

**NORMA CEN N 3.01**  
**REQUISITOS BÁSICOS DE RADIOPROTEÇÃO E SEGURANÇA RADIOLÓGICA DE FONTES DE RADIAÇÃO**

Dispõe sobre os princípios gerais e requisitos básicos para a radioproteção das pessoas e para a segurança radiológica das fontes de radiação ionizante.

Art. 1º Esta Norma foi aprovada pela Comissão Deliberativa da Comissão Nacional de Energia Nuclear conforme expresso na Resolução CD nº 344, de 02 de julho de 2025.

<b>CAPÍTULO I</b>
<b>DISPOSIÇÕES GERAIS</b>
<b>Seção I</b>
<b>Objetivo e campo de aplicação</b>

Art. 2º Esta Norma se aplica às situações de exposição planejada, de exposição de emergência e de exposição existente.
Parágrafo único. Os tipos de exposição considerados no escopo desta norma são exposições ocupacionais, exposições do público e exposições médicas.

Art. 3º Esta Norma estabelece os requisitos básicos para a proteção das pessoas e do meio ambiente, devido à exposição à radiação ionizante decorrente de instalações e atividades, incluindo a segurança radiológica de fontes de radiação ionizante.

§ 1º Os requisitos desta Norma, além de protegerem as pessoas, protegem também a biota não-humana. Contudo, para situações de exposição planejada, cabe à CEN a solicitação específica da demonstração do impacto radiológico na biota não-humana, dependendo das características da instalação e das condições ambientais consideradas.

§ 2º Esta Norma não inclui requisitos de segurança física de fontes de radiação.

Art. 4º Estão excluídos do escopo desta Norma exposições devido à presença de <sup>60</sup>K no corpo humano, à radiação cósmica na superfície da terra, aos solos e rochas com radionuclídeos naturais não modificados ou às concentrações de radionuclídeos naturais existentes em materiais e matérias primas inferiores a 1 Ba/g para os radionuclídeos das séries do urânio e do tório e inferiores a 10 Ba/g para o <sup>40</sup>K.

Art. 5º As instalações e atividades que utilizam raios X para fins de diagnóstico médico, odontológico e veterinário não estão sob controle regulatório da CEN.

<b>Seção II</b>
<b>Das Definições e Siglas</b>
<b>Seção I</b>
<b>Partes Responsáveis</b>

Art. 6º Para os fins desta Norma, são adotadas as seguintes definições e siglas:

I - Abordagem gradual ou gradativa - processo ou método em que as ações de controle e as condições a serem aplicadas são proporcionais aos riscos associados, ou seja, à probabilidade de ocorrência e às possíveis consequências da perda de controle;

II - 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;

III - Ação 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;

IV - 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;

V - Ação remediadora - ação tomada em situação de exposições existentes com o objetivo de reduzir a dose efetiva residual;

VI - Acidente - qualquer evento não intencional, incluindo erros de operação e falhas de equipamento, cujas consequências reais ou potenciais envolvam desafios às barreiras de segurança e às funções de segurança de uma instalação ou fonte, sob o ponto de vista de radioproteção e segurança radiológica ou segurança nuclear;

VII - Acreditação - expressão da dose efetiva total recebida por uma população ou um grupo de pessoas, definida como o produto do número de indivíduos expostos a uma fonte de radiação ionizante, pelo valor médio da distribuição de dose efetiva desses indivíduos; a dose coletiva é expressa em pessoa-sievert (pessoa.Sv);

VIII - Área controlada - área sujeita a regras especiais de proteção e segurança, com a finalidade de controlar as exposições normais, prevenir a disseminação de contaminação radioativa e prevenir ou limitar a amplitude das exposições potenciais;

IX - Área livre - qualquer área que não seja classificada como área controlada ou área supervisionada;

X - Área supervisionada - área para a qual as condições de exposição ocupacional são mantidas sob supervisão, mesmo que medidas de radioproteção e segurança radiológica específicas não sejam normalmente necessárias;

XI - Atividade - quociente dN/dt, de uma quantidade de núcleos radioativos num estado de energia particular, onde dN é o valor esperado do número de transições nucleares espontâneas deste estado de energia no intervalo de tempo. A unidade adotada no sistema internacional é o recíproco do segundo (s<sup>-1</sup>), denominada becquerel (Bq);

XII - Autorização – ato administrativo concedido pela CEN para uma pessoa física ou jurídica referente a uma instalação ou atividade;

XIII - Contaminação - presença indesejável de substância radioativa em sólidos, líquidos ou gases, assim como em superfícies (incluindo o corpo humano); o termo “contaminação” refere-se apenas à presença de material radioativo, porém não indica o risco envolvido;

XIV - Controle regulatório - qualquer forma de controle ou regulação que a CEN aplica às instalações ou atividades por motivos relacionados à segurança nuclear, segurança física, salvaguardas, radioproteção e à segurança radiológica de fontes;

XV - Controle institucional - controle mantido, por autoridade ou instituição designada, em depósito final, área descomissionada ou fechada, com uso restrito, com o objetivo de controlar o impacto no meio ambiente e a dose para a população;

XVI - Cultura de segurança - conjunto de características, atitudes e valores das organizações e pessoas que estabelece, como prioridade absoluta, que as questões relativas à radioproteção e segurança radiológica em geral recebam a atenção que merecem por sua importância;

XVII - Defesa em profundidade - implantação de várias camadas de defesa independentes, incluindo aspectos administrativos e técnicos, com o objetivo de evitar e mitigar incidentes, e para manter a eficácia das barreiras físicas colocadas entre uma fonte de radiação ou material radioativo e trabalhadores, membros do público ou do meio ambiente;

XVIII - Deposição de rejeitos radioativos - colocação de rejeitos radioativos em instalação licenciada pelas autoridades competentes, sem a intenção de removê-los;

XIX - Descomissionamento - ações técnicas e administrativas tomadas para permitir retirada parcial ou total do controle regulatório de uma instalação ou atividade, seja pelo fim de sua vida útil, ou no caso de retrada precoce de operação por acidente ou por decisão da organização operadora;

XX - Descontaminação - remoção completa ou parcial de material radioativo por um processo físico, químico ou biológico;

XI - Dispensa - retirada do controle regulatório de fontes ou materiais radioativos associados a uma instalação ou atividade;

XXII - Dose - termo genérico para se referir aos termos, dependendo do contexto, dose absorvida, dose efetiva, dose equivalente ou dose comprometida;

XXIII - Dose absorvida - *D* - grandeza dosimétrica fundamental expressa por *D* = *d*ε̄/d*m*, onde *d*ε̄ é a energia média depositada pela radiação em um volume elemental de matéria de massa *dm*. A unidade no sistema internacional é o joule por kilograma [J kg<sup>-1</sup>]; que recebe a denominação especial gray (Gy);

XXIV - Dose coletiva - expressão da dose efetiva total recebida por uma população ou um grupo de pessoas, definida como o produto do número de indivíduos expostos a uma fonte de radiação ionizante, pelo valor médio da distribuição de dose efetiva desses indivíduos; a dose coletiva é expressa em pessoa-sievert (pessoa.Sv);

XXV - Dose efetiva - *E* - grandeza definida pela expressão *E* = Σ*H<sub>i</sub>*.w<sub>i</sub>, onde *H<sub>i</sub>* é a dose equivalente no tecido ou órgão *T* e *w<sub>i</sub>* é o fator de peso do respectivo órgão ou tecido. A unidade no sistema internacional é o joule por kilograma [J.kg<sup>-1</sup>], que recebe a denominação especial sievert (Sv);

XXVI - Dose efetiva comprometida - *E*(t) - grandeza expressa pelo somatório dos produtos entre as doses equivalentes comprometidas nos órgãos ou tecidos *H<sub>i</sub>*(t) e o respectivo fator de peso do órgão ou tecido *w<sub>i</sub>*, onde (t) é o tempo de integração em anos após a incorporação. O período de tempo considerado é de 50 anos para adultos e de 70 anos para crianças. A unidade no sistema internacional é o joule por kilograma [J.kg<sup>-1</sup>], que recebe a denominação especial sievert (Sv);

XXVII - Dose equivalente - *H<sub>T</sub>* - dose em um tecido ou órgão *T* definida pela expressão *H<sub>T</sub>* = Σ*D<sub>T,k</sub>*.w<sub>k</sub>, onde *D<sub>T,k</sub>* é a dose absorvida média no volume de um órgão ou tecido *T* específico, devido à radiação *R* incidente no corpo ou emitida por radionuclídeos incorporados e *w<sub>k</sub>* é o fator de peso para a radiação *R*. A unidade no sistema internacional é o joule por kilograma [J.kg<sup>-1</sup>], que recebe a denominação especial sievert (Sv);

XXVIII - Dose equivalente comprometida - *H<sub>T</sub>*(t) - taxa de dose equivalente integrada no tempo *t*, em anos, em um tecido ou órgão específico, que seria recebida por um indivíduo correspondente à incorporação de material radioativo no corpo da pessoa de referência;

XXIX - 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 representa um valor de dose a ser alcançado;

XXX - Efeitos determinísticos - danos em uma população de células para os quais existe um limiar de dose necessário para sua ocorrência e, acima deste limiar, sua gravidade aumenta com o aumento da dose de radiação; também denominado como reação tecidual;

XXXI - Efeitos estocásticos - efeitos associados predominantemente ao risco de indução de câncer e de ocorrência de efeitos hereditários em populações expostas, cuja probabilidade de ocorrência é função da dose, sem limiar, sendo a gravidade independente da dose;

XXXII - Efetividade Biológica Relativa (EBR) – razão entre uma dose de uma radiação de referência de baixa transferência linear de energia (LET) para uma dose de radiação considerada que produz um efeito biológico idêntico. Os valores de EBR variam com a dose, a taxa de dose e o efeito biológico considerado;

XXXIII - Emergência - situação ou evento não rotineiro que exige ação imediata, principalmente para mitigar um perigo ou consequências adversas para a segurança e para a saúde humana, qualidade de vida, propriedade ou meio ambiente, incluindo as situações para as quais uma ação imediata é escolhida de modo a mitigar um perigo percebido;

XXXIV - Empregador - segundo a definição do art. 2º da CLT considera-se empregador a pessoa, individual ou coletiva, que, assumindo os riscos da atividade econômica, admite, assalaria e dirige a prestação pessoal de serviço. Equiparam-se ao empregador, para os efeitos exclusivos da relação de emprego, os profissionais liberais, as instituições de beneficência, as associações recreativas ou outras instituições sem fins lucrativos, que admitirem trabalhadores como empregados;

XXXV - Equivalente de dose individual *H<sub>D</sub>*(*d*) - grandeza operacional para monitoração individual externa, sendo o produto da dose absorvida em um ponto, na profundidade *d* do corpo humano, pelo fator de qualidade da radiação nesse ponto; esta grandeza utiliza os fatores de qualidade da radiação *Q* como fator de peso, em lugar dos fatores de peso da radiação *w<sub>R</sub>*; a unidade é joule por kilograma [J.kg<sup>-1</sup>] e seu nome especial é sievert (Sv);

XXXVI - Equivalente de dose ambiente *H*\*(*d*) ou Equivalente de dose direcional - grandeza operacional para monitoração de área em ambientes de trabalho, sendo o produto da dose absorvida em um ponto pelo fator de qualidade da radiação, correspondente ao que seria produzido em uma esfera de matéria de tecido equivalente de 30 cm de diâmetro, na profundidade *d*. Esta grandeza utiliza os fatores de qualidade da radiação *Q* como fator de peso, em lugar dos fatores de peso da radiação *w<sub>R</sub>*; a unidade é joule por quilograma [J.kg<sup>-1</sup>] e seu nome especial é sievert (Sv);

XXXVII - 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;

XXXVIII - Exposição - ato ou condição de estar submetido à radiação ionizante;

XXXIX - Exposição acidental - exposição involuntária decorrente de situações de acidente, terrorismo ou sabotagem, com impacto para o público e meio ambiente;

XL - Exposição médica acidental – exposição decorrente de acidentes e incidentes provenientes de exposições médicas não planejadas, geradas por falhas de projeto, do software, operacionais ou erros humanos;

XLI - Exposição do público - exposição incorrida por membros do público a partir de fontes de radiação, excluindo qualquer exposição ocupacional ou médica e a radiação de fundo natural normal do local;

XLII - Exposição externa - exposição devido a fontes de radiação externas ao indivíduo;

XLIII - Exposição interna - exposição à radiação de fontes de radiação internas ao indivíduo;

XLIV - Exposição médica - exposição a que são submetidos: a) pacientes, para fins de diagnóstico ou terapia; b) indivíduos expostos, fora do contexto ocupacional, que voluntária e eventualmente assistem pacientes durante o procedimento radiológico de terapia ou diagnóstico e c) indivíduos voluntários em programas de pesquisa biomédica;

XLV - Exposição normal - exposição esperada em decorrência de uma instalação ou atividade autorizada, em condições normais de operação de uma fonte ou de uma instalação, incluindo os casos de pequenos imprevistos que possam ser mantidos sob controle;

XLVI - Exposição ocupacional - exposição normal ou potencial de um indivíduo à radiação em decorrência de seu trabalho ou treinamento em instalações e atividades;

XLVII - Exposição potencial - exposição cuja ocorrência não pode ser prevista com certeza, mas que pode resultar de um acidente envolvendo diretamente uma fonte de radiação ou em consequência de um evento ou de uma série de eventos de natureza probabilística;

XLVIII - Fator de peso de órgão ou tecido (w<sub>T</sub>) - fator multiplicador da dose equivalente em um órgão ou tecido, usado para fins de radioproteção, de forma a considerar a diferença de sensibilidade dos diferentes órgãos ou tecidos na indução de efeitos estocásticos da radiação (ver Anexo A);

XLIX - Fator de peso da radiação (w<sub>R</sub>) - número pelo qual a dose absorvida no órgão ou tecido é multiplicada, de forma a refletir a efetividade biológica relativa da radiação na indução de efeitos estocásticos a baixas doses, resultando na dose equivalente (ver Anexo A);

L - Fator de qualidade da radiação (Q) - poder de freamento não restrito da radiação, dado em função da transferência linear de energia não restrita (ver Anexo A);

LI - Fonte ou fonte de radiação – Qualquer material, equipamento ou instalações e atividades que possam causar exposição à radiação tanto por emitir radiação ionizante quanto por liberação de substâncias radioativas ou materiais radioativos. A fonte pode ser tratada como uma entidade única para fins de radioproteção e segurança radiológica, ou como um conjunto de fontes (uma instalação ou uma atividade) desde que o grupo crítico ou pessoa representativa seja o mesmo;

LII - Fonte radioativa - todo material radioativo utilizado como fonte de radiação;

LIII - Gerador de radiação - dispositivo capaz de gerar radiação ionizante como raios X, nêutrons, elétrons ou outras partículas carregadas;

