

**Autoridade Nacional de Segurança Nuclear**

**GUIA REGULATÓRIO**

**ELABORAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE PROTEÇÃO PARA A  
RESPOSTA A UMA EMERGÊNCIA NUCLEAR OU  
RADIOLÓGICA E NÍVEIS DE INTERVENÇÃO OPERACIONAIS**

**GR 3.01-01**

**Abril/2024**

## **GUIA REGULATÓRIO**

# **ELABORAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE PROTEÇÃO PARA A RESPOSTA A UMA EMERGÊNCIA NUCLEAR OU RADIOLÓGICA E NÍVEIS DE INTERVENÇÃO OPERACIONAIS**

**GR 3.01-01**

## Sumário

1. FINALIDADE
2. ESCOPO
3. DEFINIÇÕES
4. OBJETIVOS DA RESPOSTA DE EMERGÊNCIA
5. BASE DE PLANEJAMENTO DA APLICAÇÃO DAS AÇÕES PROTETORAS
6. ESTRATÉGIA DE PROTEÇÃO DO PÚBLICO
  - 6.1 Descrições das fases de emergência
  - 6.2 Critérios de tomada de decisão
    - 6.2.1 Critérios genéricos
    - 6.2.2 Níveis de Intervenção Operacionais (NIOs)
  - 6.3 Ações protetoras e outras ações de resposta
    - 6.3.1 Evacuação
    - 6.3.2 Abrigagem
    - 6.3.3 Bloqueio da tireoide com iodo
    - 6.3.4 Restrições de alimentos, leite e água potável
    - 6.3.5 Realocação
    - 6.3.6 Restrições a produtos não alimentares
    - 6.3.7 Controle da contaminação (pessoas, veículos, equipamentos e outros itens)
    - 6.3.8 Prevenção de ingestão inadvertida
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

TABELA I - VALORES DE NÍVEIS DE INTERVENÇÃO OPERACIONAIS (NIOs)

## 1. FINALIDADE

Este Guia Regulatório determina de que maneira podem ser atendidos os artigos 101 a 121 sobre emergência nuclear e radiológica do Capítulo VI, Situações de Exposição de Emergência, da Norma ANSN 3.01, Requisitos Básicos de Radioproteção e Segurança de Fontes de Radiação Ionizante, em particular o Art. 105, que prevê a execução de ações protetoras, individualmente ou em combinação, se os critérios genéricos para projeção de dose ou dose recebida forem excedidos.

No parágrafo único do Art. 105, a estratégia de proteção utilizando ações protetoras, em conjunto com Níveis de Intervenção Operacionais (NIOs), para a resposta a uma emergência nuclear ou radiológica, está prevista pelo artigo 105 da Norma ANSN 3.01 em Guia Regulatório específico da ANSN. Os Níveis de Intervenção Operacionais (NIOs) para implementação dessas ações protetoras estão estabelecidos no Anexo M-I da Norma ANSN 3.01, que está reproduzido aqui na Tabela I deste Guia Regulatório.

O artigo 101 da Norma ANSN 3.01 estabelece que *“em uma situação de exposição de emergência nuclear ou radiológica, resultantes de um acidente, ato malicioso ou qualquer outro evento inesperado, devem ser adotadas ações protetoras e de mitigação...”*.

Os documentos IAEA GSR Parte 3 e GSR Parte 7 exigem a garantia de que estratégias de proteção sejam desenvolvidas, justificadas e otimizadas, na fase de preparação, para executar ações de proteção e outras ações de resposta de forma eficaz em uma emergência nuclear ou radiológica.

O conceito de estratégia de proteção envolve a consideração de ações protetoras e outras ações de resposta, isoladamente e em combinação, com base no nível de referência e em critérios genéricos, expressos em termos de doses residuais e projetadas ou recebidas, respectivamente.

Os fundamentos da estratégia de proteção descritos neste Guia Regulatório visam fornecer uma base comum para a proteção do público e outros indivíduos em caso de uma emergência nuclear ou radiológica.

Este Guia inclui:

- Objetivos da resposta a emergências.
- Princípios de radioproteção que deveriam ser aplicados.
- Base para tomada de decisões
- Conjunto de ações protetoras e outras ações de resposta a serem realizadas.

A estratégia de proteção leva em consideração o estado da arte da preparação e resposta de emergência e padrões internacionais existentes, particularmente:

1. Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor, EPR-NPP Public Protective Actions 2013, IAEA, Vienna (2013);

2. Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Guide nº GS-G-2.1, IAEA, Vienna (2007);
3. Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GSG-2, IAEA, Vienna (2011);
4. EPR Research Reactor 2011, Generic Procedures for Response to a Nuclear or Radiological Emergency at Research Reactors, IAEA, Vienna, 2011;
5. EPR-NPP-OILS (2017), Operational Intervention Levels for Reactor Emergencies and Methodology for their Derivation, IAEA, Vienna, 2017;
6. EPR-Protection Strategy (2020), Considerations in the Development of a Protection Strategy for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA, Vienna, 2021;
7. Generic Assessment Procedures for Determining Protective Actions during a Reactor Accident, IAEA-TECDOC-0955, IAEA, Vienna (1997);
8. Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 7, IAEA, Vienna (2015);
9. Arrangements for the Termination of a Nuclear or Radiological Emergency, General Safety Guide, IAEA Safety Standards Series No. GSG-11, IAEA, Vienna (2018).

## **2. ESCOPO**

A estratégia de proteção se aplica a qualquer emergência nuclear ou radiológica, independentemente de sua origem (se relacionada à segurança e/ou proteção física), instalações, atividades, áreas, bem como fontes dentro do país e além das fronteiras, que se enquadram nas cinco Categorias de Preparação para Emergências (CPE), associadas às cinco Categorias de Instalações respectivas definidas na Tabela J-I do Anexo J da Norma ANSN 3.01.

Os principais cenários de emergência potenciais considerados para a elaboração de uma estratégia de proteção são descritos na Seção 5 deste documento. Embora a estratégia de proteção se concentre nos grupos de cenários apresentados, os arranjos elaborados nos vários documentos operacionais podem diferir significativamente entre os diferentes cenários de emergência dentro do mesmo grupo, porém deveriam compartilhar uma estratégia de proteção comum.

A estratégia de proteção apresentada neste Guia considera as fases de planejamento, de resposta de emergência e de transição à situação de exposição existente. Estão fora do escopo deste Guia:

1. Preparo de respostas a emergências (arranjos operacionais, planos e procedimentos)
2. Sistema de gestão de emergência e seus elementos.
3. Arranjos para gestão da fase de situação de exposição existente.

### 3. DEFINIÇÕES

**Abrigagem** - Ação protetora urgente e de curto prazo que emprega estruturas ou edificações para evitar ou minimizar a exposição à radiação devido a material radioativo em pluma suspensa no ar e/ou depositado em superfícies, em decorrência de uma emergência nuclear ou radiológica.

**Ação protetora** - Ação tomada com o objetivo de evitar ou reduzir doses que poderiam ser recebidas em situações de exposição de emergência ou situação de exposição existente.

**Ação mitigatória ou mitigadora** - Ação imediata por parte da organização operadora ou outra parte: para reduzir o potencial de desenvolvimento de condições que resultariam na exposição ou liberação de material radioativo que requeira ações de resposta na ocorrência de uma emergência no local ou fora dele; ou para mitigar as condições da fonte que podem resultar em exposição ou liberação de material radioativo, exigindo ações de resposta na ocorrência de uma emergência no local ou fora dele.

**Ação protetora inicial** - Ação protetora utilizada no caso de uma emergência nuclear ou radiológica, como relocação ou restrição de curto e médio prazos (dias a semanas) do consumo de alimentos potencialmente afetados, antes de uma caracterização do impacto causado pelo acidente.

**Ação protetora urgente preventiva** - Uma ação protetora urgente tomada antes ou logo após uma liberação de material radioativo, ou uma exposição, com base nas condições prevaletes para evitar efeitos determinísticos.

**Ação protetora urgente** - Uma ação protetora no caso de uma emergência nuclear ou radiológica executada prontamente (geralmente dentro de algumas horas a um dia) para ser eficaz, e cuja eficácia será significativamente reduzida se atrasada. As ações protetoras urgentes incluem bloqueio da tireoide com iodo, evacuação, abrigagem de curto prazo, ações para reduzir a ingestão inadvertida, descontaminação de indivíduos e prevenção da ingestão de alimentos, leite e água potável possivelmente com contaminação.

**Bloqueio da tireoide com iodo (BTI)** - Administração de um composto de iodo estável (geralmente iodeto de potássio) para prevenir ou reduzir a absorção de isótopos radioativos de iodo pela tireoide em uma emergência nuclear ou radiológica envolvendo iodo radioativo.

**Critérios genéricos** - Níveis para a dose projetada ou para a dose que foi recebida nos quais são executadas ações protetoras e outras ações de resposta.

**Dose projetada** - Dose que se espera receber se não se toma as medidas de proteção prescritas.

**Dose recebida** - A dose total que eventualmente resulta de um evento (por exemplo, uma liberação de material radioativo), uma ação deliberada ou uma porção finita de uma prática.

**Dose residual** - Dose que se espera incorrer após o término das ações protetoras ou remediadoras ou após a decisão de não as adotar. A dose residual aplica-se a uma situação de exposição de emergência ou a uma situação de exposição existente. Para o caso de situação existente é também denominada *end point*, representando um valor de dose a ser alcançado.

**Evacuação** - Remoção rápida e temporária de pessoas de uma área para evitar ou reduzir a exposição à radiação de curto prazo em uma emergência nuclear ou radiológica.

**Incorporação** - Atividade de determinado material radioativo no instante de sua admissão no corpo humano por ingestão, inalação, ou penetração através da pele ou de ferimentos.

**Nível de Ação de Emergência** - Valor de taxa de dose ou de concentração de atividade de radionuclídeos, adotado em situação de emergência ou de exposição crônica e estabelecido com base em modelo de exposição realista da situação. Caso se observem valores acima desse nível, deveriam ser adotadas ações protetoras ou remediadoras tais que sua adoção implique em certeza da observância do nível de intervenção correspondente.

**Nível de intervenção operacional - NIO** - Valor de uma grandeza mensurável derivada de um critério genérico, para situações de exposição de emergência; é expresso em termos de taxa de dose ou de atividade do material radioativo liberado, concentrações de atividade de radionuclídeos em alimentos, superfícies e amostras ambientais.

**Nível de referência** - valor de dose ou concentração de atividade, numa situação de exposição de emergência ou de exposição existente, acima do qual não é apropriado planejar a ocorrência de exposições e que abaixo do qual a otimização da radioproteção deveria continuar a ser implementada.

**Otimização da Radioproteção ou Otimização** - processo pelo qual se determina o nível de radioproteção que permite que a magnitude das doses individuais, o número de indivíduos submetidos à exposição ionizante e a probabilidade de que essas exposições se mantenham em valor tão baixo quanto racionalmente exequível (ALARA), levando em consideração os fatores econômicos e sociais.

**Realocação ou Relocação** - Remoção não urgente ou exclusão prolongada de pessoas de uma área para evitar a exposição em longo prazo de material radioativo depositado. A realocação é uma ação protetora inicial. Pode ser uma substituição para a ação protetora urgente de evacuação. A realocação é considerada permanente se o retorno não for previsível; caso contrário, é uma realocação temporária.

