

POSIÇÃO REGULATÓRIA 3.01/006:2011

MEDIDAS DE PROTEÇÃO E CRITÉRIOS DE INTERVENÇÃO EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

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 6.3, e à sua aplicação à intervenção em situações de emergência.

2. AVALIAÇÃO DO REQUISITO

A seção 6.1.3 estabelece que nas *intervenções* para proteger os *indivíduos do público*, devem ser observados os níveis de *intervenção* e níveis de ação, estabelecidos pela CNEN, para as diferentes ações protetoras ou remediadoras. A subseção 6.1.3.1 estabelece que em situações de emergência, os níveis de intervenção pré-estabelecidos devem ser reavaliados, no momento de sua implementação, em função das condições existentes, desde que não sejam excedidos os níveis de dose; neste caso, a intervenção deve ocorrer em qualquer circunstância. A seção 6.2 ratifica que os requisitos básicos de proteção radiológica de justificação e otimização também são aplicáveis às situações de intervenção.

3. INTERPRETAÇÃO DO REQUISITO

3.1 GERAL

A intervenção em situações de emergência nuclear ou radiológica deve ser baseada em níveis de intervenção e de ação adotados com o objetivo de nortear a implementação das diversas medidas de proteção propostas para evitar ou reduzir a exposição da população à radiação.

Os níveis de intervenção são expressos em termos da dose, que pode ser evitada num período de tempo ΔT , correspondente à duração de uma ação protetora específica associada à intervenção; ou seja, é a dose à qual os indivíduos estariam sujeitos na ausência da medida, integrada no período ΔT , menos a dose integrada à qual estariam sujeitos com a aplicação da medida de proteção.

Os níveis de ação são expressos em concentrações de atividade de radionuclídeos em água, leite e outros alimentos.

Os níveis de intervenção e de ação estabelecidos são genéricos e visam orientar a tomada de decisão quanto à implementação de ações protetoras, em particular aquelas para atender situações de acidentes em reatores nucleares, devendo ser otimizados para ações protetoras relevantes.

Os valores de níveis de intervenção estabelecidos em planos de emergência devem ser usados como um critério inicial para implementação de ações protetoras, mas podem ser modificados em caso de serem previstas circunstâncias desfavoráveis para sua implementação e em função da sua evolução.

As decisões relativas à adoção de medidas urgentes de proteção à população, quando da ocorrência de um acidente nuclear, são baseadas na dose projetada.

A dose projetada é a dose prevista que um indivíduo receberia, em um período de tempo determinado, se nenhuma ação protetora fosse implementada. A dose

projetada é estimada com base nas condições da instalação, nas previsões de evolução do acidente, na probabilidade de liberações de materiais radioativos para o meio ambiente e nas condições de dispersão existentes.

Os valores adotados para níveis de intervenção e de ação devem ser igualmente aplicados à maior parte dos indivíduos do público. Entretanto, para alguns grupos da população que estão sujeitos a riscos marcadamente diferentes em relação à adoção da medida, por exemplo, a remoção de pessoas enfermas em hospitais que não possam se locomover prontamente, é apropriado adotar valores diferenciados para esses níveis, de tal forma que a adoção da medida de proteção para esses pequenos grupos seja justificada, isto é, se a relação entre os riscos envolvidos, considerando a dose evitada e os riscos associados à medida de proteção, resultar em benefício líquido.

3.2 AÇÕES PROTETORAS IMEDIATAS E NÍVEIS GENÉRICOS DE INTERVENÇÃO

As ações protetoras tomadas com base nas doses projetadas são justificadas nos casos em que os resultados indiquem haver probabilidade de ocorrerem sérios danos à saúde. Nessas circunstâncias, qualquer decisão de não implementar a ação protetora deverá ser justificada.

Entre as medidas protetoras imediatas de relevância, estão a abrigagem, a evacuação e a administração de iodo estável, podendo ser complementadas por ações adicionais, tais como controle de acesso, proteção respiratória e descontaminação.

3.2.1 Abrigagem

Abrigagem significa permanecer no interior de prédios para reduzir a exposição externa à contaminação presente no ar e ao material radioativo depositado em superfícies. Para que seja efetiva, deve incluir a vedação de portas e janelas e o desligamento de sistemas de ventilação, de maneira a evitar ou minimizar a inalação de material radioativo contido no ar do ambiente externo.

Esta medida de proteção deve ser adotada como uma medida intermediária de proteção, quando uma evacuação rápida não for possível, devido, principalmente, a condições ambientais adversas (como chuva intensa ou inundações), restrições de saúde, dificuldades para locomoção de pessoal (algumas indústrias, hospitais e prisões) ou restrições físicas (estradas em condições inadequadas). Além disso, a abrigagem pode fornecer proteção adequada e ser mais eficiente do que a evacuação, quando esta não puder ser concluída antes da chegada da nuvem radioativa.

A eficácia desta medida é muito pequena para estruturas leves ou para aquelas com altas taxas de troca de ar e diminui com o tempo de permanência na edificação.