LIV - Gestão da qualidade - conjunto de estratégias e ações adotadas de forma coordenada e sistemática de modo a assegurar a qualidade de um produto ou serviço;

LVI - Grupo crítico - grupo (hipotético) de indivíduos do público, cuja exposição a uma determinada fonte de radiação ou via de exposição é razoavelmente homogênea e típica dos indivíduos que recebem as maiores doses equivalentes ou doses efetivas devidas àquela fonte;

LVI - Incidente - qualquer evento intencional ou não intencional, tal como: erros de operação, falhas de equipamento, eventos incógnita, precursores de acidentes, atos não autorizados ou maliciosos; cujas consequências ou possíveis consequências radiológicas poderão ter algum impacto para o público e meio ambiente do ponto de vista da radioproteção e segurança radiológica;

LVII - Indivíduo do público - qualquer membro da população quando não submetido à exposição ocupacional ou exposição médica;

LVIII - Indivíduo Ocupacionalmente Exposto (IOE) - indivíduo sujeito à exposição ocupacional independente da Situação de Exposição;

LIX - Instalações e atividades - termo geral que abrange instalações nucleares, radiativas, depósitos de rejeitos e resíduos, instalações minero industriais, o uso de todas as fontes de radiação ionizante, gerenciamento de resíduos e rejeitos radioativos, transporte de material radioativo e qualquer outra circunstância, tais como ações de emergência e remediação, em que as pessoas possam estar sujeitas à exposição à radiação;

LX - Isenção - ato regulatório outorgado pela CEN que isenta do controle regulatório instalações e atividades ou uma fonte individualmente;

LXI - Licença - ato regulatório outorgado pela CEN para uma pessoa física ou jurídica, referente a uma instalação ou atividade específica;

LXII - Limpeza do sítio - qualquer medidas que possam ser executadas por meio de ações aplicadas à própria fonte ou às vias de exposição dos seres humanos, para reduzir a exposição à radiação, devido à contaminação no sítio após descomissionamento de uma instalação planejada;

LXIII - Material radioativo - material emissor de qualquer radiação eletromagnética ou particulada, direta ou indiretamente ionizante;

LXIV - Material Radioativo de Ocorrência Natural (do acrônimo em inglês NORM) - Material radioativo que não contém quantidades significativas de radionuclídeos, além de radionuclídeos de origem natural cujos valores estabelecidos nesta norma. Estão incluídos nessa definição os materiais cujas concentrações de atividade dos radionuclídeos naturais foram alteradas por um processo industrial;
Material radioativo residual - material radioativo remanescente no meio ambiente, em decorrência de uma situação de exposição existente ou do término de uma situação de emergência;

LXVI - Médico especialista - médico possuidor de Registro de Qualificação de Especialista (RQE) no Conselho Regional de Medicina (CRM), certificados ou títulos emitidos pela Associação Médica Brasileira (AMB) ou certificados de residência médica credenciados pela Comissão Nacional de Residência Médica (CENRM), cuja área de atuação envolva o uso de radiação ionizante;

LXVII - Meio ambiente - sob o ponto de vista da radioproteção, é qualquer área não pertencente à instalação, à qual indivíduos do público têm acesso irrestrito;

LXVIII - Monitoração - medição de grandezas para fins de controle ou avaliação da exposição à radiação, incluindo a interpretação dos resultados; a monitoração pode ser classificada quanto ao seu objetivo como monitoração individual, de área de trabalho, de fontes e ambiental ou de acordo com a situação como monitoração de rotina, planejada ou especial;

LXIX - 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;

LXX - Nível de investigação - valor de uma grandeza, definido ou aprovado pela CEN, que faz parte de um programa de monitoração, que quando atingido ou excedido, torna obrigatória a investigação das suas causas, avaliação das consequências e ações corretivas necessárias;

LXXI - Valor 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 radiação deve continuar a ser implementada. Por vezes estabelece-se um intervalo de referência em que o nível de referência inferior significa que, abaixo do qual, nenhuma ação se justifica. Na maioria das situações o nível de referência inclui a radiação natural de fundo;

LXXII - Nível de Referência em Diagnóstico (NRD) - Valor utilizado como ferramenta no processo de otimização da proteção em exposições médicas de pacientes em procedimentos diagnósticos e intervencionistas. É utilizado em imagens médicas com uso de radiação ionizante para indicar se, em condições de rotina, a quantidade de radiação utilizada para um procedimento especificado é excepcionalmente alta ou baixa para esse procedimento. Este valor é geralmente definido como o terceiro quartil (percentil 75) da distribuição dos valores médios de NRD observados em: (a) em alguns estabelecimentos de saúde (denominados "valor NRD local"); ou (b) várias instalações em um país (denominado "valor NRD nacional");

LXXIII - Nível de registro - valor de uma grandeza, parte de um programa de monitoração, definido no processo de licenciamento, a partir do qual o seu registro torna-se obrigatório;

LXXIV - Nível operacional - valor estabelecido pelo titular, para uma dada grandeza, do programa de monitoração, utilizado como parâmetro na otimização da radioproteção, em uma situação de exposição planejada;

LXXV - Organização operadora - pessoa jurídica com autorização para operação ou descomissionamento da instalação;

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

LXXVII - Partes interessadas - todos os elementos (pessoas, instituições, grupos, órgãos governamentais etc.) que de alguma forma afetam ou são afetadas pelas ações que envolvam o uso da energia nuclear e da radiação ionizante em geral;

LXXVIII - Partes principais - pessoa física ou jurídica que tem as principais responsabilidades relativas à radioproteção e segurança radiológica, em instalações e atividades;

LXXIX - Perigo - diz respeito a uma situação ou evento que pode ter impacto ou consequência adversa para o ser humano ou para o meio ambiente;

LXXX - Pessoa representativa - indivíduo, seja hipotético ou específico, que recebe uma dose representativa dos indivíduos mais expostos da população;

LXXXI - Plano de Emergência Local (PEL) - plano, submetido e implementado pelo titular da instalação, abrangendo a área de sua propriedade, que contém todas as medidas planejadas a serem desenvolvidas visando a segurança da população em caso de acidente nuclear ou radiológico;

LXXXII - Plano de Radiação Ocupacional ou Plano de Proteção Radiológica - documento exigido para fins de licenciamento da instalação, que estabelece as ações de radioproteção a serem implantadas pelo serviço de radioproteção local;

LXXXIII - Produtos de consumo - dispositivos ou itens fabricados nos quais radionuclídeos foram deliberadamente incorporados ou produzidos por ativação, ou que geram radiação ionizante, e que podem ser vendidos ou disponibilizados aos membros do público sem vigilância ou controle regulatório especial após a venda;

LXXXIV - Radiação ionizante - qualquer partícula ou radiação eletromagnética que, ao interagir com a matéria, ioniza seus átomos ou moléculas;

LXXXV - Radioproteção ou Proteção radiológica - conjunto de princípios e medidas que visam evitar exposições desnecessárias à radiação com o objetivo de proteger o ser humano e seus descendentes, assim como o meio ambiente dos possíveis efeitos indesejados causados pela radiação ionizante;

LXXXVI - Rejeito radioativo - qualquer material, resultante de instalações e atividades, que contenha radionuclídeos em quantidades superiores aos níveis de dispensa estabelecidos pela CEN e para o qual a reutilização é imprópria ou não prevista;

LXXXVII - Remediação - quaisquer medidas que possam ser executadas por meio de ações aplicadas à própria fonte ou às vias de exposição dos seres humanos, para reduzir a exposição à radiação, devido à contaminação em situações de exposição existente;

LXXXVIII - Restrição de dose - valor de dose prospectivo relacionado à fonte e inferior ao limite de dose estabelecido pela CEN, utilizado como uma referência superior no processo de otimização relativo a essa fonte. O valor de restrição de dose deve ser aplicado a uma fonte ou a um conjunto de fontes com entidade única se o grupo crítico ou pessoa representativa for o mesmo;

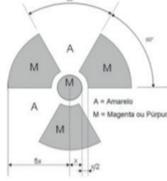
XXIX - Expressão dada pelo produto da probabilidade de ocorrência de um determinado evento pela sua consequência;

XC - Risco radiológico - a probabilidade de um determinado efeito à saúde ocorrer em uma pessoa ou grupo como resultado da exposição à radiação. O efeito(s) à saúde em questão deve(m) ser declarado(s), por exemplo, risco de câncer fatal, risco de efeitos hereditários, risco de um determinado duto;

XCI - Serviço de radioproteção ou Serviço de proteção radiológica - estrutura constituída com vistas à execução e à manutenção do plano de radioproteção de uma instalação ou atividade, de acordo com requisitos de norma específica. Essa denominação não tem caráter obrigatório, servindo simplesmente como referência;

XCII - Segurança de fontes ou segurança radiológica - conjunto de medidas e dispositivos para o controle de fontes de radiação durante todo o seu ciclo de vida, com o objetivo de prevenir acidentes ou incidentes e mitigar suas consequências;

XCIII - Símbolo internacional da radiação ionizante - o trifólio é o símbolo utilizado internacionalmente para indicar a presença de radiação ionizante. O triângulo é um símbolo complementar (ISO 21482) para advertência em fontes radioativas de categoria 1, 2 e 3 (Anexo B);



XCIV - Situação de exposição existente - situação de exposição decorrente da fonte de radiação que já existe quando uma decisão sobre o controle ou remediação deva ser tomada, com base na caracterização dessa exposição. Inclui exposição à radioatividade natural devido ao local, materiais e processos utilizados, e exposição devido a material radioativo residual que deriva de instalações e atividades anteriores que não estavam sujeitas a controle regulatório, ou que permança após uma situação de exposição de emergência ter sido declarada encerrada;

XCIV - Situação de exposição de emergência - situação de exposição que surge como resultado de um acidente, um ato malicioso ou qualquer outro evento inesperado e que requer ação imediata para evitar ou reduzir consequências adversas;

XCVI - Situação de exposição planejada - situação de exposição à radiação, adicional à radiação natural de fundo, devido à operação deliberada de uma fonte de radiação, instalação ou atividade planejada, incluindo o seu descomissionamento ou encerramento, limpeza do sítio e deposição dos rejeitos. As medidas de radioproteção e segurança radiológica devem ser previstas em projeto antes do início da operação;

XCVII - Supervisor de Radioproteção ou Supervisor de Proteção Radiológica - indivíduo com certificação da qualificação emitida pela CEN, no âmbito de sua área de atuação, formalmente designado pelo titular, para assumir as responsabilidades previstas nas normas da CEN;

XCVIII - Termo fonte - quantidade e composição isotópica de material radioativo liberado ou postulado para ser liberado por uma instalação ou atividade;

XCIX - Titular - pessoa jurídica pública ou privada, ou a pessoa física indicada no contrato social, estatuto ou qualquer outro documento equivalente, como responsável legal pelas instalações e atividades para as quais foram outorgadas, pela CEN, licenças, autorizações ou qualquer outro ato administrativo relativo às suas atividades. A CEN poderá avaliar a indicação de outra pessoa física para que seja apontada como titular, desde que, comprovadamente, o indicado detenha poderes, dentro da organização, para ostentar essa posição nas mesmas condições do representante legal; e

C - Trabalhador de emergência - trabalhador com funções específicas para atuar em situações de exposição de emergência.

<b>CAPÍTULO II</b>
<b>RESPONSABILIDADES</b>
<b>Seção I</b>
<b>Partes Responsáveis</b>

Art. 7º As partes principais às quais incumbem as responsabilidades com relação à aplicação desta Norma são:

I - os titulares, pessoas físicas ou jurídicas, responsáveis por instalações e atividades licenciadas ou autorizadas pela CEN;

II - os empregadores dos trabalhadores, no que se refere à exposição ocupacional;

III - os médicos especialistas, no que se refere à exposição médica; e

IV - as pessoas físicas ou jurídicas designadas para lidar com as situações de exposição de emergência ou com as situações de exposição existente.

Art. 8º Os corresponsáveis com respeito à aplicação desta Norma são:

I - os supervisores de radioproteção;

II - os fornecedores de fontes, os fornecedores de equipamentos e programas de informática associados, e os fornecedores de produtos de consumo;

III - os físicos médicos;

IV - os especialistas qualificados, os gestores ou qualquer outra parte a que o titular haja designado responsabilidades específicas; e

V - os trabalhadores sujeitos a exposição ocupacional que não sejam os trabalhadores mencionados nos incisos de I a IV neste artigo.

<b>Seção II</b>
<b>Do Titular</b>

Art. 9º Os titulares devem cumprir os requisitos estabelecidos nesta Norma e demais requisitos estabelecidos pela CEN.

Art. 10. Os titulares são responsáveis pela radioproteção das pessoas e do meio ambiente e pela segurança radiológica das instalações e atividades, devendo:

I - fixar objetivos em termos de radioproteção e segurança radiológica em conformidade com os requisitos das normas da CEN;

II - estabelecer uma estrutura de radioproteção em consonância com a natureza e os riscos radiológicos associados com as instalações e atividades;

§ 1º As partes para as quais os titulares delegarem atribuições ou atividades relacionadas a esta Norma devem ser formalizadas, conforme atos administrativos ou normas específicas da CEN.

IV - garantir e promover a segurança das fontes sob sua responsabilidade, considerando a categorização constante no Anexo B;

V - garantir a execução de programas para treinamento de pessoal com funções relevantes para a proteção dos membros do público.

Art. 11. Os titulares devem garantir que as trabalhadores sejam informadas ao serem que entrar em áreas controladas ou áreas supervisionadas ou que possam realizar tarefas de emergência, sobre:

I - a importância da trabalhadora notificar imediatamente o seu empregador sobre a suspeita de gravidez, e grávida e estar amamentando;

II - o risco de efeitos à saúde do lactente por ingestão de substâncias radioativas durante a amamentação; e

III - o risco de exposição do embrião ou feto.

Art. 12. O titular poderá delegar, total ou parcialmente, as atribuições ou atividades relacionadas à aplicação desta Norma, mantida, em qualquer caso, a sua responsabilidade originária com a radioproteção e a segurança radiológica.

§ 1º As partes para as quais os titulares delegarem atribuições ou atividades relacionadas a esta Norma devem ser formalizadas, conforme atos administrativos ou normas específicas da CEN.

§ 2º Os titulares devem documentar toda a delegação de tarefas.

§ 3º Em caso de delegação de atribuições, é vedado ao titular alegar o desconhecimento das normas que lhe atribuem deveres e obrigações em relação à responsabilidade que recai sobre si.