#### 4. OBJETIVOS DA RESPOSTA DE EMERGÊNCIA

A emergência nuclear ou radiológica pode ter consequências adversas não radiológicas (econômicas, sociais e psicológicas) que podem superar as consequências radiológicas, portanto, deveria haver garantias adequadas na resposta a fim de que elas sejam minimizadas.

Assim, durante uma emergência nuclear ou radiológica, todos os esforços serão feitos para atingir os seguintes objetivos de resposta de emergência, de acordo com o artigo 101 da Norma ANSN 3.01:

1. Recuperar o controle da situação e mitigar as consequências;
2. Salvar vidas;
3. Evitar efeitos determinísticos;
4. Reduzir o risco de efeitos estocásticos;
5. Prestar primeiros socorros, fornecer tratamento médico crítico e gerenciar o tratamento de lesões por radiação;
6. Manter o público informado e a confiança pública nas ações de resposta;
7. Mitigar as consequências não radiológicas;
8. Proteger a propriedade e o meio ambiente;
9. Preparar-se para a retomada das atividades sociais e econômicas à normalidade.

A estratégia de proteção deveria ser formulada levando em consideração os princípios de proteção radiológica de justificação e de otimização da proteção e segurança estipulados na Norma ANSN 3.01.

O artigo 102 da Norma ANSN 3.01 requer que as ações protetoras devem ser estabelecidas em sua forma, extensão e duração, de modo que produzam o máximo benefício líquido, após processo de otimização, considerando as condições sociais e econômicas.

De acordo com o artigo 103 da Norma ANSN 3.01, no planejamento de qualquer ação protetora devem ser observados os níveis de referência de dose efetiva de 20 a 100 mSv, aguda ou anual, para proteger os indivíduos do público e as ações protetoras são sempre justificadas se a dose efetiva projetada ou medida for maior que os níveis de referência.

Não obstante, espera-se que a justificativa e a otimização também sejam realizadas, e atualizadas, no decurso de uma resposta de emergência, à medida que as informações se tornam disponíveis nas reais condições e impactos, e conforme o intervalo de tempo permitir para a execução das ações, sem comprometer a eficácia da estratégia de proteção.

## **5. BASE DE PLANEJAMENTO DA APLICAÇÃO DAS AÇÕES PROTETORAS**

Existem no país instalações nas CPE I, II e III. O país também tem atividades envolvendo fontes radioativas móveis na CPE IV. Estas CPE estão relacionadas às categorias de instalações definidas na Tabela J-I do Anexo J da Norma ANSN 3.01. Os cenários de emergência aqui propostos foram agrupados nos seguintes três grupos:

(1) Cenário de Emergência Nuclear Grave - CENG (classe de emergência: Emergência Geral). Emergência nas instalações das CPEs I, II ou V, caracterizada por extensas consequências dentro e fora da instalação e tendo em consideração as circunstâncias nacionais, regionais e locais;



(2) Cenário de Emergência Nuclear ou Radiológica - CENR (classe de emergência: Emergência de área no local ou emergência da instalação). Emergência associada a instalações nas CPE I, II e III, caracterizada por consequências locais dentro da instalação;

(3) Cenário de Emergência Radiológica - CER (classe de emergência: outra emergência nuclear ou radiológica). Emergência associada a atividades e atos na CPE IV, caracterizada por consequências dentro da instalação, ocorrendo em qualquer local dentro do país.

Para o cenário de “Emergência Nuclear Grave” deveriam ser definidas zonas e distâncias de planejamento de emergência para garantir que ações protetoras urgentes preventivas e ações protetoras iniciais, bem como outras ações de respostas, possam ser realizadas em áreas fora do local de forma eficaz, independentemente da gravidade da situação, limitações nas informações disponíveis e das incertezas.

Essas áreas deveriam se relacionar com zonas de planejamento de emergência e distâncias, necessárias. A seguir apresenta-se possíveis zonas e suas bases:

1. Uma zona de ação de preventiva (ZAP) para a área em que o foco está em executar ações protetoras urgentes preventivas para evitar ou minimizar efeitos determinísticos severos;
2. Uma zona de planejamento de ação protetora urgente (ZPU) para a área em que o foco está em executar medidas protetoras urgentes para reduzir o risco de efeitos estocásticos;
3. Uma distância de planejamento estendida (DPE) para a área em que o foco está nas ações protetoras iniciais para reduzir o risco de efeitos estocásticos com base na monitoração e avaliação;
4. Uma distância de planejamento de ingestão e produtos de consumo (DPIC) para a área em que o foco está em executar ações para garantir a segurança de alimentos e produtos de consumo para reduzir o risco de efeitos estocásticos.

O segundo grupo de cenários de emergência pode levar à necessidade de ações protetoras e outras ações de resposta confinadas aos sítios, em locais conhecidos e previamente determinados, e sob jurisdição exclusiva da(s) organização(ões) operacional(is), sem consequências radiológicas externas esperadas.

Para o terceiro grupo de cenários de emergência, que podem acontecer em qualquer local, ações protetoras e outras ações de resposta seriam garantidas principalmente dentro do isolamento (ou perímetro de segurança) estabelecido pelos primeiros respondentes ou, quando apropriado, pelo operador. A determinação do tamanho inicial da área interna isolada deveria considerar condições observáveis no local (por exemplo, incêndio ou explosão envolvendo material radioativo ou danos visíveis à blindagem de material radioativo) ou resultados da monitoração da radiação, uma vez que estejam disponíveis.

## 6. ESTRATÉGIA DE PROTEÇÃO DO PÚBLICO

A estratégia de proteção do público aborda especificamente a fase de resposta a emergência e a fase de transição, permitindo uma resposta de emergência eficaz desde o início da emergência até o momento em que a emergência pode ser declarada encerrada.

### 6.1 Descrições das fases de emergência

A Resposta a emergência pode ser separada em três momentos principais, sendo eles (A) Fase de Resposta, (B) Fase de Transição e (C) Pós emergência

A fase de resposta de emergência consiste no intervalo de tempo desde a detecção das condições que justificam o início de ações de resposta a emergência até a conclusão de todas as ações executadas em antecipação, ou em resposta, às condições radiológicas esperadas nos primeiros dias aos poucos meses da emergência. A fase de resposta de emergência normalmente termina quando a situação está sob o controle, quando as condições radiológicas ao redor do local do acidente foram suficientemente bem caracterizadas para identificar se, e onde, as restrições alimentares e realocação temporária são necessárias e quando todas estas foram postas em prática.

A fase de resposta de emergência compreende duas subdivisões; a fase de resposta urgente e a fase de resposta inicial, que possuem suas especificidades em relação ao desenvolvimento e execução da estratégia de proteção:

1. A **Fase de Resposta Urgente** é o intervalo de tempo, dentro da fase de resposta de emergência, desde a detecção de condições que justificam ações de resposta de emergência que deveriam ser executadas prontamente para serem eficazes até a conclusão de todas essas ações. Tais ações de resposta a emergências incluem ações mitigatórias por parte do operador e ações protetoras urgentes dentro e/ou fora do local. A fase de resposta urgente pode durar de horas a alguns dias, dependendo da natureza e escala da emergência nuclear ou radiológica;
2. A **Fase de Resposta Inicial** é o intervalo de tempo, dentro da fase de resposta de emergência, no qual uma situação radiológica já está suficientemente bem caracterizada e a necessidade de executar ações protetoras iniciais e outras ações de resposta pode ser identificada até a conclusão de todas essas ações. A fase de resposta inicial pode durar de alguns dias a semanas, dependendo da natureza e escala da emergência nuclear ou radiológica.

A fase de transição é o intervalo de tempo após a fase de resposta de emergência quando (a) a situação está sob o controle, (b) a caracterização detalhada da situação radiológica foi realizada, e (c) as atividades são planejadas e executadas a fim de preparar a retomada da atividade normal, social e econômica.

A fase de transição termina com a emergência sendo declarada encerrada. A partir de então, a situação é gerenciada como uma situação de exposição planejada ou uma situação de exposição existente. A fase de transição pode durar de dias a meses. Para uma emergência de pequena escala (por exemplo, emergência radiológica durante o transporte ou envolvendo uma fonte perigosa selada), a fase de transição não deveria durar mais de um dia.

A Figura 1 ilustra as diversas fases que compõe a emergência.

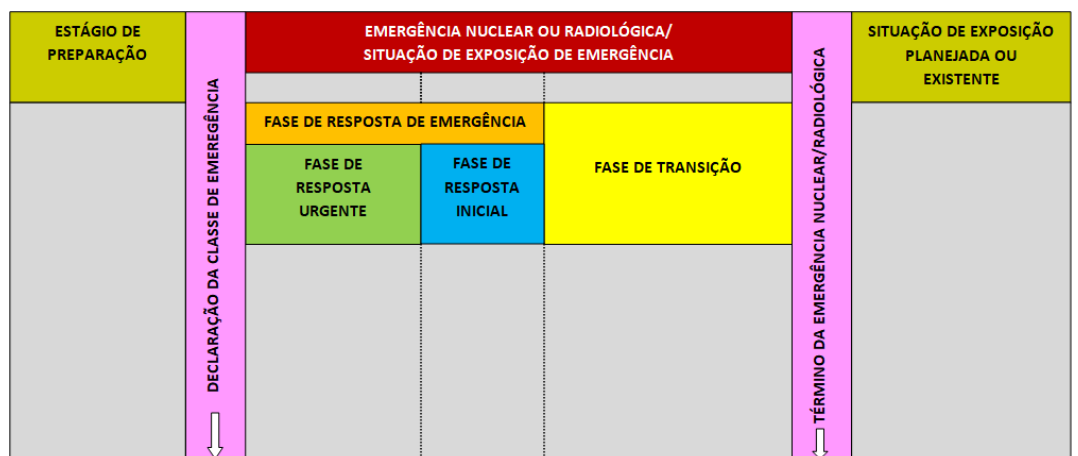


Figura 1. As diversas fases que compõe a emergência

## 6.2 Critérios de tomada de decisão

Os critérios de dose usados na estratégia de proteção atuam como uma ferramenta auxiliar de decisão para otimização da proteção e segurança, ou como um gatilho para a necessidade de decidir sobre ações protetoras específicas e outras ações de resposta. Outros aspectos deveriam, também, ser considerados. Por exemplo, quando é necessário tomar decisões para retomar a atividade normal, social e econômica, após as consequências da emergência nuclear ou radiológica.

### 6.2.1 Critérios genéricos

A fim de responder a quaisquer eventos que possam ocorrer é necessário estabelecer critérios genéricos que permitam que, com poucas medições e/ou informações, se tome a melhor decisão de acordo com o cenário sendo desenvolvido. Critérios genéricos são níveis de doses projetadas, ou doses recebidas, nas quais ações protetoras e outras ações de resposta deveriam ser executadas. De acordo com o artigo 104 da Norma ANSN 3.01, as ações protetoras e outras ações de resposta que compõem a estratégia são executadas quando as doses projetadas (para ações protetoras) ou doses recebidas (para ações médicas) estão excedendo os critérios genéricos fornecidos pelas Tabelas I-I, I-II(a), I-II(b) e I-II(c) do Anexo I da Norma ANSN 3.01. Esses critérios genéricos são agrupados em três conjuntos.