3.2.2 Evacuação

Evacuação significa o movimento dos indivíduos para fora do campo de radiação ou do caminho da nuvem radioativa, isto é, envolve a retirada urgente de pessoas de seus locais normais de residência, trabalho ou lazer, em período curto de tempo.

A decisão entre abrigagem e evacuação deve levar em conta que a dose máxima a ser evitada com a evacuação tem que ser, pelo menos, igual à dose não evitada com

a abrigagem. Quando a abrigagem puder fornecer proteção adequada, esta sempre deverá ser a medida de proteção preferencial.

3.2.3 Administração de Iodo Estável

Essa medida de proteção só deve ser considerada nos casos em que a situação de emergência possa ocasionar a incorporação de iodo radiativo. Os níveis de intervenção recomendados para essas medidas de proteção estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1: NÍVEIS GENÉRICOS DE INTERVENÇÃO PARA AÇÕES DE PROTEÇÃO URGENTES

Ação de Proteção	Nível Genérico de Intervenção (dose evitada pela ação de proteção)
Abrigagem	10 mSv ^[1]
Evacuação	50 mSv ^[2]
Profilaxia por Iodo Estável	100 mGy ^[3]

^[1] A abrigagem não é recomendada por um período superior a 2 (dois) dias.

^[2] A evacuação não é recomendada por um período superior a 1 (uma) semana.

^[3] Dose absorvida comprometida evitada na tiróide.

Para evacuação de pequenas áreas, envolvendo um número pequeno de pessoas, o nível de intervenção para evacuação pode ser inferior àquele indicado na Tabela 1, podendo ser considerada a aplicação da medida até um nível de 5 mSv de dose evitada.

Para situações em que a evacuação é complexa ou envolve grandes riscos, o valor do nível de intervenção pode ser mais elevado do que aquele apresentado na Tabela 1. Esse valor deve levar em conta que efeitos determinísticos severos devem ser evitados. Assim, os valores de dose projetada devem ser mantidos abaixo dos limiares de efeitos determinísticos, apresentados na Tabela 2.

TABELA 2: LIMIARES DE EFEITOS DETERMINÍSTICOS PARA DOSES ELEVADAS

Órgão ou Tecido	Dose em menos de 2 dias (Gy)	Efeito Determinístico	
		Tipo de Efeito	Tempo de Ocorrência
Corpo inteiro ^[1] (medula óssea)	1	Morte	1-2 meses
Pulmão	6	Morte	2-12 meses
Pele	3	Eritema	1-3 semanas
Tireóide	5	Hipotiroidismo	Primeiro ano
Cristalino	2	Catarata	6 meses
Gônadas	3	Esterilidade Permanente	Semanas
Feto	0,1	Teratogenese	-

^[1] Pode ocorrer vômito em pessoas rádio-sensíveis no primeiro dia após uma exposição de corpo inteiro de 0,5 Gy.

Se monitorações ambientais confirmarem que a exposição da população irá se estender além de alguns dias, justificando outras ações de proteção além da abrigagem e da evacuação, o reassentamento temporário ou definitivo deve ser considerado.

3.3 REASSENTAMENTO TEMPORÁRIO OU DEFINITIVO

O termo reassentamento se aplica à remoção de indivíduos de áreas contaminadas por radionuclídeo(s) para outros locais, com a consequente interdição dessas áreas,

de modo a evitar exposições crônicas à radiação. O reassentamento temporário visa a uma remoção organizada e deliberada de pessoas, de uma área afetada por um acidente, por um período longo (alguns meses), porém limitado.

Quando o período de reassentamento previsto for superior a 2 anos, deve ser considerado o reassentamento definitivo da população. Entende-se por reassentamento definitivo a remoção deliberada de pessoas de uma área, sem expectativa de retorno. Os níveis de intervenção para a implementação das medidas de reassentamento de grupos populacionais estão apresentados na Tabela 3.

TABELA 3: NÍVEIS DE INTERVENÇÃO RECOMENDADOS PARA RELOCAÇÃO E REASSENTAMENTO

Ação de Proteção	Dose Evitada
Reassentamento Temporário (Relocação)	30 mSv no primeiro mês 10 mSv em um mês subsequente
Reassentamento Definitivo	1 Sv em toda a vida (70 anos)

3.4 NÍVEIS DE AÇÃO PARA CONTROLE DE ALIMENTOS

O controle de alimentos, embora não seja considerada uma medida urgente, deve ser implementado em tempo hábil. Os níveis de concentração em atividade são recomendados apenas para a restrição à comercialização de produtos alimentares. Para a população local, esses níveis devem ser aplicados apenas em condições nas quais suprimentos alternativos de alimentos estejam disponíveis.

TABELA 4: NÍVEIS DE AÇÃO RECOMENDADOS PARA ALIMENTOS.