II - a facilitação dos meios para os quais a organização apoie as pessoas e os grupos na realização de suas tarefas de forma segura e satisfatória, considerando as interações entre as pessoas e a tecnologia e a organização;

IV - o fomento à participação de trabalhadores, seus representantes ou outras pessoas pertinentes, na elaboração de política, normas e procedimentos que tratem da segurança de forma geral;

V - a obediência da organização e das pessoas em todos os níveis em relação ao programa de segurança implantado;

VI - o fomento da comunicação aberta a respeito da segurança geral dentro da organização e com as partes pertinentes;

VII - o fomento de uma atitude inquisitiva e de aprendizado e a rejeição da autocomplacência e culpabilidade com respeito às falhas na segurança de forma geral;

VIII - a disponibilidade dos meios para que a organização promova constantemente a capacitação, o desenvolvimento e o fortalecimento da cultura de segurança; e

IX - a promoção do sistema de aprendizagem com erros, medidas adotadas para a prevenção e mitigação de erros e falhas.

Art. 25. Os responsáveis pelas instalações e atividades e outras partes que tenham responsabilidades específicas em relação à radioproteção e à segurança radiológica devem considerar os fatores humanos e apoiar o bom desempenho e as boas práticas para evitar falhas humanas e da organização. A gestão da cultura de segurança tem por objetivo garantir que:

I - sejam seguidos os princípios ergonômicos no projeto de equipamentos, com instruções e identificações em português, e na concepção dos procedimentos operacionais; e

II - sejam fornecidos equipamentos, sistemas de segurança e estabelecidos procedimentos adequados, entre outras disposições necessárias para:

a) reduzir a possibilidade de que a ocorrência de erro humano ou uma ação involuntária possa dar lugar a acidentes ou incidentes que culminarão na exposição de pessoas ou danos ao meio ambiente;

b) prover os meios para detectar erros humanos, corrigindo-os ou mitigando-os; e

c) facilitar a aplicação de medidas protetoras e corretivas, em caso de falhas nos sistemas de segurança ou nas medidas de radioproteção e segurança radiológica.

Art. 26. O sistema de gestão da qualidade estabelecido e executado pelo titular deve proporcionar, no que se refere à radioproteção e segurança radiológica:

I - garantia de que os requisitos especificados nesta Norma ou em normas específicas e demais condicionantes aplicáveis estejam satisfeitos; e

II - mecanismos e procedimentos para revisar e avaliar se as medidas de radioproteção e segurança radiológica adotadas são efetivas.

#### CAPÍTULO IV Isenção e Dispensa

Art. 27. Instalações e atividades e fontes associadas, em situações de exposição planejada, são isentas de controle regulatório, quando a dose efetiva anual a ser recebida por qualquer indivíduo for igual ou inferior a 10 µSv.

Parágrafo único. A isenção só se aplica a instalações e atividades que sejam justificadas e intrinsecamente seguras.

Art. 28. Em situações de exposição existente, a isenção do controle regulatório de instalações e atividades e fontes associadas se dará quando a dose efetiva anual for inferior a 1 mSv.

Art. 29. Fontes de radiação estarão isentas da aplicação de requisitos de radioproteção e segurança radiológica quando atenderem aos seguintes critérios específicos:

I - para materiais radioativos:

a) quando a atividade total ou a concentração de atividade de um dado radionuclídeo presente a qualquer momento não exceda o valor de isenção apresentado na Tabela C-I do Anexo C, para quantidades de até 1 tonelada;

b) quando a concentração de atividade de um determinado radionuclídeo de origem artificial não exceda o valor de isenção apresentado na Tabela C-III do Anexo C, para grandes quantidades;

c) para os radionuclídeos que não possuem valor correspondente entre as duas tabelas caberá ao órgão regulador definir as bases de cálculo;

c) para os radionuclídeos que não possuem valor correspondente entre as duas tabelas caberá à CENEN definir as bases de cálculo;

II - para radionuclídeos de origem natural, a isenção de grandes quantidades de material pode ser estabelecida pela CENEN, caso a caso, usando um critério de dose de 1 mSv em um ano;

III - para geradores de radiação:

a) quando, em condições de operação normal, não causem uma taxa de equivalente de dose ambiente ou equivalente de dose direcional, conforme apropriada, maior do que 1 µSv/h a uma distância de 0,1 m de qualquer superfície acessível do aparelho;

b) a energia máxima da radiação produzida seja inferior a 5 keV; ou

c) qualquer outro tipo de gerador definido pela CENEN.

Art. 30. A isenção de qualquer instalação e atividade ou fonte individual está sujeita à aprovação da CENEN e depende, também, de condições específicas de controle, uso ou deposição, levando em conta as propriedades físicas e químicas do material radioativo.

Parágrafo único. Os responsáveis pelas instalações e atividades ou fontes individuais isentas devem garantir que estas continuem atendendo às condições de isenção e devem informar à CENEN modificações ou quaisquer alterações que possam afetar as condições de isenção.

Art. 31. Fontes, incluindo substâncias, materiais e objetos, associadas a instalações e atividades, e substâncias radioativas naturais podem ser retiradas do controle regulatório e então liberadas do atendimento a requisitos de radioproteção e segurança radiológica, quando passarem a ser enquadrar nos critérios de dispensa estabelecidos em norma da CENEN.

Art. 32. Os valores autorizados para dispensa incondicional de materiais radioativos devem ser, no máximo, iguais aos níveis de isenção descritos nesta Norma.

§ 1º A dispensa condicional de materiais radioativos sólidos deve ser avaliada caso a caso em função do tipo de material e do cenário de reutilização ou reciclagem, ou deposição em aterros industriais.

§ 2º A dispensa de materiais radioativos líquidos e gasosos é tratada em norma específica.

Art. 33. No caso de grandes quantidades de material radioativo dentro de uma instalação ou atividade sob controle regulatório, a dispensa sem consideração adicional pode ser estabelecida desde que:

I - a concentração de atividade de um radionuclídeo individual de origem artificial não exceda o nível de isenção apresentado na Tabela C-III do Anexo C;

II - as concentrações de atividade dos radionuclídeos de origem natural não excedam os valores de 1Bq/g para radionuclídeos das séries do urânio e de 10 Bq/g para ²³²K;

III - para radionuclídeos de origem natural em materiais que podem ser reciclados, reutilizados, ou cuja deposição possa ser responsável por algum impacto na exposição do público, a concentração da atividade dos radionuclídeos não deve exceder os valores específicos derivados de forma a atender a um critério de adicional de dose da ordem de 1 mSv em um ano, excluindo a contribuição do radônio. A exposição ao radônio deve ser controlada observando o valor de referência de 300 Bq/m³ para ambientes fechados.

Parágrafo único. Entende-se por grandes quantidades de material o que se segue:

I - quantidades superiores a 1 tonelada de materiais contendo radionuclídeos;

II - materiais advindos de operações de desmonte ou descomissionamento de instalações; e

III - rejeitos e estéréis de mineração.

Art. 34. O procedimento relacionado à dispensa de qualquer fonte associada a uma instalação ou atividade deve atender a requisitos estabelecidos em normas específicas da CENEN.

Parágrafo único. A dispensa não é aplicada à liberação de efluentes radioativos no meio ambiente, decorrente da operação rotineira de instalações e atividades, devendo essa liberação apenas ser autorizada dentro do contexto do licenciamento dessas instalações e atividades.

#### CAPÍTULO V SITUAÇÃO DE EXPOSIÇÃO PLANEJADA

##### Seção I Campo de Aplicação

Art. 35. As situações de exposição planejada se aplicam às seguintes instalações e atividades para as quais esta Norma estabelece requisitos:

I - o manuseio, à produção, à posse, a utilização, o transporte, o armazenamento e a deposição de material radioativo ou de rejeito e de dispositivos que contenham material radioativo, incluindo fontes seladas e não seladas e produtos de consumo;

II - a produção e uso de dispositivos que geram radiação ionizante, compreendendo os aceleradores de partículas e geradores de raios X;

III - a geração de energia nuclear, incluindo quaisquer atividades dentro do ciclo do combustível nuclear;

IV - o uso de radiação ionizante ou material radioativo para fins médicos, industriais, veterinários, agrícolas, jurídicos ou de segurança;

V - a utilização de radiação ionizante ou de material radioativo para fins educacionais, capacitação ou pesquisa; e

VI - qualquer outra instalação ou atividade a ser especificada pela CENEN.

Art. 36. Os requisitos para situações de exposição planejada aplicam-se às exposições ocupacional, médica e do público devido às instalações e atividades descritas no art. 35.

##### Seção II Requisitos Gerais

Art. 37. Para realizar ações envolvendo instalações ou atividades que possuem requisitos de radioproteção e segurança radiológica, estabelecidos nesta Norma, toda pessoa física ou jurídica deve submeter requerimento para obtenção dos atos administrativos pertinentes, de acordo com as normas aplicáveis da CENEN.

§ 1º Devem ser consideradas todas as ações e etapas aplicáveis, desde a escolha do local até o descomissionamento ou encerramento da instalação ou atividade, ou até o fim do controle institucional da instalação ou atividade, tendo como base critérios técnicos.

§ 2º Em relação a produtos para consumo, são necessários requerimentos para fabricação, montagem, importação e distribuição e, em alguns casos, dispensa ou exportação.

##### Subseção I Responsabilidades dos Titulares

Art. 38. Os titulares de Instalações e Atividades em Situação de Exposição Planejada são responsáveis por:

I - estabelecer linhas claras de responsabilidade com relação à radioproteção e à segurança radiológica;

II - manter uma estrutura de radioproteção dimensionada de acordo com o porte da instalação ou atividade, a ser aprovada pela CENEN. Esta estrutura de radioproteção deve dispor de um ou mais supervisores com qualificação em radioproteção e segurança radiológica reconhecida pela CENEN ou profissionais com treinamento em radioproteção e segurança radiológica, conforme estabelecido em normas específicas da CENEN;

III - submeter à aprovação da CENEN um plano de radioproteção, conforme especificado no Anexo D e normas específicas;

IV - submeter à CENEN, conforme norma específica, um Plano de Proteção Física, quando aplicável, e conforme normas específicas;

V - dispor de procedimentos e instruções operacionais em relação à radioproteção e à segurança radiológica, com atualizações periódicas, de acordo com um sistema de gestão;

VI - estabelecer procedimentos para notificação de acidentes e incidentes, relacionados à radioproteção e à segurança radiológica, bem como para análise de causa raiz e o estabelecimento de ações corretivas e preventivas;

VII - garantir a gestão segura e o controle de todas as fontes e rejeitos radioativos gerados, de acordo com as normas da CENEN;

VIII - garantir o acesso e cooperar com as equipes de fiscalização ou representantes autorizados pela CENEN para a realização de inspeções em suas instalações e atividades, e nos seus procedimentos e registros relativos à radioproteção e segurança radiológica;

IX - solicitar autorização à CENEN para introduzir modificações nas instalações ou atividades sob sua responsabilidade, sempre que tais modificações possam ter impacto na radioproteção ou segurança radiológica;

X - prever e planejar o descomissionamento ou encerramento da instalação ou atividade conforme requisitos de licenciamento estabelecidos pela CENEN em normas específicas; e

XI - estabelecer um plano de emergência local, em conformidade com os requisitos do Capítulo VI e normas específicas da CENEN, definindo as diversas ações e responsabilidades, para o caso de uma situação de exposição de emergência.

##### Subseção II Prevenção e Mitigação de Acidente

Art. 39. Deve-se aplicar às instalações e atividades, e fontes associadas um sistema de defesa em profundidade, proporcional às probabilidades e magnitudes das exposições potenciais envolvidas, no que se refere à radioproteção e segurança radiológica, observando-se as medidas de segurança estabelecidas em normas específicas.

Art. 40. O sistema de defesa em profundidade deve ser aplicado para:

I - prevenir acidentes;

II - mitigar as consequências dos acidentes; e

III - restabelecer as fontes às condições de segurança iniciais.

Art. 41. O sistema de segurança, suas estruturas, componentes e equipamentos importantes para a segurança devem ser inspecionados e submetidos a ensaios regularmente para detecção de qualquer degradação que possa resultar em condições anormais ou comportamento que comprometa a segurança.

Parágrafo único. Deve-se assegurar que a inspeção e os ensaios apropriados destes itens sejam registrados e realizados com controle da exposição ocupacional.

Art. 42. Devem ser atendidos todos os requisitos de proteção física, para o tipo de instalação e de fonte, conforme estabelecido em normas específicas da CENEN, de forma a prevenir a remoção não autorizada da fonte e/ou a sabotagem da instalação ou atividade.

##### Seção III Requisitos Básicos de Radioproteção

##### Subseção I Justificação

Art. 43. Somente será justificado o uso de fontes associadas a instalações e atividades que produzam benefícios, para a sociedade ou para os indivíduos expostos, que sejam suficientes para compensar o possível dano correspondente.

Parágrafo único. Cabe à CENEN avaliar a justificação de aplicações de tecnologias da radiação ainda não utilizadas.

Art. 44. Não são justificadas as instalações e atividades que envolvam, em especial:

I - exposição médica não justificada, a utilização de alimentos, bebidas, cosméticos ou quaisquer outras mercadorias ou produtos destinados a ingestão, inalação, incorporação percutânea ou aplicação no ser humano;

II - uso frívolo da radiação, ou de substâncias radioativas, em materiais de manufatura ou bens de consumo, incluindo brinquedos e objetos de joalheria ou adorno pessoal;

III - uso da radiação com fins de expressão artística ou de publicidade;

IV - irradiação intencional de pessoas para fins de demonstração ou treinamento;

V - obtenção de imagens humanas mediante exposição à radiação para obtenção de seguro saúde com relação a enfermidades sem indicação clínica; e

VI - obtenção de imagens humanas mediante exposição à radiação para detecção de roubos e furtos.

Parágrafo único. Atividades que envolvam obtenção de imagens humanas para combate ao contrabando ou como ameaça à segurança devem estar sujeitas à aprovação da CENEN, considerando condições específicas de uso e controle.

Art. 45. As exposições médicas de pacientes devem ser justificadas, ponderando-se os benefícios diagnósticos ou terapêuticos que elas venham a produzir em relação ao possível dano correspondente, levando-se em conta os riscos e benefícios de técnicas alternativas disponíveis que não envolvam exposição à radiação ionizante.

##### Subseção II Otimização da radioproteção

Art. 46. O processo de otimização deve levar em conta os seguintes fatores:

I - os recursos disponíveis e justificáveis para radioproteção e segurança radiológica;

II - a distribuição das exposições individuais e coletivas em diferentes grupos de IOE;

III - a probabilidade e magnitude das exposições potenciais;

IV - o potencial impacto das ações voltadas para radioproteção nos demais riscos associados, não radiológicos, nos trabalhadores e indivíduos do público; e

V - boas práticas utilizadas em setores relevantes.

Parágrafo único. No caso de exposições médicas de pacientes, a otimização da radioproteção é implementada por meio da gestão da dose de radiação administrada, de acordo com a finalidade do procedimento médico; contudo, no caso de cuidadores e voluntários de pesquisa biomédica, a otimização deve respeitar as restrições de dose estabelecidas pela CENEN.

Art. 47. Valores para restrição de dose devem ser estabelecidos, abaixo dos quais deve ser realizada a otimização da radioproteção.

