem possibilidade de receber doses maiores do que os 3/10 dos LAMAs, em condições normais de trabalho. Neste caso devem ser consideradas as horas realmente trabalhadas em presença de radiação, e não as 2.000 horas/ano usadas na classificação das áreas de

trabalho. tais trabalhadores necessitam de monitoramento individual com função controladora.

É considerada condição de trabalho B aquela em que a possibilidade do trabalhador, em condições normais de trabalho, ultrapassar uma dose igual aos 3/10 dos LAMAs, é remota. Neste caso, não se justifica o monitoramento individual com função controladora.

Paradigmas internacionais atuais

Bibliografia e premissas

Os novos paradigmas internacionais foram introduzidos pela CIPR em 1991¹¹, na publicação nº 60, em 1995¹² pelo OIEA, e em 2005¹³ pela CNEN. Suponhamos que todos os trabalhadores em situação normal de trabalho recebam doses inferiores aos 3/10 dos LAMAs. Nesta situação, muita coisa deve ser alterada com relação ao módulo relativo aos paradigmas vigentes até 1995, tendo em vista as seguintes questões:

- se todos os trabalhadores recebem doses inferiores aos 3/10 dos LAMAs, todos eles são classificados nas condições de trabalho B e, portanto, não existe classificação?
- se abstrairmos das 2.000 horas/ano, base para a classificação das áreas, e considerarmos as horas realmente trabalhadas no local, podemos dizer que não existem mais áreas controladas, mas unicamente supervisionadas?
- deve-se manter o limite anual de dose para o corpo inteiro em 50 mSv se ninguém, em condições normais de trabalho, ultrapassa 15 mSv?

Em virtude destas novas situações, é evidente que os paradigmas anteriores deveriam sofrer modificações, com a provável introdução de outros; porém, antes de discutirmos os paradigmas, introduziremos as principais premissas que levaram ao novo conjunto de paradigmas:

- continua válida a ideia de que qualquer dose, por menor que seja é prejudicial e, portanto, deve ser reduzida, uma vez que se quer reduzir a dose ao valor aceitável que coincide com o nível de registro, isto é, 1/10 do LAMA – equivalente a 5 mSv/ano para o corpo todo;
- enquanto antes, quando as doses eram superiores aos 3/10 do LAMA, havia um universo de trabalhadores muito pequeno nas condições de trabalho A, agora esse universo passa a ser muito grande, podendo alcançar 30 ou 40% dos trabalhadores.
- os limites anteriores para trabalhadores não são justificados. Esta premissa é evidente uma vez que todos os trabalhadores recebem doses inferiores a 3/10 dos LAMAs.
- para os trabalhadores, não se justifica um limite anual único para as múltiplas atividades humanas envolvendo fontes de radiação ionizante. Isto é evidenciado pelo fato de que diferentes atividades humanas possibilitam

diferentes blindagens das fontes, bem como diferentes espectros de dose dos trabalhadores. Doses admitidas para trabalhadores em gamagrafia, por exemplo, não são as mesmas que aquelas admitidas pelos trabalhadores que usam pequenas fontes para avaliar a espessura de películas de papel, nem mesmo aquelas recebidas pelos trabalhadores administrativos envolvidos nessas atividades.

- deve-se controlar as possibilidades de ocorrência e os valores previstos nas exposições potenciais.

Em função destas premissas, houve a necessidade de modificar em parte os paradigmas vigentes e introduzir outros.

Os paradigmas

O paradigma do sistema de limitação com os limites anuais e os princípios da justificação e da otimização foram mantidos, mas para o trabalhador foi acrescentado mais um limite. Como todos os trabalhadores apresentavam doses anuais de corpo inteiro inferiores a 15 mSv, e como neste valor de dose o erro estimado é de cerca de 25%, teremos 15 mSv \pm 4 mSv. Portanto, foi estabelecido um limite anual médio de 20 mSv, mediado sobre cinco anos, que identificaremos como sendo o limite anual máximo admissível médio, LAMAM. O paradigma de manter a proteção radiológica econômica e eficaz continua vigente.

Foi introduzido um terceiro paradigma para permitir limites diferenciados para as diferentes atividades humanas, limites estes conhecidos como restrições de dose. E, por fim, foi introduzido um quarto limite para a exposição potencial¹⁴, isto é, a exposição que pode ocorrer em eventos anormais mas cuja ocorrência não pode ser garantida. Por meios de cenários, pode-se prever uma certa probabilidade de ocorrência e uma probabilidade de ocorrer um determinado valor da dose.

Para esta exposição potencial, foi sugerido um limite anual de risco¹⁴; e para abaixar a sua probabilidade de ocorrência e a dose prevista caso ela ocorra, foram introduzidos os princípios da justificação e da otimização.