Categoria	Radionuclídeo	Valor Recomendado (kBq / kg)	
		Alimentos para Consumo em Geral	Leite, Alimentos Infantis e Água Potável
1	¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, ¹⁰³ Ru, ¹⁰⁶ Ru, ⁸⁹ Sr	1	1
2	¹³¹ I	1	0,1
3	⁹⁰ Sr	0,1	0,1
4	²⁴¹ Am, ²³⁸ Pu, ²³⁹ Pu, ²⁴⁰ Pu, ²⁴² Pu	0,01	0,001

Observação: Os limites devem ser aplicados de forma independente para as 4 categorias de radionuclídeos envolvidos.

3.5 NÍVEIS OPERACIONAIS ESPECÍFICOS PARA ACIDENTES DE REATORES

Para o caso específico de acidentes envolvendo liberações atmosféricas provenientes de reatores PWR, níveis de ação recomendados para a implementação de medidas protetoras urgentes são apresentados na Tabela 5.

TABELA 5: NÍVEIS OPERACIONAIS DE INTERVENÇÃO (NOI) RECOMENDADOS PELA AIEA TECDOC-955 PARA ACIDENTES EM REATORES NUCLEARES A ÁGUA PRESSURIZADA.

Base	NOI	Critério	Medida de Proteção Recomendada
------	-----	----------	--------------------------------

Base	NOI	Critério		Medida de Proteção Recomendada
Taxa de Dose Ambiente (pluma)	1	1 mSv/h		Evacuação ou Abrigagem
	2	0,1 mSv/h		Se disponível, administrar bloqueador de tiróide, abrigagem preventiva, aguardando instruções por rádio ou TV.
Taxa de Dose Ambiente (deposição)	3	1 mSv/h		Evacuação ou Abrigagem
	4	0,2 mSv/h		Considerar a relocação de pessoas
	5	1 μ Sv/h		Restrição imediata de alimentos até avaliação
Deposição no solo		Alimentos em Geral	Leite	Medida de Proteção Recomendada
I-131	6	10 kBq/m ²	2 kBq/m ²	Restrição imediata ao consumo de alimentos produzidos na área até avaliação detalhada
Cs-137	7	2 kBq/m ²	10 kBq/m ²	
Contaminação em Água, Leite e Alimentos em Geral		Alimento	Leite e Água	Medida de Proteção Recomendada
I-131	8	1 kBq/kg	0,1 kBq/kg	Restrição ao consumo
Cs-137	9	0,2 kBq/kg	0,3 kBq/kg	Restrição ao consumo

4. STATUS DA POSIÇÃO REGULATÓRIA

4.1 ESCOPO DE APLICAÇÃO

Esta Posição Regulatória deve ser aplicada ao planejamento das ações de todas as organizações, nas esferas municipais, estaduais e federais, que tenham atribuições na resposta a acidentes nucleares e radiológicos.

4.2 VALIDADE

Indeterminada.

Aprovada pela Resolução CNEN Nº 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. EPA-400-R-92-001, “Manual of Protective Action Guides and Protective Actions for Nuclear Incidents”, US Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA, 1993.
2. CNEN - Critérios Básicos para o Estabelecimento de Diretrizes de Planejamento das Ações de Proteção da População em Situações de Emergência nas CNAIA-I e II, 2000.

3. **WHO/SDE/PHE/99.6**, “Guidelines for Iodine Prophylaxis following Nuclear Accidents”, WHO, Geneva, Switzerland, 1999.
4. **IAEA SS-115**, IAEA Safety Series No. 115, “International Basic Safety Standards for Protection against Ionising Radiation and for the Safety of Radiation Sources”, IAEA, Vienna, Austria, 1996.
5. **IAEA SS-109**, IAEA Safety Series 109, “Intervention Criteria in a Nuclear or Radiation Emergency”, IAEA, Vienna, Austria, 1994.
6. **IAEA SS-55**, IAEA Safety Series 55, “Planning for Off-Site Response to Radiation Accidents in Nuclear Facilities”, IAEA, Vienna, Austria, 1981.
7. **IAEA TECDOC-953**, “Method for the Development of Emergency Response Preparedness for Nuclear or Radiological Accidents”, IAEA, Vienna, Austria, 1997.
8. **IAEA TECDOC-955**, “Generic Assessment Procedures for Determining Protective Actions during a Reactor Accident”, IAEA, Vienna, Austria, 1997.
9. **WASH-1499** (NUREG-75/014), USNRC, “Reactor Safety Study – An Assessment of Accident Risks in U.S. Commercial Power Plants”, 1975.
10. **NUREG-0369** (EPA-520/1-78-016), “Planning Basis for the Development of State and Local Government Radiological Emergency Response Plans in Support of Light Water Nuclear Power Plants”, Washington, DC, USA, 1978.
11. **NUREG-1210**, vol. 4, USNRC, “Pilot Program: NRC Severe Reactor Incident Response Training Manual”, Washington, DC, USA, 1987.
12. **NUREG-0654** (FEMA-REP-1), USNRC, “Criteria for Preparation and Evaluation of Radiological Emergency Response Plans and Preparedness in Support of Nuclear Plants”, Ver.1, Washington, DC, USA, 1980.
13. **NUREG-0696**, USNRC “Functional Criteria for Emergency Response Facilities”, Washington, DC, USA, 1977.