§ 1º Valores de restrição de dose no caso de exposições ocupacionais devem ser propostos pelo titular em função do tipo de instalação e atividade.

§ 2º Para restrição de dose no caso de exposição do público fica estabelecido o valor de referência de 0,3 mSv/ano, por fonte, para indivíduos do grupo crítico ou pessoa representativa.

§ 3º Para restrição de dose no caso de cuidadores e acompanhantes de pacientes é estabelecido pela CENEN o valor de referência de 5 mSv por procedimento diagnóstico ou terapêutico. Acompanhantes grávidas ou menores de 18 anos devem ser evitadas; caso essa exposição ocorra, é estabelecido pela CENEN o valor de restrição de dose de 1 mSv por episódio para crianças e de 1 mSv por episódio para o embrião ou feto.

§ 4º No caso de voluntários que realizem procedimentos diagnósticos como parte de um programa de pesquisa biomédica, valores de restrição de dose devem ser estabelecidos com base nos níveis de referência em diagnóstico para o procedimento diagnóstico em estudo, e com a aprovação por comitê de ética.

Art. 48. Os efeitos cumulativos de cada liberação anual de qualquer efluente devem ser restringidos de forma que seja improvável que a dose efetiva, em qualquer ano, exceda o limite de dose aplicável ao público.

Art. 49. O processo de otimização não exige a necessidade de atendimento aos princípios da justificação, limitação de dose ou quaisquer requisitos específicos do licenciamento da instalação e atividades.

Art. 50. A menos que a CENEN solicite especificamente, a demonstração de otimização de um sistema de radioproteção é dispensável quando o projeto do sistema assegure que em situações de exposição planejada, se cumpram as condições seguintes:

I - a dose efetiva anual média para qualquer IOE não excede a 1 mSv; e

II - a dose efetiva anual média para indivíduos do grupo crítico e pessoa representativa não ultrapasse 10 µSv.

Art. 51. A otimização da radioproteção das exposições médicas de pacientes deve ser entendida como a aplicação da dose de radiação estritamente necessária e suficiente para atingir os propósitos a que se destina.

Parágrafo único. Os níveis de referência em diagnóstico quando forem administradas doses ou atividades de radiofarmacos devem ser estabelecidos localmente, de forma a promover o processo de otimização da radioproteção quando estes forem excedidos ou o ajuste dos valores praticados quando estes estejam muito abaixo dos níveis determinados.

##### Subseção III Limitação da Dose

Art. 52. A exposição de indivíduos em situações de exposição planejada deve ser restringida de tal modo que o acréscimo da dose efetiva, ou dose equivalente em órgãos ou tecidos de interesse, causada pela possível combinação de exposições não exceda os limites de dose especificados na tabela a seguir, salvo em circunstâncias especiais autorizadas pela CENEN.

Limites de Dose Anuais [a]			
Grandezas	Órgão	Indivíduo Ocupacionalmente Exposto	Indivíduo do público
Dose efetiva	Corpo inteiro	20 mSv [b]	1 mSv [c]
	Cristalino	20 mSv [b]	15 mSv
Dose equivalente	Pele [d]	500 mSv	50 mSv
	Mãos e pés	500 mSv	---

[a] Para fins de controle administrativo efetuado pela CENEN, o termo dose anual deve ser considerado como dose no ano calendário, isto é, no período decorrente de janeiro a dezembro de cada ano.

[b] Este valor de limite de dose efetiva para corpo inteiro ou dose equivalente para cristalino pode, alternativamente, ser a média aritmética em 5 anos consecutivos, desde que não exceda 50 mSv em qualquer ano.

[c] Se a CENEN considerar pertinente poderá autorizar um valor de dose efetiva de até 5 mSv em um ano, desde que a dose efetiva média em um período de 5 anos consecutivos, não exceda a 1 mSv por ano.

[d] Valor médio em 1 cm² de área, na região mais irradiada.

Art. 53. No caso de mulheres grávidas e lactantes, as condições de trabalho devem ser adaptadas em relação à exposição ocupacional a fim de assegurar que se dá ao embrião ou ao feto ou ao lactante o mesmo nível geral de proteção que o requerido para os membros do público.

Art. 54. Os limites de dose estabelecidos nesta Norma não se aplicam às:

I - exposições médicas de pacientes;

II - exposições médicas de voluntários em pesquisas biomédicas; e

III - exposições médicas de acompanhantes voluntários que assistem a pacientes.

Parágrafo único. A CENEN deve ser consultada para dirimir dúvidas a respeito de situações específicas.

##### Subseção IV Verificação do Atendimento aos Requisitos

Art. 55. Para fins de verificação do cumprimento dos requisitos de radioproteção e segurança radiológica, os titulares devem, conforme aplicável, efetuar auditorias periódicas e monitoração dos trabalhadores e das áreas de trabalho, dos efluentes e do meio ambiente, e manter os seus registros.

§ 1º Os titulares devem utilizar laboratórios cujos serviços de ensaio de monitoração e de calibração de instrumentos de medição para radiações ionizantes sejam autorizados pela CENEN, em conformidade com os requisitos de norma específica, e acreditados pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) ou por organismos membros do ILAC (*International Laboratory Accreditation Co-Operation*).

§ 2º Os resultados de monitoração individual obtidos pelos serviços autorizados pela CENEN devem integrar o cadastro nacional do histórico de doses de radiação dos indivíduos ocupacionalmente expostos, organizado e administrado pela CENEN. Estes dados devem ser fornecidos pelo Serviços de Monitoração individual de acordo com as normas específicas da autorização de funcionamento destes serviços.

##### Seção IV Exposição Ocupacional

Art. 56. Os titulares e empregadores são responsáveis pela radioproteção e segurança radiológica dos trabalhadores, sejam IOE ou não, em suas instalações e atividades.

Art. 57. Trabalhadores sujeitos à exposição ocupacional devido à execução de atividades em áreas supervisionadas ou em áreas controladas devem ser classificados como IOE.

Art. 58. Os IOEs não podem ter idade inferior a 18 anos.

Art. 59. Os titulares e empregadores poderão permitir o acesso de estudantes com idade de 16 e 17 anos, em áreas supervisionadas e controladas para fins de treinamento ou estágio, desde que sob supervisão e que sejam aplicados os requisitos de exposição para indivíduos do público.

Art. 60. Os trabalhadores que desempenham suas atividades em áreas livres, não estando sujeitos à exposição ocupacional, devem ser classificados, quanto aos requisitos de radioproteção e segurança radiológica desta Norma, como indivíduos do público.

Parágrafo único. Os trabalhadores que de forma esporádica tenham que acessar áreas supervisionadas ou controladas para executar atividades não relacionadas à exposição ocupacional, devem ser classificados, quanto aos requisitos de radioproteção e segurança radiológica desta Norma, como indivíduos do público.

Art. 61. Quanto à exposição ocupacional em instalações e atividades, os titulares e empregadores devem garantir:

I - o estabelecimento, de um programa de monitoração radiológica ocupacional e o cálculo das doses dos IOEs conforme especificado no Anexo E;

II - a otimização da radioproteção, de forma que as exposições ocupacionais sejam tão baixas quanto exequíveis e o uso de recursos seja racionalmente justificável, de acordo com os requisitos desta Norma;

III - a observância dos limites de dose estabelecidos para os IOEs;

IV - a classificação radiológica das áreas conforme especificado no Anexo F;

V - a observância dos níveis de contaminação de superfície estabelecidos na Tabela G-I do Anexo G;

VI - que as decisões relativas às medidas de radioproteção e segurança radiológica sejam registradas e disponibilizadas aos IOEs ou seus representantes legais;

VII - o estabelecimento de políticas, procedimentos e arranjos organizacionais para radioproteção e segurança radiológica, com prioridade para medidas técnicas e de projeto;

VIII - a disponibilização de instalações, equipamentos e serviços para radioproteção e segurança radiológica dos IOEs, dimensionados de acordo com a probabilidade e magnitude das exposições ocupacionais esperadas;

IX - o acompanhamento da saúde ocupacional dos IOEs;

X - a realização de testes operacionais, calibrações e manutenções nos equipamentos de monitoração, de acordo com norma específica ou especificação do fabricante, a critério da CENEN;

XI - o treinamento dos IOEs em radioproteção e segurança radiológica, além de reciclagem periódica definida em normas específicas da CENEN;

XII - a manutenção dos registros ocupacionais; e

XIII - as condições necessárias para a promoção da cultura de segurança.

Art. 62. Os titulares e empregadores devem registrar qualquer relato recebido de um IOE, que identifique alguma situação que possa afetar a conformidade com os requisitos desta Norma, e adotar as medidas de mitigação necessárias.

Art. 63. O cumprimento dos requisitos desta Norma não exige titulares e empregadores de estarem em conformidade com os demais regulamentos de órgãos nacionais, estaduais ou municipais, relativos à segurança e saúde do trabalhador.

Art. 64. Os titulares, ao terceirizarem serviços que envolvam a exposição de IOE a uma fonte sob sua responsabilidade, devem:

I - assegurar que o empregador esteja ciente de suas responsabilidades em relação a esses IOEs, conforme estabelecido nesta Norma;

II - assegurar ao empregador desses IOEs que a instalação ou atividade atende aos requisitos de radioproteção e segurança radiológica desta Norma; e

III - prestar toda informação disponível, com relação à conformidade a esta Norma, que o empregador venha a requerer antes, durante ou após a contratação de tais serviços.

Art. 65. Como condição prévia ao trabalho dos IOEs terceirizados, os titulares devem obter dos empregadores o histórico de exposição ocupacional prévio e o Atestado de Saúde Ocupacional.

Art. 66. Quando o empregador não é o próprio titular, devem ser estabelecidas formalmente as responsabilidades e interfaces, de tal forma que todos os requisitos desta Norma sejam cumpridos.

Art. 67. Os empregadores que também exerçam o papel de titular devem acumular as responsabilidades de empregador e de titular.

Art. 68. São obrigações e deveres dos IOEs com relação à radioproteção e segurança radiológica em instalações e atividades:

I - seguir as regras e procedimentos aplicáveis, conforme especificado pelo titular ou empregador;

II - utilizar corretamente os equipamentos de monitoração e de proteção individual fornecidos;

III - cooperar com o titular ou empregador quanto ao cumprimento dos requisitos de radioproteção e segurança radiológica, de programas de radioproteção ocupacional e de programas de saúde ocupacional;

IV - fornecer ao titular ou empregador informações sobre o trabalho, passado e presente, que possam ter relevância para a garantia da eficácia da radioproteção e segurança radiológica;

V - abster-se de qualquer ação intencional que possa colocar a si ou a terceiros em situações que contrariem os requisitos desta Norma;

VI - seguir informações, instruções e treinamentos relacionados à radioproteção e segurança radiológica, com o objetivo de cumprir os requisitos desta Norma; e

VII - relatar ao titular ou empregador qualquer situação identificada que possa afetar adversamente a radioproteção e segurança radiológica.

##### Subseção I Registros Ocupacionais

Art. 69. Os titulares devem manter registros de exposição para cada IOE, incluindo informações sobre:

I - a natureza geral do trabalho;

II - as doses devidas às exposições interna e externa, quando iguais ou superiores aos níveis de registro estabelecidos; e

I - liberações de efluentes;  
II - kerma no ar no meio ambiente;  
III - concentração de atividade de radionuclídeos no meio ambiente; e  
IV - outros parâmetros importantes para a avaliação da exposição do público.  
Parágrafo único. Dependendo da natureza e da intensidade das exposições normais e potenciais previstas, o titular de uma instalação ou atividade poderá ser isento de estabelecer, executar e manter um PMRA, conforme normas específicas.

Art. 85. Os titulares devem reportar anualmente à CNEN, por meio de relatório, os resultados do programa de monitoração ambiental, incluindo, conforme necessário:
I - a composição e concentração de atividade das liberações de efluentes;
II - as taxas de kerma no ar nos limites da área de propriedade da instalação e em instalações abertas ao público;
III - os resultados da monitoração ambiental;
IV - as avaliações retrospectivas de doses para a pessoa representativa ou grupo crítico; e
V - a análise crítica dos resultados.  
Parágrafo único. A CNEN pode estabelecer, conforme necessário, outras frequências de envio do relatório.

Art. 86. Os titulares devem manter capacidade para conduzir monitorações adicionais nos níveis de radiação e das concentrações de radionuclídeos no meio ambiente devido a um acidente ou outro evento incomum atribuído à fonte de radiação ou instalação sob sua responsabilidade.

Art. 87. O Programa de Monitoração Radiológica Ambiental deve ser conduzido durante os estágios do processo de licenciamento ou de autorização pela CNEN, conforme o Anexo H.
§ 1º Na fase pré-operacional, no momento em que um pedido de licença ou autorização é apresentado, o titular ou requerente deve ter conduzido um programa de monitoração pré-operacional para fornecer dados ambientais básicos sobre as características do local.
I - o titular (ou requerente) deve obter informações sobre a ecologia, meteorologia, hidrologia, geologia, geoquímica e sismologia do local; e
II - para as características sujeitas à variação sazonal, os dados devem cobrir um período de pelo menos 24 (vinte e quatro) meses.
§ 2º Na fase operacional o titular deve manter um programa de monitoração ambiental, incluindo medições e observações que forneçam dados para:
I - avaliar os impactos potenciais à pessoa representativa ou grupos críticos e ao meio ambiente; e
II - permitir a estimativa de impactos de longo prazo e a necessidade de medidas mitigadoras.
§ 3º Na fase pós-operacional, incluindo o descomissionamento da instalação, o titular ou responsável deve manter um sistema de monitoração, com base no histórico operacional e nas atividades de descomissionamento, que seja capaz de prever liberações de radionuclídeos antes que a contaminação atinja o meio ambiente. No caso de mineração de urânio a favor de encerramento deve considerar os cenários de futura utilização da área a valor de referência de 300 Bq/m² para o controle do radônio em ambientes fechados.

Art. 88. Todas as fases do Programa de Monitoração Radiológica Ambiental devem estar submetidas a um Programa de Gestão da Qualidade consistente com as normas da CNEN.

<p style="text-align:center"><b>Seção VI</b> <b>Exposição Médica</b></p>
<p>Art. 89. As exposições médicas devem ser justificadas em três níveis: I - na consideração de que os benefícios previstos no diagnóstico ou terapia superem os riscos; II - na avaliação por órgãos de classe e autoridades de saúde de que os benefícios produzidos em um procedimento específico são maiores do que aqueles produzidos por técnicas alternativas que não utilizam radiações ionizantes; III - na aplicação de um determinado procedimento radiológico a um indivíduo específico, devem ser consideradas as características individuais, clínicas e o histórico dos procedimentos radiológicos.</p>

Art. 90. Os titulares, os médicos especialistas e os físicos médicos devem garantir que a radioproteção em cada exposição médica seja otimizada.