O primeiro conjunto de critérios genéricos, apresentado na norma ANSN 3.01 e reproduzido na Tabela I deste guia, se refere às doses recebidas dentro de um curto intervalo de tempo (exposições agudas) para o qual ações protetoras urgentes preventivas e outras ações de

resposta deveriam ser realizadas em quaisquer circunstâncias para evitar efeitos determinísticos (de acordo com a Tabela I-I do Anexo I da Norma ANSN 3.01). Portanto, tais critérios, representam uma base para a execução de ações protetoras urgentes preventivas e outras ações de resposta antes, ou logo após, da liberação ou exposição ocorrer, principalmente com base em condições observáveis ou nas condições da instalação.

Se as doses da Tabela I deste Guia forem recebidas, então há a necessidade de avaliação e tratamento médico. Antecipadamente, as equipes dos hospitais e os médicos deveriam ser alertados para se prepararem a fim de tratar os indivíduos contaminados e expostos à radiação.

O segundo conjunto de critérios genéricos se refere a doses nas quais ações protetoras e outras ações de resposta deveriam ser executadas para reduzir o risco de efeitos estocásticos (de acordo com a Tabela I-II(a), I-II(b) e I-II(c) do Anexo I da Norma ANSN 3.01).

Os critérios são apresentados como dose efetiva ou dose equivalente a um órgão ou tecido e fornecem uma base para executar ações protetoras e outras ações de resposta, bem como outras atividades destinadas a possibilitar a transição para uma situação de exposição existente.

Se as doses da Tabela I deste Guia foram recebidas, então há a necessidade de acompanhamento médico por um prazo mais longo, a fim de identificar precocemente cânceres induzidos por radiação nas populações afetadas, com o intuito de tratá-las de forma mais eficaz.

O terceiro conjunto de critérios genéricos se refere a doses nas outras ações de respostas necessárias, como, por exemplo, controle de circulação de veículos e equipamentos.

### **6.2.2 Níveis de Intervenção Operacionais (NIOs)**

Crítérios operacionais são valores de grandezas mensuráveis ou condições observáveis para serem usados em uma resposta a emergência nuclear ou radiológica para determinar a necessidade de ações protetoras, e outras ações de resposta.

Os critérios operacionais utilizados na resposta de emergência incluem: Condições observáveis na instalação ou na fonte radioativa; Níveis de Ação de Emergência (NAEs); e Níveis de Intervenção Operacionais (NIOs).

O NIO é um valor definido, de uma grandeza mensurável, derivado de um critério genérico e é normalmente expresso em termos de taxa de dose, concentração de atividade no solo ou de superfície, ou concentração de atividade de radionuclídeos em amostras ambientais, de alimentos ou de água. Esses NIOs são apresentados na Tabela I deste guia.

Os NIOs para a fase de resposta de emergência são utilizados imediatamente e diretamente (sem avaliação adicional), com base na monitoração, para determinar quais as ações protetoras são adequadas.

Na fase de transição, os NIOs são uma ferramenta de triagem para apoiar a tomada de decisão quanto à adaptação ou à suspensão de ações protetoras. Os NIOs também são utilizados para

dar suporte a execução de atividades que conduzam à transição de uma situação de exposição de emergência para uma situação de exposição existente. Contudo, qualquer decisão a ser tomada durante a fase de transição leva em consideração o impacto sobre as doses residuais em relação ao nível de referência e quaisquer outras considerações relevantes.

Segundo o artigo 106 da Norma ANSN 3.01, os níveis de intervenção pré-estabelecidos para cada ação protetora devem ser reavaliados, no momento de sua execução, em função das condições existentes, para que sejam justificados e otimizados. De acordo com o artigo 107 da Norma ANSN 3.01, no planejamento de todas as ações protetoras deve ser estabelecido um valor final de dose residual, dentro do intervalo dos níveis de referência, que inclua contribuições de todas as vias de exposição, considerando os objetivos e prazos específicos relacionados com a transição da situação de exposição de emergência para a situação de exposição existente.

Os NIOs deveriam ser usados para iniciar ações protetoras e outras ações de resposta que são consideradas nesta estratégia e sua aplicabilidade deveria ser considerada por grupo de cenários de emergência associados às categorias de instalações definidas no Anexo J da Norma ANSN 3.01, de acordo com o artigo 109 da Norma ANSN 3.01, requerendo ainda que seja adotada uma abordagem gradativa para o desenvolvimento de arranjos justificados e otimizados para preparação e resposta a uma emergência, de acordo com a categorização das instalações, conforme apresentado no Anexo J desta Norma.

A Tabela I apresenta o conjunto de ações protetoras e outras ações de resposta, bem como as considerações associadas para proteger o público nos três grupos de cenários de emergência associados às cinco categorias de preparação de emergência. Essa tabela contém também, os valores dos NIOs (para radiação  $\gamma$  e para radionuclídeos emissores de partículas  $\alpha$  e  $\beta$ ) e os critérios genéricos correspondentes.

A distinção do uso de valores para radiação  $\gamma$  e para radionuclídeos emissores de partículas  $\alpha$  e  $\beta$  se faz de acordo com os documentos da AIEA (IAEA), EPR-NPP-OILs, 2017, pg. 9, e EPR, *Research Reactor*, 2011, pg. 15, considerando que uma avaliação mais específica pode ser necessária de acordo com as categorias de instalação, definidas na Tabela J-I do Anexo J da Norma ANSN 3.01, que foram utilizadas na Tabela I deste Guia.

O NIO7 e o NIO8 da Tabela I são previstos somente para a categoria I de instalações e preparação de emergência, já que foram tratados somente no documento EPR-NPP-OILS (2017), para reatores de potência, e não foram tratados no documento EPR *Research Reactor* 2011, para reatores de pesquisa, nem no documento IAEA GSG-2 (2011), apesar de que são previstos em mais de um grupo de cenários de emergência do documento EPR-Protection Strategy (2020). Entretanto, tanto o IAEA GSG-2 (2011), quanto o IAEA EPR-Protection Strategy (2020), estão sendo revisados pela AIEA (IAEA) e certamente vão esclarecer o uso mais abrangente destes dois NIOs em publicações futuras.

### 6.3 Ações protetoras e outras ações de resposta

As principais ações protetoras consideradas nesta estratégia são evacuação, abrigagem, bloqueio da tireoide com iodo, realocação, restrições ao consumo de alimentos, leite e água potável, restrições ao uso de produtos não alimentares, controle de contaminação e descontaminação, e prevenção da ingestão inadvertida.

A Norma ANSN 3.01 nos seus artigos 110 e 111, requer a adoção de ações protetoras urgentes, urgentes preventivas e iniciais, a fim de evitar efeitos determinísticos e estocásticos:

O artigo 112 da Norma ANSN 3.01 prevê também que as intervenções previstas nestes NIOs devem atender ao princípio da justificação, conforme:

*Art. 112 ...*

*I - Os fatores característicos da situação real, tais como a natureza da liberação, as condições meteorológicas e outros fatores não radiológicos relevantes;*

*II - Antecipadamente, quaisquer mudanças nas instalações ou atividades que afetem a avaliação das situações de perigo existentes; e*

*III - Novas informações disponíveis que forneçam avaliações sobre a adequação das ações existentes.*

O artigo 119 da Norma ANSN 3.01 requer que a ação protetora seja interrompida quando a avaliação mostrar que a continuidade da ação não é mais justificada. Este será o caso, sempre que os valores das medições estiverem abaixo dos valores de NIOs. A situação anterior é configurada como fase de transição. O artigo 121 da Norma ANSN 3.01 requer que, quando a emergência for terminada, a exposição residual deva ser reduzida de acordo com os requisitos de uma situação de exposição existente.

Cabe aqui a observação de que, de acordo com o artigo 120 da Norma ANSN 3.01, os responsáveis pela resposta à emergência devem manter registros de todas as avaliações, bem como dos resultados de monitoração das equipes de intervenção (equipes de emergência), dos indivíduos do público e do meio ambiente.

#### 6.3.1 Evacuação

A evacuação é a remoção rápida e temporária de pessoas de uma área para evitar ou reduzir a exposição à radiação em um curto período de tempo. Para ser mais eficaz, a decisão sobre a evacuação deveria ser tomada antes que qualquer liberação de materiais radioativos ocorra ou logo após, como uma precaução.

A evacuação pode tanto ocorrer previamente antes de qualquer medida de campo, quanto após medidas de campo terem atingidos os NIOs específicos.

Classificada como uma ação protetora urgente, a evacuação pode ser realizada com base em NIO, usando o NIO1 para uma emergência nuclear (ver Tabela I), uma vez que os resultados da monitoração da radiação tornem-se acessíveis. Em caso de emergência radiológica, o NIO2 (ver também Tabela I) pode ser usado para iniciar a evacuação, considerando que pode ser possível recuperar a área afetada oportunamente, sem a necessidade de considerar a realocação.

Ao remover pessoas do local, longe do perigo imediato, a evacuação os protege de todas as vias de exposição à radiação ou a material radioativo. No entanto, isso resulta em pessoas que são removidas obrigatoriamente para uma acomodação temporária, o que é improvável que seja adequada por um período maior do que alguns dias.

A evacuação é uma ação protetora urgente que se espera que seja temporária. Se a evacuação não puder ser suspensa após um curto período de tempo, então ela deveria ser substituída por realocação a fim de fornecer melhores condições de vida às pessoas impactadas.

Em uma área previamente evacuada onde os resultados da monitoração da radiação indicam que as doses não excedem os critérios genéricos para realocação (ou seja, os resultados da medição não excedem o NIO2 da Tabela I), a evacuação deveria ser mantida se não houver nenhuma restrição ou houver apenas restrições limitadas (por exemplo, restrições sobre alimentos produzidos localmente ou acesso limitado a certas áreas recreativas) que continuam a ser necessárias para as pessoas que vivem normalmente na área).

A evacuação pode ser executada como medida protetora preventiva ou urgente para proteger a população ao removê-las de áreas ameaçadas ou afetadas por uma liberação radioativa ou pela presença de uma fonte de radiação de alta atividade. Ela protege os indivíduos contra todas as vias de exposição e é particularmente eficaz se realizada antes que qualquer exposição tenha ocorrido (por exemplo, antes de uma liberação radioativa).

Esta medida pode produzir benefícios secundários, tais como facilitar a execução de outras ações de resposta (por exemplo, a remoção de uma fonte perigosa ou remediação), bem como o movimento e atividades de trabalhadores de emergência nas áreas afetadas.