Para estabelecer o limite anual de risco¹⁴, foi sugerido que o risco anual à saúde provocado pela exposição potencial fosse, no máximo, igual ao risco provocado pelo limite anual máximo admissível.

Diretrizes

Com o acréscimo dos novos paradigmas houve a necessidade de ampliar o número de diretrizes para cinco:

- monitoramento pessoal;
- classificação das áreas de trabalho;
- níveis de referência;
- restrições de dose;
- exposição potencial.

Estas diretrizes serão sucintamente discutidas a seguir.

Monitoramento pessoal

A única novidade no monitoramento pessoal, com relação àquela descrita no item acerca dos paradigmas internacionalmente usados, é a eliminação do monitoramento individual com função controladora, uma vez que todos os trabalhadores, em condições normais de trabalho, recebem doses inferiores aos 3/10 do LAMA. Neste caso, essa função do monitoramento individual não é justificado. O próximo passo será chegar a doses inferiores a 1/10 do LAMA para trabalhadores, quando será eliminado, também, o monitoramento do local de trabalho com função controladora.

Ocorre, porém, que em 1997 a CIPR¹⁵ informa que o monitoramento individual deve ser mantido para valores de dose individuais entre 5 mSv a⁻¹ e 10 mSv a⁻¹ ou superiores, quando não há possibilidade de se efetuar a estimativa da dose individual de outra maneira.

Esta publicação também altera o nome das funções dos monitoramentos. A função rotineira, denominada 'controladora', passa a ser denominada 'de rotina'; a função operacional passa a ser denominada 'relacionada com a tarefa'; e a função especial não tem o seu nome alterado.

Classificação das áreas de trabalho

Quanto à classificação das áreas de trabalho – se omitirmos que deve ser feita com base nas 2.000 horas de trabalho por ano, e se considerarmos as horas de permanência real pelo trabalhador –, não teremos nenhuma área controlada, mas unicamente áreas livres ou supervisionadas. Em virtude disto, a classificação foi mantida, mas a definição das áreas foi modificada, com exceção feita à área livre. Desta maneira, a área livre continua sendo aquela que obedece aos limites anuais para os indivíduos do público; a área supervisionada, por sua vez, passa a ser aquela em que, no caso de exposições potenciais, há unicamente possibilidade de efeitos estocásticos; e a área controlada passa a ser aquela em que, no caso de exposições potenciais, há possibilidade de efeitos determinísticos.

A classificação da OIEA¹² prefere continuar descrever as áreas de trabalho em função das exposições normais. Neste caso, a área supervisionada é aquela em que as condições de exposições laboral são mantidas sob inspeção, ainda que medidas de proteção e fornecimento de segurança específicos normalmente não sejam necessárias. Já a área controlada é aquela em que são ou podem ser exigidas medidas de proteção e fornecimento de segurança específicos para o controle das exposições normais ou a prevenção do espalhamento da contaminação durante as condições normais de trabalho, bem como para prevenir ou limitar as exposições potenciais.

Níveis de referência

Os níveis de referência discutidos no item acerca dos paradigmas internacionalmente usados são mantidos e uma única alteração foi introduzida, no nível de investigação,

que passa a ser para doses superiores ao nível de registro; tais doses vão desencadear o processo de otimização.

Restrições de dose

À medida que as doses dos trabalhadores para uma determinada atividade vão diminuindo, é importante que se fixe uma restrição de dose para acelerar a diminuição das doses das empresas que apresentam doses superiores. Em virtude do exposto, as restrições de dose são estabelecidas em um valor médio entre as maiores e menores doses das diferentes empresas para uma mesma atividade.

Exposição potencial

Esta diretriz pretende diminuir e, se possível, eliminar o dano provocado pelas exposições potenciais, caso elas se tornem reais. Para alcançar esta meta temos, no momento, três linhas de pesquisa:

- tentar diminuir a probabilidade de ocorrência da exposição potencial;
- tentar diminuir as doses previstas, caso a exposição potencial se torne real;
- tentar interpor barreiras que se constituam em linhas de atraso na evolução de uma situação de exposição potencial.

Tendências futuras próximas

No relatório anual da CIPR, referente ao ano de 1997, informava-se que já tinha sido empreendido o trabalho inicial para consolidar e recapitular as recomendações da publicação 60 da CIPR¹¹, com o propósito de publicar um conjunto de medidas atualizadas por volta de 2005 – data em que os países do Mercado Comum Europeu estariam em condições técnicas de adotar essas novas normas, partindo do pressuposto que todos os trabalhadores recebam, em condições normais de trabalho, doses anuais inferiores a 5 mSv. Pelo que se pode avaliar, atualmente existem três correntes se degladiando:

- a tradicionalista, isto é, aquela que predominou até a publicação 60 da CIPR¹¹ e as recomendações do OIEA¹², e que preconiza, para os trabalhadores, doses inferiores à 1 mSv/ano e 0,3 mSv/ano para o público, considerando-os valores aceitáveis;
- a baseada na otimização, que preconiza as restrições de doses e sua diminuição, até que seja justificado pelo processo das otimizações sucessivas;
- aquele que deseja voltar aos LAMP. Em virtude do fato que abaixo dos 200 mSv/ano não podemos detectar os malefícios provocados pela radiação, defende o estabelecimento de um LAMP de 30 mSv/ano tanto para trabalhadores como para público, isto é, tal limite seria válido para toda a população tomando o sujeito individualmente. É a corrente atualmente mais fraca, e seu principal defensor já foi dissuadido desta ideia, porém existe a possibilidade de voltar à tona no futuro.

A tendência mostrada pela CIPR¹⁶ no Congresso da IRPA, realizado no Japão de 14 a 19 de maio de 2000, é de que o processo de otimização continuará até que as doses dos trabalhadores alcancem os limites para o público; já no Congresso realizado na Espanha em 2004¹⁷, esta tendência continuou a prevalecer.

Finalmente, em 2007 a CIPR publicou as suas novas recomendações¹⁸. Porém, na prática não houve mudanças nos paradigmas e nas diretrizes, apesar de se encontram no detalhamento. Algumas mudanças no detalhamento são:

- uma condenação nas restrições de dose que em 12 publicações posteriores à de número 60 eram mais de 30;
- ampliação do intervalo dos valores das doses limite, que variavam de 1 mSv a⁻¹ a 50 mSv a⁻¹ para a dose efetiva, para a atual variação de 0,1 mSv a⁻¹ até 100 mSv a⁻¹;
- a restrição de dose deixa de ser um valor médio, entre as diferentes instalações, das doses individuais de uma prática, passando a ser o valor de dose da opção de proteção básica, isto é, a opção de proteção com o maior valor de dose individual.

Conforme ocorreu com recomendações anteriores, o OIEA já possui uma minuta para suas novas recomendações baseadas na publicação 103 da CIPR.

Agradecimentos

Agradecemos o bacharel Jefferson de Jesus Sousa pela inestimável ajuda na confecção deste artigo.

Referências

1. International Commission on Radiological Protection. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (Adopted September 9, 1958). Publication 1. Oxford, Reino Unido: ICRP; 1958.
2. International Commission on Radiological Protection. Addendum to the

- ICRP Publication. Publication 2. Oxford, Reino-Untido: ICRP; 1959.
3. International Commission on Radiological Protection. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (Adopted September 17, 1965). Publication 9. Oxford, Reino-Untido: ICRP; 1966.
4. Organismo Internacional de Energia Atômica. Basic Safety Standards for Radiation Protection. Safety series, n. 9. Vienna, Austria: OIEA; 1967.
5. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Normas Básicas de Proteção Radiológica. Resolução 06/73. In: Diário Oficial da União, 19 de setembro de 1973.
6. International Commission on Radiological Protection. Implications of commission recommendations that doses be kept as low as readily achievable. Publication 22. Oxford, Reino-Untido: ICRP; 1973.
7. International Commission on Radiological Protection. Recommendations the International Radiological of Commission Protection. Publication 26. Oxford, Reino-Untido: ICRP; 1977.
8. International Commission on Radiological Protection. Limits for intakes of radionuclides by workers. Publications 30. Oxford, Reino-Untido: ICRP; 1978-1982.
9. Organismo Internacional de Energia Atômica. Basic Safety Standards for Radiation Protection, Safety series, n. 9. Viena, Austria: OIEA; 1982.
10. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Diretrizes básicas de radioproteção. Resolução 12/88. In: Diário Oficial da União, 01 de agosto de 1988.
11. International Commission on Radiological Protection. 1990 Recommendations the International Radiological of Commission Protection. Publication 60. Oxford, Reino-Untido: ICRP; 1991.
12. Organismo Internacional de Energia Atômica. International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources. Safety series, n. 115. Viena, Austria: OIEA; 1996.
13. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Diretrizes básicas de radioproteção. In: Diário Oficial da União, 06 de janeiro de 2006.
14. International Commission on Radiological Protection. Commission on Radiological Protection. Protection from potential exposure: a conceptual framework. Publication 64. Oxford, Reino-Untido: ICRP; 1993.
15. International Commission on Radiological Protection. General principles for the radiation protection of workers. Publication 75. Oxford, Reino-Untido: ICRP; 1997.
16. Clarke RH. The current activities of the International Commission on Radiological Protection. In: Proceedings of the 10th International Radiation Protection Association Congress; 2000; Hiroshima, Japão.
17. Proceedings of the 11th International Protection Association Congress; 2004; Madrid, Espanha. 18. International Commission on Radiological Protection. Oxford, Reino-Untido: Publication 103: ICRP; 2007.