Art. 91. Os titulares devem coordenar ações para que:
I - sejam adotadas as medidas administrativas necessárias para que exposições médicas com fontes sob sua responsabilidade, para fins de diagnóstico ou terapia de pacientes, em medicina nuclear ou radioterapia, sejam realizadas apenas sob prescrição de médico especialista;
II - esteja disponível na instalação equipe de saúde legalmente reconhecida e habilitada para uso de fontes radioativas, além de IOE treinado por supervisor de radioproteção habilitado pela CNEN na respectiva área de atuação da instalação;
III - esteja disponível na instalação, equipe de saúde com quantidade de profissionais de acordo com o exigido em normas específicas;
IV - a dosimetria das fontes de radiação, a dosimetria clínica, dosimetria in vivo e os testes de controle da qualidade sejam executados ou supervisionados por físicos médicos especialistas, com qualificação reconhecida pela CNEN;
V - esteja disponível na instalação médico especialista quando da execução de procedimentos de dosimetria "in vivo";
VI - a calibração de instrumentos utilizados para medições das atividades de fontes e para dosimetria de feixes empregados em exposições médicas seja realizada por laboratório de calibração autorizado pela CNEN, em conformidade com os requisitos de norma específica, e acreditados pelo INMETRO ou por organismos membros do ILAC "*International Laboratory Accreditation Co-Operation*";
VII - seja implementado um programa de gestão da qualidade para exposições médicas;
VIII - seja restrita, conforme especificada nesta Norma, a exposição de acompanhantes voluntários que assistam pacientes submetidos a um procedimento diagnóstico ou terapêutico; e
IX - seja restrita, conforme especificada nesta Norma, a exposição de voluntários em pesquisas biomédicas.

Art. 92. Os titulares, em cooperação com os fornecedores, devem garantir que o equipamento radiológico médico e programas ou códigos computacionais que poderiam influenciar na entrega da exposição médica sejam utilizados apenas se estiverem em conformidade com os requisitos de normas aplicáveis da IEC "*International Electrotechnical Commission*" ou de acordo com normas nacionais equivalentes.

Art. 93. Os profissionais, definidos como IOE, de instalações e atividades que tem como campo de aplicação as exposições médicas, devem informar imediatamente ao titular qualquer deficiência ou necessidade relativa ao cumprimento desta Norma, no que se refere à radioproteção e segurança radiológica dos pacientes.

Art. 94. Os titulares devem garantir que nenhuma pessoa seja submetida a uma exposição médica na condição de acompanhante, a menos que:
I - seja voluntário e que tenha recebido informação pertinente sobre os riscos radiológicos envolvidos e os tenha compreendido;
II - seja fornecido equipamento de proteção individual para todos os casos pertinentes.

Art. 95. Os titulares devem garantir que nenhuma pessoa seja submetida a uma exposição médica na condição de participante de pesquisa biomédica, a menos que tenha recebido informação pertinente sobre os riscos radiológicos envolvidos e os tenha compreendido, e a pesquisa tenha sido aprovada por um comitê de ética.

Art. 96. Os titulares devem ainda:
I - identificar possíveis falhas de equipamento e erros humanos que possam resultar em exposições médicas acidentais;
II - adotar todas as medidas necessárias para prevenir as falhas e os erros, ou minimizar as suas consequências, incluindo a seleção de procedimentos, considerando os aspectos de radioproteção e segurança radiológica;
III - garantir a execução de procedimentos que permitam o conhecimento prévio da condição de grávida, possivelmente grávida, ou lactante de pacientes que serão submetidas a uma exposição médica;
IV - assegurar a existência de sinalização em locais de circulação livre, alertando sobre a necessidade da paciente informar à condição prevista no Inciso III.

Art. 97. Fornecedores de equipamentos geradores de radiação e de fontes radioativas têm responsabilidades em relação à segurança radiológica do seu projeto e fabricação do equipamento e, ainda, pelas instruções de operação para uso seguro.

Art. 98. Com relação a exposições médicas acidentais, os titulares devem:
I - investigar imediatamente ao ser identificada, e produzir relatório de investigação para exposições médicas diferentes daquelas planejadas, quando:
a) ocorrer qualquer tratamento médico administrado ao indivíduo errado ou ao tecido ou órgão errado do paciente, ou usando o radiofármaco errado, ou com uma atividade, uma dose ou fracionamento de dose diferente (acima ou abaixo) dos valores prescritos, ou que poderia levar a efeitos secundários graves;
b) ocorrer qualquer procedimento de diagnóstico em que a exposição seja diferente da planejada, no indivíduo errado ou no tecido ou órgão errado do paciente que seja submetido à exposição;
c) ocorrer exposição inadvertida do embrião ou feto durante a realização de um procedimento radiológico;
d) ocorrer qualquer falha ou erro, acidental ou não, de equipamento, de software ou sistema ou outra ocorrência incomum com o potencial de submeter o paciente a uma exposição médica substancialmente diferente da pretendida;
II - notificar a CNEN, após identificada a ocorrência, por meio de relatório de investigação que esclareça as causas do acidente, as doses absorvidas e sua distribuição no paciente, as providências tomadas, as medidas para prevenir a recorrência de tais acidentes e implementar aquelas sob sua responsabilidade em prazo estabelecido em normas específicas; e
III - informar por escrito sobre o acidente ao paciente e ao médico solicitante do procedimento.

Art. 99. No processo de otimização das exposições médicas para fins de diagnóstico, os titulares devem considerar os níveis de referência de diagnóstico estabelecidos com base em boas práticas médicas e de radioproteção.

<p style="text-align:center"><b>Seção VII</b> <b>Controle de Visitantes</b></p>
---

Art. 100. Com relação ao controle de visitantes os titulares devem:
I - aplicar os requisitos de exposição do público desta Norma aos visitantes de uma área controlada ou supervisionada;
II - assegurar que visitantes sejam acompanhados, em qualquer área controlada, por uma pessoa com conhecimentos sobre as medidas de radioproteção e segurança radiológica para aquela área;
III - assegurar que visitantes menores de 18 anos não tenham acesso às áreas controladas ou supervisionadas;
IV - fornecer informações e instruções aos visitantes antes de entrarem em uma área controlada ou supervisionada; e
V - assegurar o controle radiológico de visitantes na entrada em uma área controlada ou supervisionada.

<p style="text-align:center"><b>CAPÍTULO VI</b> <b>SITUAÇÕES DE EXPOSIÃO DE EMERGÊNCIA</b></p>
--

Art. 101. Em uma situação de exposição de emergência nuclear ou radiológica, resultante de um acidente, ato malicioso ou qualquer outro evento inesperado, devem ser adotadas ações protetoras e de mitigação, com o propósito de:
I - recuperar o controle da situação e mitigar consequências;
II - salvar vidas;
III - evitar efeitos determinísticos;
IV - reduzir o risco de efeitos estocásticos;
V - prestar primeiros socorros, fornecer tratamento médico e gerenciar os tratamentos de lesões por radiação;
VI - manter o público informado e a confiança do público nas ações de resposta;
VII - mitigar as consequências não radiológicas;
VIII - proteger a propriedade e o meio ambiente; e
IX - preparar-se para a retomada da atividade normal, social e econômica.

Art. 102. 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.

Art. 103. 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.  
Parágrafo único. As ações protetoras são sempre justificadas se a dose efetiva projetada ou medida for maior que os níveis de referência.

Art. 104. Devem ser utilizados os critérios genéricos para ações protetoras e mitigadoras específicas, expressas em termos de dose projetada ou de dose recebida, conforme estabelecidos nas Tabelas I-A, I-I(a), I-I(b) e I-I(c) do Anexo I.

Art. 105. Devem ser executadas ações protetoras, individualmente ou em combinação, se os critérios genéricos para projeção de dose ou dose recebida forem excedidos.  
Parágrafo único. Os níveis de intervenção operacional (NIO) para implementação dessas ações protetoras são estabelecidos no Anexo II.

Art. 106. 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.

Art. 107. 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.

Art. 108. A estratégia de proteção deve levar em consideração rejeitos e efluentes radioativos que possam resultar da adoção de ações protetoras e mitigadoras.  
Parágrafo único. Os rejeitos e efluentes radioativos decorrentes de ações em uma emergência devem ser identificados, caracterizados e categorizados em tempo útil e devem ser gerenciados de maneira que não comprometam a estratégia de proteção.

Art. 109. As ações protetoras e mitigadoras em caso de emergências devem ser avaliadas e agrupadas de acordo com a categorização das instalações.  
Parágrafo único. Deve ser 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.

Art. 110. Devem ser executadas prontamente ações protetoras urgentes, considerando a Tabela I-I do Anexo I, para evitar efeitos determinísticos, com base nas condições observadas e antes que qualquer exposição ocorra.

Art. 111. Devem ser executadas as ações protetoras urgentes preventivas e iniciais para reduzir o risco de efeitos estocásticos, tendo em conta as Tabelas I-I(a), I-I(b) e I-I(c) do Anexo I.

Art. 112. Durante uma situação de resposta à emergência a justificativa da intervenção, os níveis de intervenção operacional e os níveis de ação pré-estabelecidos devem considerar, conforme Anexo I:
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.

Art. 113. No caso de exposições ocupacionais recebidas por trabalhadores de emergência no curso de uma ação de resposta à emergência, devem ser cumpridos os seguintes requisitos:
I - nenhum membro das equipes deve ser exposto à uma dose efetiva superior a 50 mSv, exceto com a finalidade de:
a) salvar vidas ou prevenir danos sérios à saúde;
b) executar ações que evitem dose coletiva elevada;ou
c) executar ações para prevenir efeitos determinísticos severos e o desenvolvimento de situações catastróficas;
II - para as finalidades especificadas no Inciso I deste artigo, devem ser sempre observados os limiares relacionados aos efeitos determinísticos, conforme Tabela I-III do Anexo I; e
III - somente voluntários podem executar ações nas quais a dose efetiva possa exceder 50 mSv. Os voluntários devem ser informados de forma clara, com antecedência, sobre os riscos à saúde e as medidas disponíveis para proteção e segurança, e devem ser treinados para as ações que possam ser necessárias.

Art. 114. Os titulares e os responsáveis pelas organizações envolvidas na intervenção devem fornecer radioproteção e segurança radiológica apropriada aos membros das equipes, avaliar e registrar as doses recebidas e, quando a intervenção terminar, fornecer às partes interessadas os históricos das doses recebidas.

Art. 115. As doses recebidas em situação de exposição de emergência não impedem exposições ocupacionais posteriores, uma vez que estas não devem ser contabilizadas para fins de conformidade com os limites de dose para trabalhadores para situações de exposição planejada.  
Parágrafo único. No caso do trabalhador ter recebido, em situação de exposição de emergência, uma dose efetiva superior a 100 mSv ou dose absorvida superior ao limiar de efeitos determinísticos, o titular ou empregador deve solicitar uma avaliação de um médico qualificado.

Art. 116. As partes principais devem garantir os meios adequados para informar prontamente a CNEN sobre a:
I - avaliação prévia da extensão e significância de qualquer liberação acidental de materiais radioativos para o meio ambiente;
II - evolução da situação; e
III - necessidade de ações protetoras.

Art. 117. Os titulares devem notificar imediatamente a CNEN quando ocorrer uma situação que requiera intervenção, mantendo-a informada sobre:
I - a situação, a evolução e a previsão de desenvolvimento;
II - as medidas tomadas para a radioproteção e segurança radiológica dos IOEs e dos indivíduos do público; e
III - as exposições ocorridas e as previstas.

Art. 118. Devem ser adotadas as medidas necessárias para permitir a avaliação das exposições recebidas por indivíduos do público, como consequência de uma situação de exposição de emergência, e para disponibilização desses resultados ao público.

Art. 119. Uma ação protetora deve ser interrompida quando a avaliação mostrar que a continuidade da ação não é mais justificada.

Art. 120. Os responsáveis pela resposta à emergência devem manter registros de todas as avaliações, bem como dos resultados de monitoração das equipes de intervenção, dos indivíduos do público e do meio ambiente.

Art. 121. Terminada a emergência, a exposição residual deve ser reduzida de acordo com os requisitos de uma situação de exposição existente.

<p style="text-align:center"><b>CAPÍTULO VII</b> <b>SITUAÇÃO DE EXPOSIÇÃO EXISTENTE</b></p>
<p style="text-align:center"><b>Seção I</b> <b>Campo de Aplicação</b></p>

Art. 122. As situações de exposição existente para as quais esta Norma se aplica incluem:
I - exposição devido à contaminação de áreas por material radioativo residual derivado de:
a) atividades anteriores que nunca estiveram sujeitas ao controle regulatório;
b) atividades que foram reguladas em um marco regulatório anterior do vigente e requerem uma reavaliação; e
c) emergência radiológica ou nuclear, após a emergência ter sido declarada encerrada;
II - exposição devido a commodities que contenham radionuclídeos naturais ou artificiais derivados de material radioativo residual, incluindo alimentos, rações, água potável, fertilizantes e materiais de construção;
III - exposição nas instalações e atividades que processam materiais contendo radionuclídeos naturais, tais como indústria de mineração e beneficiamento, instalações para exploração e produção de óleo e gás, nos quais a contaminação de atividade de qualquer radionuclídeo da cadeia de decaimento do urânio ou do tório exceda a 1 Bq/g e a concentração de atividade de <sup>210</sup>Pb exceda a 10 Bq/g; e
IV - exposição devido a fontes naturais, incluindo:
a) radônio (<sup>222</sup>Rn e <sup>220</sup>Rn) e seus produtos de decaimento, em residências e locais de trabalho cuja origem do radônio não seja oriunda de uma situação de exposição planejada, mas que a radioatividade no solo e o material de construção o exija;
b) radionuclídeos de origem natural presentes em commodities como, alimentos, rações, água potável, fertilizantes agrícolas, corretivos de solo e materiais de construção; e
c) exposição da tripulação de aeronaves ou naves espaciais à radiação cósmica.

<p style="text-align:center"><b>Seção II</b> <b>Requisitos Gerais</b></p>
---

Art. 123. A CNEN identificará as situações de exposição existentes relevantes do ponto de vista da proteção radiológica, atribuindo responsabilidades pela radioproteção e segurança radiológica incluindo o estabelecimento de níveis de referência.  
§ 1º O nível de referência não deve ser considerado como um limite, mas como um valor de referência para o processo de otimização.  
§ 2º As ações remediadoras e protetoras devem ser justificadas e a radioproteção otimizada.