As providências e medidas em vigor para a evacuação segura de instalações ou grupos populacionais especiais deveriam ser confirmadas devido aos fatos abaixo relacionados:

- A evacuação é uma ação protetora que normalmente envolve uma perturbação significativa das vidas diárias dos evacuados, bem como da atividade social e econômica dentro das áreas evacuadas;
- Pode nem sempre ser prático ou seguro evacuar as pessoas, por exemplo, em locais com condições meteorológicas extremamente desfavoráveis, especialmente quando há um número substancial de pessoas que estão envolvidas;
- Além disso, nas áreas de turismo, a população adicional pode sobrecarregar os meios locais de evacuação em certos períodos do ano, se não for previamente levada em consideração no planejamento;



- A evacuação pode ser difícil ou mesmo impossível de executar para grupos específicos de pessoas que requerem cuidados ou equipamentos especiais e veículos específicos (por exemplo, pessoas que não conseguem andar, em lares de idosos ou hospitais, asilos ou prisões), a menos que providências sejam tomadas com antecedência;
- A evacuação de idosos e pacientes em terapia intensiva, por exemplo, pode resultar em lesões físicas, problemas de saúde adicionais ou óbitos, e podem não ser contrabalanceados pela redução do risco radiológico associado à evacuação.

O planejamento para a execução desta ação deveria considerar que os membros das equipes que cuidam dos pacientes ou idosos, bem como daquelas que garantem que as várias partes da infraestrutura crítica estejam em uma situação segura, deveriam ser designados como trabalhadores de emergência e devidamente protegidos, e o risco deste pessoal deveria ser considerado ao justificar e otimizar essa ação, com as doses previstas no artigo 113 e na tabela associada da Norma ANSN 3.01.

Se a situação não for controlada e comunicada de forma adequada, a ansiedade e o pânico podem gerar comportamento desordenado entre os evacuados. Também pode levar à evacuação voluntária, porém injustificada de áreas onde não é recomendado pelas autoridades. Isso destaca a necessidade de comunicação oportuna e fornecimento de informações. Além disso, se o processo for significativamente atrasado, a evacuação pode levar as pessoas a serem altamente expostas (por exemplo, durante a passagem da pluma).

Apesar das ordens de evacuação obrigatórias, algumas pessoas podem se recusar a deixar suas casas. Cuidar deste pessoal pode requerer a atenção especial das autoridades.

A evacuação é essencialmente uma ação protetora temporária (alguns dias a algumas semanas) e os evacuados deveriam ter permissão para voltar para suas casas o mais rápido possível. No entanto, dependendo das consequências da emergência, o nível de deposição, a evolução esperada da contaminação depositada ao longo do tempo e a eficácia das ações protetoras, o retorno da população pode ser retardado. Se a evacuação não puder ser mantida por qualquer motivo dentro de um período de tempo razoável (algumas semanas), a realocação deveria ser considerada a fim de fornecer à população melhores condições de vida.

### **6.3.2 Abrigagem**

A abrigagem é o uso de curto prazo de uma estrutura para proteção no caso de uma pluma suspensa no ar e / ou material radioativo depositado. A abrigagem é uma ação protetora urgente, utilizada para proporcionar proteção contra exposição externa e para reduzir a incorporação de material radioativo seja por inalação de radionuclídeos transportados pelo ar ou por ingestão inadvertida de solo contaminado ou penetração na pele. Consiste em entrar num edifício adequado (uma casa particular, uma casa ou edifício de vários andares, um centro comercial, um abrigo privado ou público), fechar portas, janelas e aberturas, desligar todos os sistemas de ventilação e ouvir as informações e outras recomendações, bem como aconselhamento das autoridades, por meio da mídia ou outros meios de comunicação.



Quando a evacuação não é segura, a abrigagem também pode ser executada com base no NIO1 da Tabela I, desde que o abrigo seja feito em grandes edifícios que proporcionem uma boa blindagem e longe de paredes e janelas.

A abrigagem é considerada aplicável durante a fase de resposta urgente, como medida de precaução ou ação protetora urgente para proteger os indivíduos em áreas ameaçadas pela passagem de uma pluma radioativa. Na maioria das situações, a abrigagem é fácil de executar e não envolve muita perturbação da vida diária das pessoas. É um processo relativamente rápido e direto, que pode ser executado em grandes áreas e para um grande número de pessoas. Se iodo radioativo estiver presente na liberação, então deveria ser avaliada a necessidade do bloqueio da tireoide com iodo de forma simultânea.

A abrigagem pode ser executada mais rapidamente do que a evacuação, requerendo menos recursos das organizações de resposta a emergências, e a execução é mais fácil, mesmo em regiões ou áreas densamente povoadas. A abrigagem também pode fornecer uma alternativa para a evacuação em casos em que a evacuação segura não é possível (por exemplo, em áreas altamente povoadas, em instalações e áreas críticas de infraestrutura, como centros de telecomunicações, fábricas de produtos químicos, hospitais ou prisões), ou sempre que as condições tornam a evacuação imediata impraticável ou perigosa devido a condições meteorológicas desfavoráveis.

O acolhimento da população pode auxiliar na execução de ações de resposta a emergências e facilitar a movimentação e as atividades dos trabalhadores de emergência dentro da área abrigada.

O abrigagem também pode ser recomendada além da fase de resposta urgente para facilitar as ações dos trabalhadores de emergência e para minimizar quaisquer doses de inalação que podem ser aumentadas por ressuspensão de material resultante dessas atividades.

Esta proteção não é totalmente eficaz na prevenção da exposição, já que ela depende dos fatores construtivos do abrigo, incluindo a eficiência da estanqueidade. Além disso, o grau de proteção diminui com: a) a duração da passagem da pluma; b) a constante de renovação do ar do abrigo e c) a progressiva contaminação da atmosfera interna. Alguns outros fatores podem influenciar no grau de proteção, podendo ser avaliado caso a caso.

Períodos prolongados de abrigagem podem causar estresse, especialmente se as famílias forem separadas ou a acomodação não estiver equipada para uso residencial. Além disso, se a abrigagem for executada simultaneamente com o bloqueio da tireoide com iodo, a duração da abrigagem pode ser limitada pelo tempo em que o iodo estável fornece proteção, de acordo com as recomendações do órgão sanitário competente. Assim, por razões práticas, esta ação não pode ser prolongada por mais do que dois dias aproximadamente.

A abrigagem no local pode não ser uma opção para grupos que não têm acesso a abrigos (por exemplo, turistas em casas móveis, caravanas, tendas ou barracas, estivadores ou marinheiros

em portos, campos de escoteiros e população em situação de rua), e eles podem precisar ser evacuados ao contrário de outros na mesma área.

Áreas com residências que fornecem proteção insuficiente contra a exposição à radiação (por exemplo, construção simples de madeira) podem não ser apropriadas ao considerá-las para abrigagem da população. A evacuação pode ser uma opção neste caso, se esta ação for justificada.

A abrigagem é uma medida de curto prazo e só pode ser usada por um curto período (não mais do que 48 horas). No caso de uma liberação prolongada (que certamente vai durar mais de dois dias), a evacuação de pessoas abrigadas entre duas liberações, ou durante períodos de liberação reduzida, pode precisar ser considerada e vir a ser executada, se justificada.

A abrigagem prolongada exige a identificação daqueles com necessidades de suporte específicas, tais como os mais jovens, os idosos ou enfermos e deficientes, e podem requerer administração adicional de iodo estável caso haja radioiodo na liberação, de acordo com as recomendações do órgão sanitário competente. O suporte ao acesso a itens essenciais e remédios deveria ser fornecido para aqueles que estão abrigados.

### **6.3.3 Bloqueio da tireoide com iodo**

O bloqueio da tireoide com iodo (BTI) é a administração de um composto de iodo estável (geralmente iodeto de potássio) para prevenir ou reduzir a absorção de isótopos radioativos de iodo pela tireoide em uma emergência nuclear ou radiológica envolvendo iodo radioativo. O bloqueio da tireoide com iodo é uma ação protetora urgente. O iodo estável é geralmente administrado como uma única dose considerada suficiente para proteger a tireoide por 24 horas.

O BTI pode ser realizado em uma emergência nuclear ou radiológica usando os resultados da monitoração da radiação, uma vez disponíveis, considerando os valores do NIO3 da Tabela I, no caso em que alimentos essenciais contaminados com radionuclídeo não possam ser restringidos por qualquer motivo.

Em caso de dificuldades para fornecer substitutos para produtos locais essenciais ou suprimentos de leite, o consumo pode ser autorizado em conjunto com a administração de BTI (e possivelmente em conjunto com outros agentes) para proteger contra a ingestão de radioiodo de tais alimentos quando os resultados da monitoração da radiação mostram que os valores do NIO6 da Tabela I para radioiodo são excedidos.

O BTI pode ser executado também em uma emergência nuclear ou radiológica quando os valores do NIO4 da Tabela I são excedidos, dependendo do intervalo de tempo durante o qual a monitoração da radiação na pele é realizada e de acordo com as recomendações do órgão sanitário competente sobre o momento apropriado para a administração de iodo estável a fim de garantir proteção eficaz da tireoide.

O BTI é uma ação protetora que é considerada aplicável principalmente durante a fase de resposta urgente. É uma ação protetora urgente para proteger a população em áreas ameaçadas

por uma liberação de iodo radioativo. É mais eficaz se administrado dentro de um prazo de seis horas antes até algumas horas após o início da exposição. A administração mais tardia após o início da exposição pode ainda alcançar uma economia substancial de dose no caso de liberações prolongadas ou repetidas. Entretanto, a decisão final quanto ao modo de administração cabe ao órgão sanitário competente.

Durante a fase de resposta inicial, o BTI pode ser executado nos casos em que o consumo de alimentos essenciais contaminados com radioiodo não possa ser restringido. A administração do BTI deveria ser executada apenas temporariamente enquanto: a) o alimento essencial não é substituído; ou b) a realocação é preparada, conforme apropriado.

O BTI é uma ação protetora de custo relativamente baixo, rápida e direta de executar em grandes áreas e para um grande número de pessoas, onde comprimidos de iodo estável podem estar pré distribuídos e estejam disponíveis em locais determinados pelo poder público. Os efeitos colaterais são geralmente raros e benignos. Mulheres grávidas e amamentando, bebês e as crianças constituem o grupo alvo prioritário devido à sua sensibilidade ao desenvolvimento de câncer da tireoide após a exposição ao radioiodo.

Cabe ao órgão sanitário fornecer diretrizes para a execução do BTI que podem ser consideradas ao planejar e responder a uma emergência nuclear ou radiológica com liberação de radioiodo.

O BTI só é eficaz contra a ingestão de radioiodo e não fornece nenhuma proteção contra exposição externa de qualquer tipo ou ingestão de outros radionuclídeos. Se os comprimidos forem pré-distribuídos à população, a distribuição pode não ter atingido todas as famílias ou lares ou os comprimidos podem ter sido perdidos ou jogados fora. Pode, portanto, haver alguma incerteza sobre se todos têm acesso a eles no tempo devido, de modo que alguma forma de distribuição na emergência é provavelmente inevitável. Recomenda-se que o órgão sanitário competente monitore continuamente a efetividade da distribuição de iodo estável.

A eficiência é reduzida se o iodo estável for ingerido muito cedo, por exemplo, em antecipação a uma liberação que então ocorre mais tarde do que o esperado. Um mecanismo confiável precisa estar em vigor para fornecer conselhos na execução do BTI, no momento apropriado, para a população de interesse, ouvindo o órgão sanitário competente

Essas limitações ditam o intervalo de tempo que está disponível para a tomada de decisão de executar o BTI efetivamente. Ou seja, a decisão deveria ser tomada antes da liberação significativa de iodo radioativo ocorrer para ser mais eficaz. Isso significa que pode ser executado como uma ação protetora preventiva em certas circunstâncias, dependendo da avaliação do perigo.