Art. 124. As estratégias de remediação e proteção estabelecidas para uma situação de exposição existente devem levar em consideração:
I - os objetivos a serem alcançados por meio da estratégia de proteção;
II - os níveis de referência adequados, conforme estabelecido no Anexo K;
III - que as exposições devido ao radônio devem ser controladas separadamente da exposição aos demais radionuclídeos;
IV - a avaliação das ações de remediação e proteção disponíveis para atingir os objetivos, considerando a efetividade das ações planejadas e implementadas, e os riscos radiológicos consequentes;
V - ações de comunicação ao público sobre os riscos potenciais à saúde e os meios disponíveis para reduzir suas exposições e riscos associados.  
Parágrafo único. A remediação e proteção para o gerenciamento das situações de exposição existentes devem ser proporcionais aos riscos radiológicos associados à situação de exposição existente; e os benefícios esperados das medidas corretivas ou de proteção devem ser suficientes para compensar o prejuízo associado à adoção de tais medidas, incluindo o prejuízo na forma de riscos radiológicos.

<p style="text-align:center"><b>Seção III</b> <b>Exposição do Público</b></p>
---

Art. 125. As pessoas físicas ou jurídicas responsáveis pela gestão das ações quer de controle quer de remediação, em uma situação de exposição existente, devem aplicar os requisitos de radioproteção e segurança radiológica relativos à exposição do público em qualquer situação de exposição especificada na Seção I (Campo de Aplicação) deste Capítulo.  
Parágrafo único. Os níveis de referência aplicáveis à situação de exposição existente devem ser expressos como uma dose efetiva anual para a pessoa representativa (ou grupo crítico) na faixa de 1 a 20 mSv, dependendo da situação que origine a exposição, conforme especificado no Anexo K. Dependendo do tipo de situação de exposição, devem ser adotadas medidas de radioproteção e segurança radiológica que incluam ações de controle da fonte e/ou remediação.

<p style="text-align:center"><b>Subseção I</b> <b>Ações de Remediação</b></p>
---

Art. 126. As ações de remediação devem ser justificadas e otimizadas, sendo implementadas por meio de:
I - remoção da fonte ou redução da sua magnitude em termos de atividade ou quantidade; ou
II - alteração do uso da área remediada, com modificação das vias de exposição.  
Parágrafo único. As ações de remediação não necessariamente implicam na remoção de toda a radioatividade ou a restauração das condições anteriores encontradas na área remediada.

Art. 127. As ações de remediação devem garantir que a forma, a escala e a duração de tais ações sejam otimizadas em conjunto com as partes interessadas.  
§ 1º Prioridade deve ser dada aos grupos da população para os quais a dose exceda o nível de referência.  
§ 2º Todas as medidas devem ser tomadas para evitar que as doses permaneçam acima dos níveis de referência.  
§ 3º O valor da radiação de fundo da região deve ser considerado durante o processo de otimização e, se necessário, descontado do valor de referência.

Art. 128. Os cenários de exposição devem ser revistos periodicamente para garantir que os níveis de referência aplicados permaneçam adequados às circunstâncias prevalentes.

<p style="text-align:center"><b>Subseção II</b> <b>Remediação de áreas com material radioativo residual</b></p>
---

Art. 129. As pessoas físicas ou jurídicas responsáveis pela remediação de áreas com material radioativo residual devem, conforme necessário:
I - notificar a CNEN sobre os responsáveis pela contaminação das áreas e os responsáveis pelo programa de remediação, incluindo o seu financiamento;
II - no caso em que as pessoas físicas ou jurídicas não estejam mais presentes ou sejam incapazes de atender às suas responsabilidades, fontes alternativas de financiamento devem ser estabelecidas pelas autoridades governamentais;
III - designar as pessoas físicas ou jurídicas responsáveis pelo planejamento, implementação e verificação dos resultados das ações de remediação;
IV - estabelecer e revisar continuamente quaisquer restrições ao uso ou acesso às áreas antes, durante e, se necessário, após a remediação; e
V - manter um sistema apropriado para registro de dados que cubram:
a) a natureza e a extensão da radiação;
b) as decisões tomadas antes, durante e após a remediação;
c) as informações sobre a verificação dos resultados das ações de remediação, incluindo os resultados de todos os programas de monitoração após a conclusão das ações remediadoras; e
d) estabelecer e implementar uma estratégia para a gestão de rejeitos radioativos decorrentes das ações de remediação, justa e justificável no uso de recursos da sociedade.

Art. 130. As pessoas físicas ou jurídicas responsáveis pelo planejamento, execução e verificação das ações de remediação devem submeter à CNEN um plano de remediação, para aprovação:
§ 1º O plano de remediação deve ser otimizado levando em consideração:
I - os impactos radiológicos e não radiológicos, incluindo fatores técnicos, sociais e econômicos;
II - a exposição ocupacional gerada na implementação das ações de remediação;
III - a exposição ocupacional e do público à radiação associada à gestão e deposição dos rejeitos gerados nesta fase; e
IV - os custos de transporte e gestão de rejeitos radioativos.
§ 2º Qualquer modificação no plano de remediação deve ser aprovada pela CNEN.

Art. 131. As pessoas físicas ou jurídicas responsáveis pelo planejamento, execução e verificação das ações de remediação devem:
I - estabelecer e implementar um programa de monitoração radiológica ambiental da área remediada;
II - estabelecer um sistema de informação ao público onde as partes interessadas possam estar envolvidas nas diversas etapas da remediação, incluindo qualquer monitoração após a remediação;
III - estabelecer um sistema para manutenção dos registros relativos à situação de exposição existente e para as ações tomadas para a radioproteção e segurança radiológica; e
IV - reportar à CNEN quaisquer condições anormais relevantes para a proteção dos membros do público relacionados à área remediada.

Art. 132. As pessoas físicas ou jurídicas responsáveis pela execução das ações de remediação que envolvam a remoção de material radioativo, os requisitos:
I - garantir que as atividades, incluindo a gestão dos rejeitos radioativos decorrentes das ações de remediação, sejam conduzidas de acordo com o plano de remediação aprovado pela CNEN;
II - monitorar a área regularmente durante as ações de remediação de modo a verificar os níveis de contaminação, a conformidade com os requisitos de gestão de rejeitos radioativos, além de possibilitar que níveis inesperados de radiação sejam detectados, permitindo que o plano de remediação seja revisado; e
III - realizar um levantamento radiométrico após a conclusão das ações de remediação para demonstrar que o critério de liberação autorizado foi alcançado, conforme estabelecido no plano de remediação.

Art. 133. As pessoas físicas ou jurídicas responsáveis devem submeter o relatório final de remediação para aprovação da CNEN.

Art. 134. As pessoas físicas ou jurídicas responsáveis pelas medidas de controle pós-remediação devem estabelecer e manter, pelo tempo que for exigido pela CNEN, um programa de monitoração para áreas nas quais os controles não são necessários após a remediação.  
Parágrafo único. O programa de monitoração pós-remediação deve ser:
I - capaz de verificar a efetividade a longo prazo das ações remediadoras; e
II - aprovado pela CNEN.

<p style="text-align:center"><b>Subseção III</b> <b>Exposição do público em decorrência de indústrias que processam materiais contendo radionuclídeos de ocorrência natural</b></p>
---

Art. 135. As pessoas físicas ou jurídicas devem submeter para avaliação da CNEN a caracterização radiológica da instalação ou atividade, o nível de referência de dose efetiva anual a ser adotado para o grupo crítico ou para a pessoa representativa (intervalo de referência de 1 a 5mSv/ano), conforme anexo K, incluindo a caracterização dos efluentes, dos resíduos e rejeitos, análise das vias de exposição e avaliação das doses. A exposição ao radônio deve ser controlada separadamente observando o valor de referência de 300 Bq/m³ para ambientes fechados.  
§ 1º O processo de otimização da proteção, incluindo a seleção e implementação de ações de proteção, deve envolver as partes interessadas na tomada de decisão.  
§ 2º O valor da radiação de fundo da região deve ser considerado durante o processo de otimização e, se necessário, descontado do valor de referência.

Art. 136. As pessoas físicas ou jurídicas responsáveis pelas instalações e atividades devem submeter requerimento para obtenção dos atos administrativos pertinentes, considerando o conceito de abordagem gradativa e normas aplicáveis da CNEN.  
Parágrafo único. A CNEN determinará, de acordo com a abordagem gradativa, os requisitos para a instalação ou atividade, considerando desde a isenção até à aplicação dos requisitos regulatórios previstos para situação de exposição planejada.

Art. 137. As pessoas físicas ou jurídicas responsáveis pelas instalações ou atividades devem estabelecer e implementar, quando necessário, uma estratégia para gestão de rejeitos contendo radionuclídeos naturais.

Art. 138. Para a reutilização e a reciclagem de resíduos contendo material radioativo de ocorrência natural, as pessoas físicas ou jurídicas responsáveis pelas instalações e atividades devem submeter à CNEN avaliação radiológica, com base no cenário de utilização e considerando o valor da dose efetiva da ordem daquele adotado para isenção para radionuclídeos naturais (1 mSv/a), excluindo a contribuição do radônio. A exposição ao radônio deve ser controlada observando o valor de referência de 300 Bq/m³ para ambientes fechados.

<p style="text-align:center"><b>Subseção IV</b> <b>Exposição do público devido ao radônio em ambientes fechados</b></p>
---

Art. 139. Em residências ou outras áreas com alto fator de ocupação como creches, hospitais e locais de trabalho deve ser adotado o nível de referência para concentração de radônio de 300 Bq/m³, conforme anexo K.  
§ 1º As ações de redução das concentrações de atividade de radônio devem ser justificadas e otimizadas.  
§ 2º As informações relevantes sobre a exposição ao radônio e os riscos associados para a saúde humana devem ser fornecidas ao público e a outras partes interessadas.  
§ 3º Nos locais de trabalho em que não for possível reduzir as concentrações de radônio a valores inferiores a 1000 Bq/m³, devem ser aplicados os requisitos relevantes para exposição ocupacional em situação de exposição planejada.

<p style="text-align:center"><b>Subseção V</b> <b>Exposição do público devido a radionuclídeos em commodities (Produtos básicos)</b></p>
--

Art. 140. O nível de referência de 1 mSv/ano para a pessoa representativa ou grupo crítico, conforme Anexo K, deve ser adotado para uma situação de exposição existente devido a radionuclídeos em commodities, como materiais de construção, alimentos e rações, e na água potável.  
§ 1º O nível de referência estabelecido para a situação de exposição existente, devido a radionuclídeos em commodities, deve ser utilizado como diretriz de radioproteção por outros órgãos brasileiros com competências sobre a matéria.  
§ 2º No caso de água potável, a CNEN recomenda que o órgão regulador controle os radionuclídeos na água usada para consumo utilizando, além do nível de referência de 1 mSv/ano, o nível de investigação de 0,1 mSv/ano, conforme metodologia descrita no Anexo L.

<p style="text-align:center"><b>Seção IV</b> <b>Exposição de Trabalhadores</b></p>
--

Art. 141. As pessoas físicas ou jurídicas responsáveis por lidar com situações de exposição existente são responsáveis pela radioproteção dos trabalhadores envolvidos e sujeitos à exposição à radiação ionizante.

<p style="text-align:center"><b>Subseção I</b> <b>Exposição de trabalhadores envolvidos na remediação de áreas com material radioativo residual</b></p>
---

Art. 142. As pessoas físicas ou jurídicas responsáveis pela implantação de ações remediadoras ou protetoras, devem estabelecer uma estrutura de radioproteção que atenda aos mesmos requisitos estabelecidos para exposições ocupacionais em situação de exposição planejada.

Art. 143. Os trabalhadores envolvidos na implantação das ações remediadoras devem estar submetidos aos mesmos requisitos de radioproteção estabelecidos para os trabalhadores que atuam em situações de exposição planejada.

<p style="text-align:center"><b>Subseção II</b> <b>Exposição de trabalhadores em indústrias que processam materiais contendo radionuclídeos de ocorrência natural</b></p>
---

Art. 144. As pessoas físicas ou jurídicas devem submeter para avaliação da CNEN a caracterização radiológica da instalação ou atividade, incluindo exposição ao radônio, de forma que sejam identificadas nas etapas de produção, as possíveis fontes e vias de exposição de trabalhadores aos radionuclídeos de ocorrência natural.

Art. 145. As pessoas físicas ou jurídicas devem aplicar uma abordagem gradativa de modo que os esforços e recursos dependidos na proteção, sejam proporcionais aos riscos radiológicos estimados.  
Parágrafo único. A CNEN determinará, de acordo com a abordagem gradativa, os requisitos para a classificação da instalação, considerando desde a isenção até a aplicação de requisitos regulatórios previstos para situação de exposição planejada.

<p style="text-align:center"><b>Subseção III</b> <b>Exposição dos aeronautas à radiação cósmica</b></p>
---

Art. 146. Os empregadores são responsáveis pelo controle da exposição ocupacional à radiação cósmica dos aeronautas que trabalham em voos com altitudes iguais ou superiores a 8.500 m (28.000 pés).

Art. 147. Para efetuar controle da exposição ocupacional dos aeronautas à radiação cósmica, os empregadores devem:
I - estimar as doses efetivas anuais dos aeronautas, em função de suas rotas e número de horas de voo;
II - manter um banco de dados com os registros das doses efetivas anuais estimadas;
III - disponibilizar os registros das doses efetivas estimadas aos aeronautas;
IV - manter os aeronautas informados sobre os riscos da exposição à radiação ionizante;
V - informar as aeronautas sobre o risco para o embrião ou feto devido à exposição à radiação cósmica e sobre a necessidade de notificação imediata da gravidez.  
§ 1º Para fim de composição do banco de dados, deverão ser registradas as doses efetivas anuais iguais ou superiores ao valor de 1mSv por ano de adicional de dose acima do valor médio de radiação de fundo na superfície terrestre.

§ 2º Quando uma aeronauta notificar gravidez, o empregador deve avaliar a necessidade de adaptação das condições de trabalho em relação à exposição à radiação, de forma a garantir que o embrião ou feto receba o mesmo nível de proteção exigido para membros do público.

Art. 148. O valor de 5 mSv para a dose efetiva anual está estabelecido nesta norma (anexo K), como nível de referência para avaliação da implantação de medidas radioproteção para otimizar a exposição de aeronautas à radiação cósmica.

#### CAPÍTULO VIII DISPOSIÇÕES GERAIS E TRANSITÓRIAS

Art. 149. Toda licença, autorização ou outro ato administrativo de natureza semelhante concedido pela CNEN poderá ser suspenso, modificado ou cassado, quando houver o descumprimento de requisitos regulatórios aplicáveis, ou poderá ser revogado por razões de conveniência e oportunidade no atendimento do interesse público.

Art. 150. Quaisquer omissões ou dúvidas de interpretação que possam surgir em relação às disposições desta Norma serão esclarecidas pela CNEN.

Art. 151. Esta Norma entra em vigor na data de sua publicação e produzirá efeitos imediatos, salvo para:
I - os dispositivos a seguir, no caso de instalação radiativas, que entrarão em vigor em 4 anos após a publicação no DOU:

a) § 1º do art. 12;
b) art. 14;
c) inciso II do art. 20;
d) seções I e II do Capítulo III;
e) §§ 3º e 4º do art. 47;
f) parágrafo único do art. 51;
g) art. 65;
h) art. 66;
i) inciso V do art. 73;
j) inciso IV do art. 74;
k) incisos II, III, IV, V e VI do art. 77;
l) art. 79;
m) art. 81;
n) art. 83;
o) art. 87;
p) incisos VIII e IX do art. 91;
q) art. 94;
r) art. 95;
s) art. 99; e
t) incisos VI, XI, XVI e XVII do art. 2º do Anexo D;
II - os dispositivos a seguir, que entrarão em vigor em 4 anos após a publicação no DOU:
a) § 1º do art. 55;
b) art. 139;
c) art. 140;
d) subseção III da Seção IV do Capítulo VII.

Art. 152. Esta norma tem caráter de norma geral, devendo ser interpretada sistematicamente de acordo com as demais normas regulatórias emitidas pela autarquia.

Art. 153. Os artigos desta Norma referentes a situações de exposição devido à instalações e atividades reguladas por outras autoridades regulatórias são estabelecidos como diretrizes de radioproteção e segurança radiológica.

Art. 154. Revogam-se as Posições Regulatórias:

3.01 / 001:2011 - Critérios de exclusão, isenção e dispensa de requisitos de proteção radiológica
3.01 / 002:2011 - Fatores de ponderação para as grandezas de proteção radiológica
3.01 / 003:2011 - Coeficientes de dose para indivíduos ocupacionalmente expostos
3.01 / 004:2011 - Restrição de dose, níveis de referência ocupacionais e classificação de áreas
3.01 / 005:2011 - Critérios de cálculo de dose efetiva a partir da monitoração individual
3.01 / 006:2011 - Medidas de proteção e critérios de intervenção em situações de emergência
3.01 / 007:2005 - Níveis de intervenção e de ação para exposição crônica
3.01 / 008:2011 - Programa de monitoração radiológica ambiental
3.01 / 009:2011 - Modelo para elaboração de relatórios de programa de monitoração radiológica ambiental
3.01 / 010:2011 - Níveis de dose para notificação à CNEN
3.01 / 011:2011 - Coeficientes de Dose para Exposição do Público
3.01 / 012:2020 - Níveis de Investigação e de Referência para Radioatividade em Água Potável.

<b>ANEXO A</b>	
<b>FATORES DE PONDERAÇÃO PARA GRANDEZAS DE PROTEÇÃO RADIOLOGICA</b>	
<b>TABELA A-I - FATOR DE QUALIDADE (Q) EM FUNÇÃO DA TRANSFERÊNCIA LINEAR DE ENERGIA NÃO RESTRITA NA ÁGUA, L</b>	
<b>L na água (em keV/µm)</b>	<b>Q(L)</b>
< 10	1
10–100	0,32L – 2,2
> 100	300/L

Fonte: ICRP, Publicação nº 103, 2007

<b>TABELA A-II - FATORES DE PESO DA RADIAÇÃO<sup>a</sup> (w<sub>r</sub>)</b>	
<b>Tipo e faixa de energia<sup>a</sup></b>	<b>Fator de peso da radiação, w<sub>r</sub></b>
Fótons, todas as energias	1
Elétrons e muons, todas as energias <sup>a</sup>	1
Prótons e Pions carregados	2
Partículas alfa, fragmentos de fissão, íons pesados	20
Neutrons : E <sub>n</sub> < 1 MeV	<b>2,5 + 18,2 × e<sup>-[ln(E<sub>n</sub>)]<sup>2</sup>/6</sup></b>
1MeV ≤ E <sub>n</sub> ≤ 50 MeV	<b>5,0 + 17,0 × e<sup>-[ln(2E<sub>n</sub>)]<sup>2</sup>/6</sup></b>
E <sub>n</sub> > 50 MeV	<b>2,5 + 3,25 × e<sup>-[ln(0,04E<sub>n</sub>)]<sup>2</sup>/6</sup></b>

Fonte: ICRP, Publicação nº103, 2007

<sup>a</sup>Todos os valores se relacionam à radiação incidente no corpo ou, para fontes internas, emitidos pelos radionuclídeos incorporados pela fonte.

<b>TABELA A-III - FATORES DE PONDERAÇÃO DE ÓRGÃO OU TECIDO (w<sub>t</sub>)</b>			
<b>Tecido ou Órgão</b>	<b>Número de tecidos</b>	<b>w<sub>t</sub> (Valor para cada órgão)</b>	<b>Contribuição Total</b>
Gonadas <sup>1</sup>	1	0,08	0,08

<b>Tecido ou Órgão</b>	<b>Número de tecidos</b>	<b>w<sub>t</sub> (Valor para cada órgão)</b>	<b>Contribuição Total</b>
Pulmão, Estomago Colon <sup>2</sup> , Medula Óssea e Mama, Restantes <sup>3</sup>	6	0,12	0,72
Tireoide, Esôfago, Bexiga e Fígado	4	0,04	0,16
Superfície óssea, pele, cérebro, glândulas salivares	4	0,01	0,04

Fonte: ICRP, Publicação nº 103 (2007)

1. O w<sub>t</sub> para gônadas é aplicado à média das doses nos testículos e ovários.

2. A dose para o cólon é considerada a média ponderada da massa de doses ULI e LLI, como na formulação da Publicação 60.

3. Os tecidos restantes são: supra-renais, tecido extratorácico (ET), vesícula biliar, coração, rins, nódulos linfáticos, músculo, mucosa oral, pâncreas, próstata (p/homens), intestino delgado, baço, timo, útero / colo do útero (p/mulheres).

<b>ANEXO B</b>		
<b>CATEGORIZAÇÃO DE FONTES SELADAS UTILIZADAS EM INSTALAÇÕES RADIATIVAS</b>		
<b>TABELA B-I – CATEGORIZAÇÃO DE FONTES RADIOATIVAS</b>		
<b>Categoria</b>	<b>Razão A/D<sup>a</sup></b>	<b>Aplicações mais comuns</b>
1	A/D ≥ 1000	Geradores Termoelétricos Radioativos Irradiadores de Grande Porte Irradiadores de sangue Teleterapia Teleterapia de múltiplas fontes ( <i>gamma knife</i> )
2	1000 > A/D ≥ 10	Radiografia industrial (gamagrafia) Braquiterapia
3	10 > A/D ≥ 1	Medidores nucleares com fontes de alta atividade Perfilagem de poços
4	1 > A/D ≥ 0,01	Braquiterapia de baixas doses Medidores nucleares com fontes de média e baixa atividades Eliminadores de estática
5	0,01 > A/D ≥ <p>↳ nível de isenção**</p>	Braquiterapia oftalmológica de baixas doses Implantes permanentes Equipamentos de fluorescência de Raios X Equipamentos de captura de elétrons Fontes de espectroscopia Mossbauer Fontes teste para Tomografia por Emissão de Pósitrons

Fonte: IAEA, RS-G-1.9 (2005)

<sup>a</sup> Onde A é a Atividade da fonte e D é a atividade de uma fonte que, não estando sob controle, possa causar um efeito determinístico severo, conforme Tabela B-II. A fonte é definida como perigosa quando, uma vez fora de controle, tem capacidade de causar efeitos determinísticos severos àquele a ela expostos.

\*\* Os níveis de isenção são apresentados na tabela C-I do ANEXO C.

<b>TABELA B-II – VALORES DE D</b>			
<b>Radionuclídeo</b>	<b>D (TBq)</b>	<b>Radionuclídeo</b>	<b>D (TBq)</b>
Am-241	6 ×10 <sup>-2</sup>	Mo-99	3 ×10 <sup>-1</sup>
Am-241/Be	6 ×10 <sup>-2</sup>	Ni-63	6 ×10 <sup>1</sup>
Au-198	2 ×10 <sup>-1</sup>	P-32	1 ×10 <sup>1</sup>
Cd-109	2 ×10 <sup>1</sup>	Pd-103	9 ×10 <sup>1</sup>
Cf-252	2 ×10 <sup>-2</sup>	Pm-147	4 ×10 <sup>1</sup>
Cm-244	5 ×10 <sup>-2</sup>	Po-210	6 ×10 <sup>-2</sup>
Co-57	7 ×10 <sup>-1</sup>	Pu-238	6 ×10 <sup>-2</sup>
Co-60	3 ×10 <sup>-2</sup>	Pu-239/Be	6 ×10 <sup>-2</sup>
Cs-137	1 ×10 <sup>-1</sup>	Ra-226	4 ×10 <sup>-2</sup>
Fe-55	8 ×10 <sup>2</sup>	Ru-106 (Rh-106)	3 ×10 <sup>-1</sup>
Gd-153	1 ×10 <sup>0</sup>	Se-75	2 ×10 <sup>-1</sup>
Ge-68	7 ×10 <sup>-2</sup>	Sr-90 (Y-90)	1 ×10 <sup>0</sup>
H-3	2 ×10 <sup>1</sup>	Tc-99m	7 ×10 <sup>-1</sup>
I-125	2 ×10 <sup>-1</sup>	Tl-204	2 ×10 <sup>1</sup>
I-131	2 ×10 <sup>-1</sup>	Tm-170	2 ×10 <sup>1</sup>
Ir-192	8 ×10 <sup>-2</sup>	Yb-169	3 ×10 <sup>-1</sup>
Kr-85	3 ×10 <sup>1</sup>		

<b>ANEXO C</b>					
<b>TABELA C-I – NÍVEIS DE ISENÇÃO DE QUANTIDADES ATÉ 1 TONELADA DE MATERIAL EM CONCENTRAÇÕES DE ATIVIDADES E ATIVIDADE TOTAL DE RADIONUCLÍDEOS</b>					
<b>Radionuclídeo</b>	<b>Concentração de Atividade (Ba/g)</b>	<b>Atividade (Bq)</b>	<b>Radionuclídeo</b>	<b>Concentração de Atividade (Ba/g)</b>	<b>Atividade (Bq)</b>
H-3	1 × 10 <sup>6</sup>	1 × 10 <sup>0</sup>	Sc-45	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>7</sup>
Be-7	1 × 10 <sup>3</sup>	1 × 10 <sup>7</sup>	Sc-46	1 × 10 <sup>3</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>
Be-10	1 × 10 <sup>4</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>	Sc-47	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>
C-11	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>	Sc-48	1 × 10 <sup>3</sup>	1 × 10 <sup>5</sup>
C-14	1 × 10 <sup>4</sup>	1 × 10 <sup>7</sup>	Sc-49	1 × 10 <sup>3</sup>	1 × 10 <sup>5</sup>
N-13	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>0</sup>	Ti-44	1 × 10 <sup>3</sup>	1 × 10 <sup>3</sup>
Ne-19	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>0</sup>	Ti-45	1 × 10 <sup>3</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>
O-15	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>0</sup>	V-47	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>3</sup>
F-18	1 × 10 <sup>3</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>	V-48	1 × 10 <sup>3</sup>	1 × 10 <sup>5</sup>
Na-22	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>	V-49	1 × 10 <sup>4</sup>	1 × 10 <sup>7</sup>
Na-24	1 × 10 <sup>3</sup>	1 × 10 <sup>0</sup>	Cr-48	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>
Mg-28	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>	Cr-49	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>
Al-26	1 × 10 <sup>3</sup>	1 × 10 <sup>0</sup>	Cr-51	1 × 10 <sup>3</sup>	1 × 10 <sup>7</sup>

<b>Si-31</b>	<b>1 × 10<sup>3</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>Mn-51</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>
<b>Si-32</b>	<b>1 × 10<sup>3</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>Mn-52</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>
<b>P-32</b>	<b>1 × 10<sup>3</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>Mn-52m</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>
<b>P-33</b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>1 × 10<sup>8</sup></b>	<b>Mn-53</b>	<b>1 × 10<sup>4</sup></b>	<b>1 × 10<sup>9</sup></b>
<b>S-35</b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>1 × 10<sup>8</sup></b>	<b>Mn-54</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>
<b>Cl-36</b>	<b>1 × 10<sup>4</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>Mn-56</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>
<b>Cl-38</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>Fe-52</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>
<b>Cl-39</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>Fe-55</b>	<b>1 × 10<sup>4</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>
<b>Ar-37</b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>1 × 10<sup>8</sup></b>	<b>Fe-59</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>
<b>Ar-39</b>	<b>1 × 10<sup>7</sup></b>	<b>1 × 10<sup>4</sup></b>	<b>Fe-60</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>
<b>Ar-41</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>9</sup></b>	<b>Co-55</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>
<b>K-40</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>Co-56</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>
<b>K-42</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>Co-57</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>
<b>K-43</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>Co-58</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>
<b>K-44</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>Co-58m</b>	<b>1 × 10<sup>4</sup></b>	<b>1 × 10<sup>7</sup></b>
<b>K-45</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>Co-60</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>
<b>Ca-41</b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>1 × 10<sup>7</sup></b>	<b>Co-60m</b>	<b>1 × 10<sup>3</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>
<b>Ca-45</b>	<b>1 × 10<sup>4</sup></b>	<b>1 × 10<sup>7</sup></b>	<b>Co-61</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>
<b>Ca-47</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>Co-62m</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>
<b>Sc-43</b>	<b>1 × 101</b>	<b>1 × 106</b>	<b>Ni-56</b>	<b>1 × 101</b>	<b>1 × 106</b>
<b>Sc-44</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>Ni-57</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>
<b>Ni-59</b>	<b>1 × 10<sup>4</sup></b>	<b>1 × 10<sup>8</sup></b>	<b>As-72</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>
<b>Ni-63</b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>1 × 10<sup>8</sup></b>	<b>As-73</b>	<b>1 × 10<sup>3</sup></b>	<b>1 × 10<sup>7</sup></b>
<b>Ni-65</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>As-74</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>
<b>Ni-66</b>	<b>1 × 10<sup>4</sup></b>	<b>1 × 10<sup>7</sup></b>	<b>As-76</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>
<b>Cu-60</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>As-77</b>	<b>1 × 10<sup>3</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>
<b>Cu-61</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>As-78</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>
<b>Cu-64</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>Se-70</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>
<b>Cu-67</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>Se-73</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>
<b>Zn-62</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>Se-73m</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>
<b>Zn-63</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>Se-75</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>
<b>Zn-65</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>Se-79</b>	<b>1 × 10<sup>4</sup></b>	<b>1 × 10<sup>7</sup></b>
<b>Zn-69</b>	<b>1 × 10<sup>4</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>Se-81</b>	<b>1 × 10<sup>3</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>
<b>Zn-69m</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>Se-81m</b>	<b>1 × 10<sup>3</sup></b>	<b>1 × 10<sup>7</sup></b>
<b>Zn-71m</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>Se-83</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>
<b>Zn-72</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>Br-74</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>
<b>Ga-65</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>Br-74m</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>
<b>Ga-66</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>Br-75</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>
<b>Ga-67</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>Br-76</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>
<b>Ga-68</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>Br-77</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>
<b>Ga-70</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>Br-80</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>
<b>Ga-72</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>Br-80m</b>	<b>1 × 10<sup>3</sup></b>	<b>1 × 10<sup>7</sup></b>
<b>Ga-73</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>Br-82</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>
<b>Ge-66</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>Br-83</b>	<b>1 × 10<sup>3</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>
<b>Ge-67</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>Br-84</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>
<b>Ge-68<sup>b</sup></b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>Kr-74</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>9</sup></b>
<b>Ge-69</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>Kr-76</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>9</sup></b>
<b>Ge-71</b>	<b>1 × 10<sup>4</sup></b>	<b>1 × 10<sup>8</sup></b>	<b>Kr-77</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>9</sup></b>
<b>Ge-75</b>	<b>1 × 10<sup>3</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>Kr-79</b>	<b>1 × 10<sup>3</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>
<b>Ge-77</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>Kr-81</b>	<b>1 × 10<sup>4</sup></b>	<b>1 × 10<sup>7</sup></b>
<b>Ge-78</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>Kr-81m</b>	<b>1 × 10<sup>3</sup></b>	<b>1 × 10<sup>10</sup></b>
<b>As-69</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>Kr-83m</b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>1 × 10<sup>12</sup></b>
<b>As-70</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>Kr-85</b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>	<b>1 × 10<sup>4</sup></b>
<b>As-71</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>6</sup></b>	<b>Kr-85m</b>	<b>1 × 10<sup>3</sup></b>	<b>1 × 10<sup>10</sup></b>
<b>Kr-87</b>	<b>1 × 10<sup>2</sup></b>	<b>1 × 10<sup>9</sup></b>	<b>Y-94</b>	<b>1 × 10<sup>1</sup></b>	<b>1 × 10<sup>5</sup></b>