#### **6.3.4 Restrições de alimentos, leite e água potável**

As restrições de alimentos, leite e água potável estão relacionadas às ações executadas para proteger a cadeia alimentar e sistemas de abastecimento de água (por exemplo, leite de animais pastando ou água potável usando fontes como a água da chuva) de ficarem contaminados em

uma emergência nuclear ou radiológica, bem como as ações executadas para proteger os indivíduos da ingestão de alimentos, leite e água potável que estejam potencialmente ou realmente contaminados (como vegetais produzidos localmente) na emergência, ao prevenir ou reduzir a exposição.

As restrições de alimentos, leite e água potável deveriam ser iniciadas assim que possível na Fase de Resposta Urgente. Essas restrições podem permanecer em vigor durante um longo prazo (mesmo no âmbito de uma situação de exposição existente). Em caso de falta de alimento essencial, considere outras ações protetoras, como realocar pessoas dessas áreas.

Para serem mais eficazes, visando proteger a cadeia alimentar e os sistemas de abastecimento de água de possível contaminação, em uma emergência nuclear ou radiológica, as decisões deveriam ser tomadas com base nas condições prevalecentes na instalação (ou seja, classes de emergência apropriadas). Além disso, restrições de precaução sobre alimentos, leite e água potável (por exemplo, vegetais cultivados localmente, leite de animais de pastagem, água potável de fontes abertas) podem precisar ser consideradas além daquelas tomadas com base em classes de emergência, antes que a amostragem e a análise possam ser realizadas, e com base em resultados simples de monitoração da radiação usando o NIO3 da Tabela I.

Uma vez que a amostragem e a análise são realizadas, dependendo da estratégia (incluindo fatores como áreas impactadas e recursos disponíveis para permitir a proteção eficaz do público contra a exposição via ingestão), os NIOs deveriam ser usados para identificar onde e para quais alimentos as restrições são justificadas a fim de permanecerem em vigor ou serem suspensas.

Em alguns casos, por exemplo, dispersão intencional de material radioativo causando contaminação de alimentos ou contaminação de abastecimento de água potável, os NIOs (incluindo NIO3) deveriam ser usados para avaliar a segurança, do ponto de vista de proteção radiológica, dos alimentos, leite e água potável para consumo.

No caso de recursos limitados estarem disponíveis, os seguintes NIOs podem ser usados como critérios de triagem antes que uma análise detalhada possa ser realizada:

- NIO5 da Tabela I para qualquer emergência nuclear ou radiológica; e,
- NIO7 da Tabela I para radioisótopos marcadores em uma emergência nuclear de um reator a água leve.

Em qualquer emergência nuclear ou radiológica, os resultados da análise detalhada deveriam ser comparados com o NIO6 da Tabela I, com o intuito de julgar a segurança dos alimentos, leite e água potável para consumo.

As restrições sobre alimentos, leite e água potável que são impostas como precaução na fase de resposta de emergência com base em estimativas (por exemplo, com base na classe de emergência ou NIO3 da Tabela I e posteriormente ajustadas com base no NIO5 e no NIO6, ou no NIO7, da Tabela I) são caracterizadas em detalhes na fase de transição. O objetivo é identificar áreas de produção de alimentos e alimentos que deveriam permanecer com restrição ao longo

prazo e para identificar as restrições que podem ser suspensas. Os valores do NIO6 da Tabela I para restrições de alimentos, leite e água potável, derivados com base na amostragem e análise deveriam ser usados ao considerar a necessidade de adaptar ou suspender esta ação protetora.

### **6.3.5 Realocação**

A realocação é uma ação protetora inicial e se caracteriza pela remoção não urgente ou exclusão prolongada de pessoas de uma área para evitar exposição de longo prazo ao material radioativo depositado. Esta ação pode ser aplicada em substituição à evacuação.

A realocação é considerada realocação permanente se o retorno não for previsível; caso contrário, é uma realocação temporária. A realocação é usada para prevenir ou reduzir significativamente exposições por todas as vias de exposição (notavelmente exposição externa, inalação de material ressuspenso e ingestão inadvertida) de material radioativo depositado no solo e outras superfícies, incluindo contaminação de interiores. A realocação pode durar semanas ou meses (realocação temporária) ou indefinidamente (realocação permanente).

As decisões sobre realocação temporária ou permanente geralmente ocorrem durante o início da fase de resposta inicial, muitas vezes reforçada pela necessidade de suspensão da abrigagem ou evacuação, com base nos resultados da monitoração da radiação ambiental. Essas decisões também podem surgir durante a fase de transição, seguindo um mapeamento mais abrangente da radioatividade depositada e identificação de áreas de maior deposição (“pontos quentes”).

Para ser eficaz, a realocação como ação protetora inicial deveria ser executada dentro de alguns dias até algumas semanas após a declaração de emergência geral. Isso permite a realização de monitoração da radiação em áreas onde a maior deposição é esperada (por exemplo, com base em dados de modelagem levando em consideração as condições climáticas reais) e a decisão a ser tomada com base nos resultados obtidos.

A realocação deveria ser executada com base no NIO2 da Tabela I, para uma emergência nuclear ou radiológica, desde que os resultados da monitoração da radiação estejam disponíveis.

Em uma área previamente evacuada onde os resultados da monitoração da radiação indicam que as doses podem exceder os critérios genéricos para realocação (ou seja, se os resultados da medição excederem o NIO2 da Tabela I), a evacuação deveria ser substituída por realocação para fornecer melhores condições de vida para os evacuados.

### **6.3.6 Restrições a produtos não alimentares**

As restrições aos produtos não alimentares estão relacionadas às ações executadas para proteger os produtos não alimentares de ficarem contaminados em uma emergência nuclear ou radiológica, bem como às ações executadas para proteger os indivíduos do uso de produtos não alimentares que estão potencialmente ou de fato contaminados na emergência. O termo produtos não alimentares é amplo, e abrange os veículos, as cargas, os diversos itens de uso (como pratos, brinquedos ou cutelaria) e qualquer item destinado ao uso público que não seja um alimento, mas que possa ser contaminado em uma emergência.

O objetivo final de executar esta ação é prevenir ou reduzir a exposição externa e interna (por ingestão inadvertida principalmente) devido ao uso de produtos não alimentares potencialmente ou de fato contaminados. Restrições de produtos não alimentares deveriam ser iniciadas na fase de resposta urgente, por precaução. Essas restrições podem ser adaptadas durante a fase de resposta inicial ou na fase de transição, tão logo os resultados da monitoração da radiação estejam disponíveis.

#### **6.3.7 Controle da contaminação (pessoas, veículos, equipamentos e outros itens)**

O controle de contaminação está relacionado a várias ações e medidas tomadas para prevenir a propagação da contaminação de uma área afetada em uma emergência nuclear ou radiológica. Essas incluem medidas tomadas para garantir que haja controle sobre o que entra e o que sai da área afetada (controle de acesso), monitoração da potencial contaminação de pessoas, veículos, equipamentos e outros itens que saem da área afetada e sua descontaminação, quando for o caso.

Como as medidas e ações para garantir o controle da contaminação estão associadas às decisões para executar abrigagem, evacuação e realocação, os critérios operacionais para executar essas ações (classes de emergência, mais NIO1 e NIO2 da Tabela I) deveriam ser usados como critérios operacionais para desencadear a necessidade de monitoramento da contaminação e de controle de acesso.

A decisão de executar a descontaminação de pessoas deveria ser baseada no NIO4 da tabela I. Quando o NIO4 não é ultrapassado, a recomendação para trocar de roupa, lavá-la e tomar banho em casa é suficiente.

Em caso de emergência envolvendo a liberação de radioiodo, a monitoração da contaminação de pessoas deveria considerar a monitoração da tireoide. Esta monitoração visa identificar indivíduos cuja ingestão de radioiodo é tal que o NIO8 da Tabela I é excedido. Nesses casos, os indivíduos deveriam ser registrados e os resultados da medição anotados, para que a dose possa ser estimada de modo a identificar a necessidade de submeter o indivíduo a exames médicos adicionais e acompanhamento.

As condições para executar esta ação deveriam levar em conta a radiação de fundo e utilizar monitores e técnicas adequados. Também é essencial que deveria ser medido depois que a pessoa foi descontaminada e as roupas contaminadas foram removidas. Adicionalmente, deveria se ter em mente que a monitoração da tireoide não justifica atrasar ou interferir em outras ações protetoras urgentes.

A decisão de restringir o uso de veículos, equipamentos e outros itens e de realizar a descontaminação dos mesmos, se necessário, deveria ser avaliada com base nos critérios genéricos estabelecidos para os NIOs acima citados. Os critérios genéricos para veículos, equipamentos e outros itens se encontram na Tabela I-II(c) da Norma ANSN 3.01.

O controle de acesso envolve estabelecer barreiras para uma área afetada e mantê-las para garantir que pessoas e veículos, incluindo itens relacionados, não entrem ou saiam da área, a

menos que sejam autorizados a fazê-lo, e, no caso de saída, que eles sejam monitorados e, quando necessário, descontaminados. Esses controles não apenas ajudam a prevenir que a contaminação se espalhe para fora das áreas restritas, mas também ajudam a garantir o controle sistemático de exposições e doses recebidas por pessoas que estão passando o tempo em área restrita (como trabalhadores da remediação das áreas e fazendeiros cuidando dos cultivos que foram interrompidos em função de uma evacuação).

O controle de contaminação deveria ser executado no início da fase de resposta urgente e mantido principalmente durante a fase de resposta de emergência. Alguns aspectos do controle de contaminação deveriam ser mantidos por um período mais longo durante a fase de transição, bem como após o término da emergência, por exemplo, para trabalhadores e auxiliares envolvidos em atividades de remediação de áreas com acesso restrito e para pessoas devidamente autorizadas que retornam às áreas restritas.

O controle de acesso deveria ser executado, uma vez que as áreas foram evacuadas / pessoas realocadas e mantidas até o retorno ou o acesso livre ser autorizado. O controle de acesso a áreas altamente contaminadas provavelmente será mantido na situação de exposição existente, por exemplo, para os trabalhadores envolvidos nas obras de remediação.

A descontaminação é a remoção completa ou parcial da contaminação por um deliberado processo físico, químico ou biológico. Inclui uma ampla gama de processos para remoção da contaminação externa de pessoas, equipamentos e edifícios, bem como também para a remoção de radionuclídeos de dentro do corpo humano, ou a remoção de radionuclídeos por processos de intemperismo ou migração. Este último não é formalmente considerado descontaminação. Os processos de descontaminação de pessoas podem variar de simplesmente trocar de roupa, lavar a área afetada ou tomar banho, até a descontaminação assistida, realizada por pessoal treinado em instalações especiais, possivelmente sob a supervisão médica.

O controle de acesso, monitoração da radiação e descontaminação, quando necessários, também podem desempenhar um papel fundamental na garantia da segurança do público, especialmente para aqueles reassentados, bem como para as pessoas que as recebam em suas regiões.

### **6.3.8 Prevenção de ingestão inadvertida**

A prevenção da ingestão inadvertida está relacionada à recomendação de não beber, comer ou fumar, e manter as mãos longe da boca até que estas sejam lavadas, bem como não brincar no chão ou realizar outras atividades que possam resultar na criação de poeira que possa ser ingerida ou inalada.

Embora seja uma ação simples seguindo as regras gerais de higiene, a recomendação visa reduzir a ingestão e inalação de material radioativo liberado ou ressuspenso. A prevenção de ingestão inadvertida pode ser recomendada durante a fase de resposta de emergência (para pessoas abrigadas, em evacuação, ou preparando-se para realocação, ou trabalhadores de emergência nas áreas afetadas), bem como durante a fase de transição (por exemplo, para pessoas retornando a uma área com restrições limitadas ainda em vigor, bem como trabalhadores de



emergência que estão realizando algumas tarefas dentro das áreas afetadas). A recomendação pode estender-se a um prazo mais longo, como, por exemplo, em áreas delineadas para as quais o acesso foi concedido a pessoas devidamente autorizadas, bem como a trabalhadores envolvidos em obras de remediação.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este Guia Regulatório não pretende estabelecer critérios para o preparo das ações de resposta à emergência, mas tão somente para o momento de tomar as decisões sobre as ações protetoras durante o evento. As decisões específicas quanto ao dimensionamento das zonas de planejamento (ZAP, ZPU, DPE e DPIC), incluindo dimensionamento de pessoal, insumos e equipamentos envolvidos são questões a ser abordadas em outro Guia Regulatório, pois neste Guia em particular tratamos apenas dos critérios para as tomadas de decisões sobre as ações protetoras dentro das referidas zonas.

Toda Ação de Resposta a uma Situação de Emergência será, no máximo, tão boa quanto o seu preparo a ela. Visando uma melhor resposta é necessário haver um treinamento contínuo de sua política por todos os atores envolvidos. O frequente exercício dos planos de emergência é essencial para garantir a prontidão do sistema de proteção radiológica e para preencher efetivamente suas funções. A alocação de recursos (humanos ou não) deveria ser ajustada de acordo com as lições aprendidas nestes exercícios. Os critérios básicos para a elaboração, manutenção e retroalimentação das informações obtidas nestes exercícios serão abordados em outro Guia Regulatório.



**TABELA I - VALORES DE NÍVEIS DE INTERVENÇÃO OPERACIONAIS (NIOs)**

NIO	VALORES DE NIO	CRITÉRIO GENÉRICO BASE	TIPO DE MONITORAÇÃO	AÇÕES <sup>(h)(u)</sup> SE O NIO É EXCEDIDO <sup>(*)</sup> (**)
NIO1 <sub>γ</sub>	1 mSv/h	(Ações Urgentes, E. dose efetiva total <sup>(i) (j) (k)</sup> nos primeiros 7 dias) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma ANSN 3.01  (Ações Urgentes, H <sub>feto.</sub> dose equivalente total <sup>(l)</sup> nos primeiros 7 dias) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma ANSN 3.01	MONITORAÇÃO DO SOLO  Taxa equivalente de dose ambiente a 1 m acima do nível do solo em um povoado ou área frequentada ou em uma área usada para agricultura ou pastagem, de forma ideal com pouca ou nenhuma vegetação e longe de estradas, árvores e edifícios.	<b><u>No primeiro dia:</u></b>  Instrua o público; evacuação com segurança (somente se isso não colocar em risco aqueles que estão sendo evacuados; por exemplo, pacientes em hospitais ou lares de idosos não precisam ser evacuados imediatamente se isto irá colocá-los em risco), se possível, em combinação com o bloqueio da tireoide com iodo <sup>(t)</sup> (apenas se não retardar a evacuação). Se a evacuação imediata não for possível ou segura (por exemplo, para instalações especiais ou devido à neve, inundações ou falta de transporte), instrua o público a se abrigar preferencialmente em grandes edifícios em combinação com o bloqueio da tireoide com iodo <sup>(t)</sup> , até que uma evacuação segura seja possível. Uma vez evacuado, fornecer registro, monitoração de
NIO1 <sub>α,β</sub> (somente para instalações categorias II e III do anexo J da Norma	2000 cps para beta (β) direta 50 cps para alfa (α) direta	(Ações Urgentes, E. dose efetiva total <sup>(i) (j) (k)</sup> nos primeiros 7 dias) = 0,1 Sv, conforme tabela II(a)  (Ações Urgentes, H <sub>feto.</sub> dose equivalente total <sup>(l)</sup> nos primeiros 7 dias) = 0,1 Sv, conforme tabela I-	MEDIÇÃO DE CONTAMINAÇÃO DE SUPERFÍCIE OU SOLO  Taxa de contagem alfa a 0,5 cm do solo ou da superfície	

NIO	VALORES DE NIO	CRITÉRIO GENÉRICO BASE	TIPO DE MONITORAÇÃO	AÇÕES <sup>(h)(u)</sup> SE O NIO É EXCEDIDO <sup>(*)(**)</sup>
ANSN 3.01)		II(a) do Anexo I da Norma ANSN 3.01	Taxa de contagem beta a 10 cm do solo ou superfície	<p>pele e tireoide (usando NIO<sub>4γ</sub> e NIO<sub>8γ</sub>), Descontaminação e triagem médica para os evacuados. Instrua-os a tomar banho e trocar de roupas, se isso puder ser feito com segurança (por exemplo, não troque de roupa ou tome banho em temperaturas frias). A monitoração da tireoide e pele não é essencial e não justifica o adiamento de outras ações de resposta urgente. Execute também as ações de resposta indicadas para NIO<sub>3γ</sub>.</p> <p><b><u>Algumas semanas após o início da exposição:</u></b></p> <p>Estime a dose de todas as vias de exposição para aqueles que estavam na área para determinar se o acompanhamento médico é garantido.</p>

NIO	VALORES DE NIO	CRITÉRIO GENÉRICO BASE	TIPO DE MONITORAÇÃO	AÇÕES <sup>(h)(u)</sup> SE O NIO É EXCEDIDO <sup>(*)</sup> (**)
NIO2 <sub>γ</sub>	100 μSv/h ou 0,1 mSv/h (nos primeiros 10 dias após o desligamento <sup>(a)</sup> do reator) (pluma ou deposição)	(Ações Iniciais, E. dose efetiva total <sup>(i) (j) (k)</sup> em 1 ano) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma ANSN 3.01	MONITORAÇÃO DO SOLO  Taxa equivalente de dose ambiente a 1 m acima do nível do solo em um povoado ou área frequentada ou em uma área usada para agricultura ou pastagem, de forma ideal com pouca ou nenhuma vegetação e longe de estradas, árvores e edifícios.	<b><u>Algumas semanas após o início da exposição:</u></b>  Cadastre aqueles que vivem na área. Realoque com segurança aqueles que vivem na área (ou seja, não coloque em risco aqueles que estão sendo realocados). Priorizar aqueles nas áreas de maior exposição potencial, garantindo que aqueles que estão nas áreas que se aproximam de NIO1 <sub>γ</sub> serão realocados pelo menos nos primeiros dias e aqueles nas áreas que se aproximam de NIO2 <sub>γ</sub> serão realocados pelo menos no primeiro mês. Estime a dose de todas as vias de exposição para aqueles que viviam nas áreas para determinar se o acompanhamento médico é garantido. Execute também as ações de resposta indicadas para NIO3 <sub>γ</sub> .
	25 μSv/h (depois de 10 dias após o desligamento <sup>(a)</sup> do reator ou para combustível irradiado)	(Ações Iniciais, H <sub>feto.</sub> dose equivalente total <sup>(l)</sup> no período total de desenvolvimento no útero) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma ANSN 3.01		
NIO2 <sub>α,β</sub> (somente para instalações)	200 cps para beta (β) direta 10 cps para alfa (α) direta	(Ações Iniciais, E. dose efetiva total <sup>(i) (j) (k)</sup> em 1 ano) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I	MEDIÇÃO DE CONTAMINAÇÃO DE SUPERFÍCIE OU SOLO	<b><u>Algumas semanas após o início da exposição:</u></b>  Cadastre aqueles que vivem na área. Realoque com segurança aqueles que

NIO	VALORES DE NIO	CRITÉRIO GENÉRICO BASE	TIPO DE MONITORAÇÃO	AÇÕES <sup>(h)(u)</sup> SE O NIO É EXCEDIDO <sup>(*)(**)</sup>
categorias II e III do anexo J da Norma ANSN 3.01)		da Norma ANSN 3.01 (Ações Iniciais, $H_{\text{feto}}$ , dose equivalente total <sup>(l)</sup> no período total de desenvolvimento no útero) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma ANSN 3.01	Taxa de contagem alfa a 0,5 cm do solo ou da superfície  Taxa de contagem beta a 10 cm do solo ou superfície	vivem na área (ou seja, não coloque em risco aqueles que estão sendo realocados). Priorizar aqueles nas áreas de maior exposição potencial, garantindo que aqueles que estão nas áreas que se aproximam de NIO1 <sub>γ</sub> serão realocados pelo menos nos primeiros dias e aqueles nas áreas que se aproximam de NIO2 <sub>γ</sub> serão realocados pelo menos no primeiro mês. Estime a dose de todas as vias de exposição para aqueles que viviam nas áreas para determinar se o acompanhamento médico é garantido. Execute também as ações de resposta indicadas para NIO3 <sub>γ</sub>
NIO3 <sub>γ</sub> <sup>(b)</sup>	1 μSv/h acima da radiação de fundo	(Ingestão, $e_{\text{ingestão}}$ , dose efetiva comprometida <sup>(m)</sup> <sup>(n)</sup> em 1 ano) = 0,01 Sv, conforme tabela I-II(b) do Anexo I da Norma ANSN 3.01  (Ingestão, $h_{\text{feto}}$ , $h_{\text{ingestão}}$ , dose equivalente total no período total de	MONITORAÇÃO DO SOLO  Taxa equivalente de dose ambiente a 1 m acima do nível do solo em um povoado ou área frequentada ou em uma área usada para agricultura ou pastagem,	<b><u>Algumas semanas após o início da exposição:</u></b>  Estime a dose de todas as vias de exposição para aqueles que podem ter consumido produtos locais, produtos cultivados na natureza, leite de animais de pasto, coleta direta da água da chuva e animais locais da área onde as restrições foram

NIO	VALORES DE NIO	CRITÉRIO GENÉRICO BASE	TIPO DE MONITORAÇÃO	AÇÕES <sup>(h)(u)</sup> SE O NIO É EXCEDIDO <sup>(*)(**)</sup>
		desenvolvimento no útero) = 0,01 Sv, conforme tabela I-II(b) do Anexo I da Norma ANSN 3.01	de forma ideal com pouca ou nenhuma vegetação e longe de estradas, árvores e edifícios.	executadas para determinar se o acompanhamento médico é garantido.
NIO3 <sub>α,β</sub> (somente para instalações categorias II e III do anexo J da Norma ANSN 3.01)	20 cps para beta (β) direta 2 cps para alfa (α) direta	(Ingestão, e <sub>ingestão</sub> , dose efetiva comprometida <sup>(m)</sup> <sup>(n)</sup> em 1 ano) = 0,01 Sv, conforme tabela I-II(b) do Anexo I da Norma ANSN 3.01  (Ingestão, h <sub>feto</sub> , ingestão, dose equivalente total no período total de desenvolvimento no útero) = 0,01 Sv, conforme tabela I-II(b) do Anexo I da Norma ANSN 3.01	MEDIÇÃO DE CONTAMINAÇÃO DE SUPERFÍCIE OU SOLO  Taxa de contagem alfa a 0,5 cm do solo ou da superfície  Taxa de contagem beta a 10 cm do solo ou superfície	
NIO4 <sub>γ</sub> <sup>(c)</sup>	1 μSv/h	(Dose Aguda, DA <sub>pele</sub> - externa <sup>(i)</sup> , <10h) = 10 Gy, conforme tabela I-I do Anexo I da Norma ANSN 3.01	MONITORAÇÃO DA PELE  Taxa equivalente de dose ambiente a 10 cm	<b><u>Para aqueles que estão sendo monitorados, nas primeiras horas após o início da exposição (antes da monitoração ser executada):</u></b>

NIO	VALORES DE NIO	CRITÉRIO GENÉRICO BASE	TIPO DE MONITORAÇÃO	AÇÕES <sup>(h)(u)</sup> SE O NIO É EXCEDIDO <sup>(*)(**)</sup>
		<p>(Ações Urgentes, E. dose efetiva total <sup>(i) (j) (k)</sup> nos primeiros 7 dias) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma ANSN 3.01</p> <p>(Ações Urgentes, H<sub>feto</sub>. dose equivalente total <sup>(l)</sup> nos primeiros 7 dias) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma ANSN 3.01</p>	da pele nua da mão e do rosto	<p>A principal preocupação do material radioativo na pele é a ingestão inadvertida do material. Assim, uma pessoa pode ser protegida tomando medidas simples e sem interrupções como: (a) lavar as mãos antes de beber, comer, fumar ou tocar o rosto; (b) não deixar as crianças brincarem no chão; e (c) evitar atividades que resultem na criação de poeira que possa ser ingerida ou inalada.</p> <p>Instrua para trocar de roupa, lavá-la e tomar banho o mais rápido possível, se isso puder ser feito com segurança.</p> <p>Tranquilize aqueles que tratam e/ou transportam indivíduos contaminados no sentido de que eles podem fazer isso com segurança se eles usarem precauções universais contra infecções (ou seja, luvas, máscaras etc.).</p> <p><b><u>Nos primeiros dias após o início da exposição:</u></b></p>
NIO4 <sub>β</sub> <sup>(c)</sup>	1.000 cps <sup>(d)</sup>	<p>(Dose Aguda, DA<sub>pele-externa</sub> <sup>(i)</sup>, &lt;10h) = 10 Gy, conforme tabela I-I do Anexo I da Norma ANSN 3.01</p> <p>(Ações Urgentes, E. dose efetiva total <sup>(i) (j) (k)</sup> nos primeiros 7 dias) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma ANSN 3.01</p>	<p>MONITORAÇÃO DA PELE</p> <p>Taxa de contagem beta a 2 cm da pele nua da mão e do rosto (O uso de NIO4<sub>γ</sub> é preferível em relação a NIO4<sub>β</sub> em reatores de potência)</p>	

NIO	VALORES DE NIO	CRITÉRIO GENÉRICO BASE	TIPO DE MONITORAÇÃO	AÇÕES <sup>(h)(u)</sup> SE O NIO É EXCEDIDO <sup>(*)</sup> (**)
		(Ações Urgentes, $H_{\text{feto}}$ . dose equivalente total <sup>(l)</sup> nos primeiros 7 dias) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma ANSN 3.01		Registre todos aqueles que estão sendo monitorados e registre o resultado da monitoração (se possível). Forneça descontaminação adicional (além das medidas simples de descontaminação para aqueles que devem ser monitorados) por meios considerados adequados e seguros. Monitore a tireoide usando $\text{NIO}_{8\gamma}$ . Forneça exames médicos. Instrua para tomar agentes bloqueadores de iodo da tireoide (se ainda não tiver sido tomados e apenas durante os primeiros dias após o desligamento do reator) para reduzir a absorção de radioiodo. Existe a necessidade de orientação do órgão sanitário competente a ser seguida a este respeito.
$\text{NIO}_{4\alpha}$ (somente para instalações categorias II e III do anexo J da Norma ANSN 3.01)	50 cps para alfa ( $\alpha$ ) direta	<p>(Dose Aguda, <math>\text{DA}_{\text{pele-externa}}^{(i)}</math>, &lt;10h) = 10 Gy, conforme tabela I-I do Anexo I da Norma ANSN 3.01</p> <p>(Ações Urgentes, E. dose efetiva total <sup>(i) (j) (k)</sup> nos primeiros 7 dias) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma ANSN 3.01</p> <p>(Ações Urgentes, <math>H_{\text{feto}}</math>. Dose equivalente total <sup>(l)</sup> nos primeiros 7 dias) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma ANSN 3.01</p>	<p>MONITORAÇÃO DA PELE</p> <p>Taxa de contagem alfa a 0,5 cm da pele nua da mão e do rosto</p>	<p>Forneça exames médicos. Instrua para tomar agentes bloqueadores de iodo da tireoide (se ainda não tiver sido tomados e apenas durante os primeiros dias após o desligamento do reator) para reduzir a absorção de radioiodo. Existe a necessidade de orientação do órgão sanitário competente a ser seguida a este respeito.</p> <p><b><u>Algumas semanas após o início da exposição:</u></b></p> <p>Estime a dose de todas as vias de exposição para aqueles que excedem <math>\text{NIO}_{4\gamma}</math> para determinar se o acompanhamento médico é</p>

NIO	VALORES DE NIO	CRITÉRIO GENÉRICO BASE	TIPO DE MONITORAÇÃO	AÇÕES <sup>(h)(u)</sup> SE O NIO É EXCEDIDO <sup>(*)</sup> (**)
				garantido. Se NIO <sub>4γ</sub> ou NIO <sub>4β</sub> não for excedido, verifique NIO <sub>8γ</sub> .
NIO7 <sup>(p)</sup> (válido somente para instalações categoria I do Anexo J da Norma ANSN 3.01)	<p><b><u>Para alimentos em geral <sup>(q)</sup>:</u></b></p> <p>1 kBq/kg de I-131 e 0,2 kBq/kg de Cs-137</p> <p><b><u>Para água e leite <sup>(q)</sup>:</u></b></p> <p>0,1 kBq/kg de I-131 e 0,3 kBq/kg de Cs-137</p>	<p>(Ingestão, <math>c_{\text{ingestão}}</math>, dose efetiva comprometida<sup>(m) (n)</sup> em 1 ano) = 0,01 Sv, conforme tabela I-II(b) <sup>(q)</sup> do Anexo I da Norma ANSN 3.01</p> <p>(Ingestão, <math>h_{\text{feto, ingestão}}</math>, dose equivalente comprometida total <sup>(m) (n)</sup> no período total de</p>	<p>MONITORAÇÃO DE AMOSTRAS DE ALIMENTOS, LEITE E ÁGUA</p> <p>Concentração de atividade de I-131 <sup>(f)</sup> e Cs-137 <sup>(f)</sup> em amostras de alimentos, leite e água potável (kBq/kg).</p>	<p><b><u>Poucos dias após a obtenção dos resultados:</u></b></p> <p>Instrua o público a interromper o consumo, distribuição e venda dos alimentos afetados, leite ou água potável (somente se puder ser executado com segurança). Se a restrição alimentar, leite ou água potável atingir produtos essenciais, substitua estes itens.</p>



NIO	VALORES DE NIO	CRITÉRIO GENÉRICO BASE	TIPO DE MONITORAÇÃO	AÇÕES <sup>(h)(u)</sup> SE O NIO É EXCEDIDO <sup>(*)</sup> (**)
	<p><b><u>Para alimentos em geral <sup>(q)</sup>:</u></b></p> <p>10 kBq/m<sup>2</sup> I-131 e 2 kBq/m<sup>2</sup> Cs-137</p> <p><b><u>Para leite <sup>(q)</sup>:</u></b></p> <p>2 kBq/m<sup>2</sup> I-131 e 10 kBq/m<sup>2</sup> Cs-137</p>	desenvolvimento no útero) = 0,01 Sv, conforme tabela I-II(b) <sup>(q)</sup> do Anexo I da Norma ANSN 3.01	Concentração de atividade de I-131 <sup>(f)</sup> e Cs-137 <sup>(f)</sup> no solo em kBq/m <sup>2</sup> na área usada para agricultura ou pastagem.	<p><b><u>Algumas semanas após a obtenção dos resultados:</u></b></p> <p>Estime a dose de todas as vias de exposição para aqueles que podem ter consumido alimentos, leite ou água potável com concentrações de atividade maiores que NIO7 para determinar se o acompanhamento médico é garantido.</p>
NIO8 <sub>γ</sub> (válido somente para plantas categoria I do Anexo J da Norma ANSN 3.01)	0,5 μSv/h acima da radiação de fundo	(Ações Urgentes, h <sub>tireoide</sub> , dose equivalente comprometida <sup>(m)</sup> <sup>(n)</sup> <sup>(o)</sup> ) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma ANSN 3.01	<p>MONITORAÇÃO DA TIREOIDE</p> <p>Taxa equivalente de dose ambiente em frente da tireoide em contato com a pele;</p> <p>Medida na primeira semana após a ingestão de radioiodo;</p>	<p><b>Ter em mente que a monitoração da tireoide não justifica atrasar ou interferir em outras ações protetoras urgentes.</b></p> <p><b><u>Imediatamente após a monitoração:</u></b></p> <p>Cadastre todos os monitorados e registre o resultado da monitoração. Instrua para tomar agentes bloqueadores de iodo da tireoide para reduzir a absorção adicional de</p>

NIO	VALORES DE NIO	CRITÉRIO GENÉRICO BASE	TIPO DE MONITORAÇÃO	AÇÕES <sup>(h)(u)</sup> SE O NIO É EXCEDIDO <sup>(*)(**)</sup>
			<p>Realizado em área com radiação de fundo inferior a 0,25 <math>\mu\text{Sv} / \text{h}</math>;</p> <p>Medido depois que a pessoa foi descontaminada e as roupas contaminadas foram removidas; e</p> <p>Medido com um instrumento com uma área de janela efetiva <math>\leq 15 \text{ cm}^2</math> e uma resposta de <math>\geq 0,1 \mu\text{Sv} / \text{h}</math> (taxa equivalente de dose ambiente na frente da tireoide em contato com a pele) por kBq de atividade de I-131 na tireoide.</p>	<p>radioiodo (se não já foram tomados e apenas nos primeiros dias após o desligamento do reator). Existe necessidade de orientação do órgão sanitário competente a ser seguida a este respeito. Forneça exames médicos.</p> <p><b><u>Algumas semanas após o início da exposição:</u></b></p> <p>Estime a dose de todas as vias de exposições para aqueles que excedem <math>\text{NIO}8_\gamma</math> para determinar se um acompanhamento médico é garantido e se <math>\text{NIO}8_\gamma</math> não for excedido, registre todos os monitorados e registre o resultado da monitoração (se possível); nenhuma ação adicional é necessária.</p>
<p>NIO5</p> <p>(não é válido para plantas categoria III do Anexo J</p>	<p>Beta total (<math>\beta</math>): 100 Bq/kg</p> <p>ou</p> <p>Alfa total (<math>\alpha</math>): 5 Bq/kg</p>		<p>MONITORAÇÃO DE AMOSTRAS DE ALIMENTOS, LEITE E ÁGUA</p>	<p>Igual ou Acima do NIO5: avalie usando NIO6</p>

NIO	VALORES DE NIO		CRITÉRIO GENÉRICO BASE	TIPO DE MONITORAÇÃO	AÇÕES <sup>(h)(u)</sup> SE O NIO É EXCEDIDO <sup>(*)(**)</sup>
da Norma ANSN 3.01)				Concentração de radionuclídeos.	Abaixo de NIO5: Seguro para consumo durante a fase de emergência
NIO6 <sup>(r)</sup>  (não é válido para plantas categoria III do Anexo J da Norma ANSN 3.01)	Pu-238, Pu- 239, Pu-240, Pu-242, Am- 241	0,01 kBq/kg <sup>(g)</sup> para alimentos de consumo em geral  0,001 kBq/kg <sup>(g)</sup> para água, leite e alimentos infantis		MONITORAÇÃO DE AMOSTRAS DE ALIMENTOS, LEITE E ÁGUA para grupos de radionuclídeos.	Abaixo: seguro para consumo <sup>(s)</sup>  Igual ou Acima: impróprio para consumo <sup>(s)</sup>
	Sr-90	0,1 kBq/kg para alimentos de consumo em geral, água potável, leite e alimentos infantis			
	Sr-89, Ru- 103, Cs-134, Cs-137 Ru- 106	1 kBq/kg <sup>(g)</sup> para alimentos de consumo em geral, água potável, leite e alimentos infantis			
	I-131	1 kBq/kg para alimentos de consumo em geral  0,1 kBq/kg para água potável, leite e alimentos infantis			

Fontes: IAEA EPR-NPP-OILs, 2017; IAEA EPR-RESEARCH REACTOR, 2011; IAEA GSG-2, 2011; IAEA-TECDOC-955, 1997

(\*) Se nenhum dos NIOs 1, 2 e 3 é excedido, ajuste as restrições de alimentos, leite e água potável usando NIO7 uma vez que as amostras de alimento, leite e água potável forem coletadas e analisadas. Estes valores de NIOs mantêm a dose abaixo dos Critérios Genéricos para ações protetoras urgentes e iniciais, ações médicas necessárias e restrições ao consumo de alimentos, leite e água potável.

- (a) Tempo após a reação nuclear no núcleo ter sido interrompida.
- (b) A vantagem do NIO3<sub>γ</sub> quando comparado com o NIO7 é que, com base no NIO3<sub>γ</sub>, as restrições podem ser executadas antecipadamente na emergência (ou seja, quando for mais necessário), estando prontamente disponível e fácil de obter as taxas de dose equivalente no ambiente da deposição no solo.
- (c) A taxa de dose equivalente no ambiente NIO4<sub>γ</sub> é suficiente e preferível para avaliar os níveis de material radioativo na pele na liberação de material radioativo de uma usina nuclear ou do seu combustível irradiado, porque é menos dependente da técnica de medição e das características do instrumento. No entanto, a taxa de contagem beta NIO4<sub>β</sub> também é fornecida, uma vez que pode ser usada por algumas organizações de resposta para monitoração da pele.
- (d) O valor padrão é fornecido em cps e não em Bq/cm<sup>2</sup> porque os instrumentos fornecem cps nativamente. Ao fornecer Bq/cm<sup>2</sup>, é feita uma suposição implícita nos radionuclídeos sendo monitorados. No entanto, a mistura de radionuclídeos liberados de uma central nuclear será complexa e mutável, tornando impraticável o uso de Bq/cm<sup>2</sup>.
- (e) O leite é mencionado separadamente devido ao seu papel fundamental nos cânceres de tireoide induzidos por radiação após o acidente na central nuclear de Chernobyl.
- (f) I-131 e Cs-137 servem como radionuclídeos marcadores. Um radionuclídeo marcador é mais fácil de identificar e representativo de todos os outros radionuclídeos presentes, evitando a necessidade de isótopos abrangentes e demoradas análises. A contribuição dos outros radionuclídeos que se espera estejam presentes após a liberação de material radioativo devido a graves danos ao combustível foi considerada.
- (g) Para o caso da presença de vários radionuclídeos dentro do mesmo grupo de tipo de decaimento, a soma das concentrações de atividade de radionuclídeos não deve exceder o valor da concentração do NIO. Por exemplo, se ambos os radionuclídeos emissores alfa Pu-238 e Pu-239 estiverem presentes, então suas concentrações de atividade precisam ser somadas e comparadas a 10 Bq/kg. Se os radionuclídeos estiverem em vários grupos, os níveis de orientação podem exigir um recálculo para contabilizar as contribuições de doses múltiplas.
- (h) As ações de resposta são executadas com base nas doses projetadas. As doses recebidas são usadas para identificar aquelas que justificam ações médicas para detectar e tratar eficazmente os efeitos à saúde induzidos pela radiação.
- (i) A dose efetiva total e a dose absorvida se referem a uma pessoa representativa.
- (j) A dose efetiva total inclui a dose efetiva de exposição externa e a dose efetiva comprometida de ingestão de material radioativo durante o período de exposição de acordo com a Tabela I-II(b) do Anexo I da Norma ANSN 3.01.
- (k) A dose efetiva por si só não pode ser usada para garantir que as doses para o órgão específico não possam exceder o limite para efeitos determinísticos resultantes da ingestão (inalação ou ingestão) ou material radioativo na pele. No entanto, mantendo a dose equivalente projetada para o feto abaixo de 100 mSv para os cenários de exposição de interesse irá garantir que a dose ponderada na EBR da ingestão para qualquer órgão ou tecido (incluindo o feto e a pele) não irá exceder os critérios genéricos para efeitos determinísticos, conforme listado na Tabela I-I do Anexo I da Norma ANSN 3.01.
- (l) A dose equivalente total para o feto inclui: (a) a dose equivalente máxima comprometida para qualquer órgão de ingestão para o feto de diferentes compostos químicos e tempo relativo à concepção; e (b) a dose equivalente para o feto por exposição externa durante o período de exposição, de acordo com as Tabelas I-II(a) e (b) do Anexo I da Norma ANSN 3.01I.
- (m) Para a notação da dose, uma letra minúscula é usada (ou seja, e, h ou da) para indicar que apenas uma única via de exposição é considerada, em oposição à dose total de todas as vias de exposição relevantes, para as quais uma letra maiúscula é usada (ou seja, E, H ou DA).

- (n) Para todas as doses comprometidas abordadas nesta publicação, o tempo de integração dado nas respectivas referências é usado, isto é, tipicamente 50a para o adulto, 70a para o bebê e o período de desenvolvimento no útero para o feto.
- (o) O critério genérico de 50 mSv dose equivalente comprometida da tireoide dado na Tabela I-II(a) do Anexo I da Norma ANSN 3.01 não foi usado porque se destina à implementação de BTI (bloqueio da tireoide) e não para a identificação urgente daqueles que podem precisar acompanhamento médico. O critério de 100 mSv de dose equivalente comprometida na tireoide para acompanhamento médico foi determinado com base na consideração de: (a) a dose equivalente para o feto garantindo acompanhamento médico conforme fornecido na Tabela I-II(a) (ou seja, 100 mSv); (b) a dose de órgão de controle para o feto para ingestão de iodo sendo a tireoide; e (c) a suposição de que a dose equivalente para a tireoide da mulher grávida é aproximadamente igual à dose equivalente à tireoide fetal.
- (p) Recalcule com base na análise da amostra o mais rápido possível, usando os procedimentos F3 e F5 especificados na Tabela B4 do IAEA-TECDOC-955.
- (q) Estes critérios genéricos são originários da IAEA EPR-NPP-OILs, 2017. Esta publicação utiliza também os mesmos valores de kBq/kg da tabela tanto para alimentos em geral quanto para leite e água e não usa valores em kBq/m<sup>2</sup>. O IAEA-TECDOC-955 adota valores em kBq/m<sup>2</sup> e valores separados para alimentos em geral e leite/água e foram mantidos na tabela. O valor em kBq/kg para alimentos em geral é o mesmo para ambas as publicações.
- (r) Estes valores de NIO6 são iguais ao da tabela F6 (Níveis de Ações Genéricas da IAEA para Alimentos) do IAEA TECDOC-955. Estes níveis foram mantidos na tabela, pois fazem parte do recálculo citado no item (p) e contém valores menores do que os valores correspondentes da Tabela 10 do IAEA GSG-2 do NIO6, para 10 dos 12 radionuclídeos da tabela F6 citada (dos dois restantes, um é igual e somente para Ru-106 é maior, de 0,6 para 1 kBq/kg). Além disto, contém valores separados para alimentos em geral e leite/água. A Tabela 10 tem cerca de 357 radionuclídeos, incluindo estes 12 da tabela F6. Foram mantidos os valores NIO6 da tabela F6 na tabela I do Guia, pois tem valores menores, porém o uso de outros radionuclídeos da Tabela 10 do IAEA GSG-2 pode ser possível usando o critério no item (s) a seguir. No entanto, os valores adotados por diversos países podem diferir entre si, bem como também podem diferir dos valores do IAEA GSG-2. Também difere o número de radionuclídeos usados em medidas de laboratório para cada país. O IAEA EPR-NPP-OILs (2017) recomenda o uso do NIO7 prioritariamente, ficando em segundo plano o uso do NIO5 e do NIO6. O IAEA EPR-NPP-OILs (2017) calcula o valor do NIO7 com base na liberação de 38 radionuclídeos, incluindo os 12 da Tabela F6, exceto o Pu-242 que é substituído pelo Pu-241.
- (s) O critério (NIO6 excedido) do IAEA GSG-2 para NIO6 é  $\sum_i (C_{fi}/NIO6_i) > 1$ , considerando a concentração de cada radionuclídeo i,  $C_{fi}$ , na comida, leite ou água, em Bq/kg e o limite NIO6<sub>i</sub> em Bq/kg de cada radionuclídeo na tabela I do Guia.
- (t) Para a tireoide, o bloqueio de iodo é uma ação protetora urgente prescrita, de acordo com as diretrizes para o uso do iodeto de potássio em emergências nucleares emitidas pelo Ministério da Saúde (a) se houver exposição devido ao iodo radioativo, (b) antes ou logo após a liberação de iodo radioativo, e (c) dentro de um curto período antes ou depois da ingestão de iodo, conforme o critério genérico da Tabela I-II(a) do Anexo I da Norma ANSN 3.01.
- (u) A estratégia de proteção utilizando ações protetoras e Níveis de Intervenção Operacionais (NIOs) para a resposta a uma emergência nuclear ou radiológica está prevista pelo artigo 105 da Norma ANSN 3.01 em Guia Regulatório específico da ANSN.
- (\*\*) No caso da categoria IV do Anexo J da Norma ANSN 3.01, se disponíveis, as medidas de monitoração radiológica ambiental com base nos NIOs 1 e 2 poderão ser utilizadas para a avaliação das condições no local com finalidade de ajuste da área isolada (perímetro de segurança).