Pd-101	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	In-115	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^5$
Pd-103	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^8$	In-115m	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Pd-107	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^8$	In-116m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Pd-109	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$	In-117	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Ag-102	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$	In-117m	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Ag-103	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	In-119m	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Ag-104	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Sn-110	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Ag-104m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Sn-111	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Ag-105	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Sn-113	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Ag-106	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Sn-117m	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Sn-119m	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$	Te-123m	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Sn-121	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$	Te-125m	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Sn-121m <sup>b</sup>	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$	Te-127	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Sn-123	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$	Te-127m	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Sn-123m	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Te-129	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Sn-125	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$	Te-129m	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Sn-126 <sup>b</sup>	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$	Te-131	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Sn-127	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Te-131m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Sn-128	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Te-132	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Sb-115	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Te-133	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Sb-116	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Te-133m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Sb-116m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$	Te-134	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Sb-117	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$	I-120	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Sb-118m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	I-120m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Sb-119	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$	I-121	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Sb-120	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	I-123	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Sb-120m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	I-124	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Sb-122	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^4$	I-125	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Sb-124	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	I-126	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Sb-124m	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	I-128	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Sb-125	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	I-129	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Sb-126	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$	I-130	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Sb-126m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$	I-131	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Sb-127	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	I-132	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Sb-128	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$	I-132m	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Sb-128m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$	I-133	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Sb-129	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	I-134	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Sb-130	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$	I-135	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Sb-131	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Xe-120	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^9$
Te-116	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$	Xe-121	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^9$
Te-121	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Xe-122 <sup>b</sup>	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^9$
Te-121m	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Xe-123	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^9$
Te-123	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$	Xe-125	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^9$
Xe-127	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^5$	La-131	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Xe-129m	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$	La-132	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Xe-131m	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$	La-135	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Xe-133m	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$	La-137	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Xe-133	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$	La-138	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Xe-135	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^{10}$	La-140	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Xe-135m	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^9$	La-141	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Xe-138	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^9$	La-142	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Cs-125	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	La-143	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Cs-127	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$	Ce-134	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Cs-129	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$	Ce-135	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Cs-130	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Ce-137	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$

Cs-131	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$	Ce-137m	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Cs-132	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$	Ce-139	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Cs-134m	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^5$	Ce-141	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Cs-134	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	Ce-143	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Cs-135	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$	Ce-144 <sup>b</sup>	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Cs-135m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Pr-136	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Cs-136	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$	Pr-137	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Cs-137 <sup>b</sup>	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	Pr-138m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Cs-138	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	Pr-139	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Ba-126	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$	Pr-142	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Ba-128	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$	Pr-142m	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^9$
Ba-131	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Pr-143	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
Ba-131m	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$	Pr-144	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Ba-133	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Pr-145	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^5$
Ba-133m	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Pr-147	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Ba-135m	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Nd-136	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Ba-137m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Nd-138	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Ba-139	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$	Nd-139	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Ba-140 <sup>b</sup>	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$	Nd-139m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Ba-141	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$	Nd-141	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Ba-142	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Nd-147	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Nd-149	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Eu-155	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Nd-151	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$	Eu-156	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Pm-141	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$	Eu-157	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Pm-143	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Eu-158	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Pm-144	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Gd-145	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Pm-145	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$	Gd-146 <sup>b</sup>	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Pm-146	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Gd-147	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Pm-147	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$	Gd-148	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Pm-148	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$	Gd-149	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Pm-148m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Gd-151	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Pm-149	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$	Gd-152	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Pm-150	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$	Gd-153	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Pm-151	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Gd-159	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Sm-141	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$	Tb-147	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Sm-141m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Tb-149	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Sm-142	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$	Tb-150	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Sm-145	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$	Tb-151	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Sm-146	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$	Tb-153	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Sm-147	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	Tb-154	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Sm-151	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^8$	Tb-155	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Sm-153	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Tb-156	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Sm-155	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Tb-156m(*)	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Sm-156	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Tb-156m'(**)	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Eu-145	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Tb-157	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Eu-146	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Tb-158	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Eu-147	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Tb-160	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Eu-148	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Tb-161	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Eu-149	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$	Dy-155	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Eu-150	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Dy-157	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Eu-150m	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$	Dy-159	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Eu-152	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Dy-165	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Eu-152m	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Dy-166	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Eu-154	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Ho-155	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Ho-157	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Lu-172	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$

Ho-159	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Lu-173	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Ho-161	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$	Lu-174	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Ho-162	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$	Lu-174m	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Ho-162m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Lu-176	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Ho-164	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$	Lu-176m	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Ho-164m	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$	Lu-177	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Ho-166	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^5$	Lu-177m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Ho-166m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Lu-178	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Ho-167	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Lu-178m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Er-161	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Lu-179	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Er-165	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$	Hf-170	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Er-169	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$	Hf-172b	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Er-171	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Hf-173	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Er-172	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Hf-175	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Tm-162	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Hf-177m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Tm-166	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	Hf-178m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Tm-167	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Hf-179m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Tm-170	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$	Hf-180m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Tm-171	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^8$	Hf-181	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Tm-172	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Hf-182	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Tm-173	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$	Hf-182m	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$

Ac-228	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>	Np-236m	1 × 10 <sup>3</sup>	1 × 10 <sup>7</sup>
Th-226 <sup>b</sup>	1 × 10 <sup>3</sup>	1 × 10 <sup>7</sup>	Np-237 <sup>b</sup>	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>3</sup>
Th-227	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>4</sup>	Np-238	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>
Th-228 <sup>b</sup>	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>4</sup>	Np-239	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>7</sup>
Th-229 <sup>b</sup>	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>3</sup>	Np-240	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>
Th-230	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>4</sup>	Pu-234	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>7</sup>
Th-231	1 × 10 <sup>4</sup>	1 × 10 <sup>7</sup>	Pu-235	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>7</sup>
Th-232	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>4</sup>	Pu-236	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>4</sup>
Th-234 <sup>b</sup>	1 × 10 <sup>3</sup>	1 × 10 <sup>5</sup>	Pu-237	1 × 10 <sup>3</sup>	1 × 10 <sup>7</sup>
Pa-227	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>	Pu-238	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>4</sup>
Pa-228	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>	Pu-239	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>4</sup>
Pa-230	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>	Pu-240	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>3</sup>
Pa-231	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>3</sup>	Pu-241	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>5</sup>
Pa-232	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>	Pu-242	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>4</sup>
Pa-233	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>7</sup>	Pu-243	1 × 10 <sup>3</sup>	1 × 10 <sup>7</sup>
Pa-234	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>	Pu-244	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>4</sup>
U-230 <sup>b</sup>	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>5</sup>	Pu-245	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>
U-231	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>7</sup>	Pu-246	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>
U-232 <sup>b</sup>	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>3</sup>	Am-237	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>
U-233	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>4</sup>	Am-238	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>5</sup>
U-234	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>4</sup>	Am-239	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>
Am-240	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>	Bk-247	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>4</sup>
Am-241	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>4</sup>	Bk-249	1 × 10 <sup>3</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>
Am-242	1 × 10 <sup>3</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>	Bk-250	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>
Am-242m <sup>b</sup>	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>4</sup>	Cf-244	1 × 10 <sup>4</sup>	1 × 10 <sup>7</sup>
Am-243 <sup>b</sup>	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>3</sup>	Cf-246	1 × 10 <sup>3</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>
Am-244	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>	Cf-248	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>4</sup>
Am-244m	1 × 10 <sup>4</sup>	1 × 10 <sup>7</sup>	Cf-249	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>1</sup>
Am-245	1 × 10 <sup>3</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>	Cf-250	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>4</sup>
Am-246	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>5</sup>	Cf-251	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>1</sup>
Am-246m	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>	Cf-252	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>3</sup>
Cm-238	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>7</sup>	Cf-253	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>5</sup>
Cm-240	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>5</sup>	Cf-254	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>3</sup>
Cm-241	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>	Es-250	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>
Cm-242	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>5</sup>	Es-251	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>7</sup>
Cm-243	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>4</sup>	Es-253	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>5</sup>
Cm-244	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>4</sup>	Es-254	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>4</sup>
Cm-245	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>3</sup>	Es-254m	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>
Cm-246	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>3</sup>	Fm-252	1 × 10 <sup>3</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>
Cm-247	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>4</sup>	Fm-253	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>
Cm-248	1 × 10 <sup>0</sup>	1 × 10 <sup>3</sup>	Fm-254	1 × 10 <sup>4</sup>	1 × 10 <sup>7</sup>
Cm-249	1 × 10 <sup>3</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>	Fm-255	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>
Cm-250	1 × 10 <sup>-1</sup>	1 × 10 <sup>3</sup>	Fm-257	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>3</sup>
Bk-245	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>	Md-257	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>7</sup>
Bk-246	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>6</sup>	Md-258	1 × 10 <sup>2</sup>	1 × 10 <sup>5</sup>

(\*) 24,4 h

(\*\*) 5 h

(\*\*\*) : 3,1 h

(\*\*\*\*) : 1,2 h

<sup>b</sup>m e m' denotam estados metastáveis do radionuclídeo. O estado metastável m' possui energia maior do que o estado metastável m.

<sup>b</sup>valores consideram os radionuclídeos em equilíbrio secular com seus filhos, de acordo com a Tabela II.

Fonte: IAEA, GSR Part 3, 2014.

<b>TABELA C-II – RADIONUCLÍDEOS E SEUS FILHOS EM EQUILÍBRIO SECULAR, PARA SEREM CONSIDERADOS NA UTILIZAÇÃO DOS VALORES DA TABELA I</b>	
Ge-68	Ga-69
Rb-83	Kr-83m
Sr-82	Rb-82
Sr-90	Y-90
Y-87	Sr-87m
Zr-93	Nb-93m
Zr-97	Nb-97
Ru-106	Rh-106

Ag-108m	Ag-108
Sn-121m	Sn-121 (0,776)
Sn-126	Sb-126m
Xe-122	I-122
Cs-137	Ba-137m
Ba-140	La-140
Ce-134	La-134
Ce-144	Pr-144
Gd-146	Eu-146
Hf-172	Lu-172
W-178	Ta-178
W-188	Re-188
Re-189	Os-189m (0,241)
Ir-189	Os-189m
Pt-188	Ir-188
Hg-194	Au-194
Hg-195m	Hg-195 (0,542)
Pb-210	Bi-210, Po-210
Pb-212	Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Bi-210m	Tl-206
Bi-212	Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Rn-220	Po-216
Rn-222	Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214
Ra-223	Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207
Ra-224	Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Ra-226	Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210
Ra-228	Ac-228
Ac-225	Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213 (0,978), Tl-209 (0,0216), Pb-209 (0,978)
Ac-227	Fr-223 (0,0138)
Th-226	Ra-222, Rn-218, Po-214
Th-228	Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Th-229	Ra-225, Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213, Pb-209
Th-234	Pa-234m
U-230	Th-226, Ra-222, Rn-218, Po-214
U-232	Th-228, Ra-224, Rn-20, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
U-235	Th-231
U-238	Th-234, Pa-234m
U-240	Np-240m
Np-237	Pa-233
Am-242m	Am-242
Am-243	Np-239

Fonte: IAEA, GSR Part 3, 2014.

<b>TABELA C-III - NÍVEIS DE ISEÇÃO DE QUANTIDADES ACIMA DE 1 TONELADA DE MATERIAL EM CONCENTRAÇÕES DE ATIVIDADE DE RADIONUCLÍDEOS DE ORIGEM ARTIFICIAL</b>			
Radionuclídeo	Concentração de Atividade (Bq/g)	Radionuclídeo	Concentração de Atividade (Bq/g)
H-3	100	Co-58	1
Be-7	10	Co-58m	10000
C-14	1	Co-60	0,1
F-18	10	Co-60m	1000
Na-22	0,1	Co-61	100
Na-24	1	Co-62m	10
Pi-31	1000	Ni-59	100
P-32	1000	Ni-63	100
P-33	1000	Ni-65	10
S-35	100	Cu-64	100
Cl-36	1	Zn-65	0,1
Cl-38	10	Zn-69	1000
K-42	100	Zn-69m <sup>a</sup>	10
K-43	10	Ga-72	10
Ca-45	100	Ge-71	10000
Ca-47	10	As-73	1000
Sc-46	0,1	As-74	10
Sc-47	100	As-76	10
Sc-48	1	As-77	1000
V-48	1	Se-75	1
Cr-51	100	Br-82	1
Mn-51	10	Rb-86	100
Mn-52	1	Sr-85	1
Mn-52m	10	Sr-85m	100
Mn-53	100	Sr-87m	100
Mn-54	0,1	Sr-89	1000
Mn-56	10	Sr-90 <sup>a</sup>	1

<b>Fe-52<sup>a</sup></b>	<b>10</b>	<b>Sr-91<sup>a</sup></b>	<b>10</b>
<b>Fe-55</b>	<b>1000</b>	<b>Sr-92</b>	<b>10</b>
<b>Fe-59</b>	<b>1</b>	<b>Y-90</b>	<b>1000</b>
<b>Co-55</b>	<b>10</b>	<b>Y-91</b>	<b>100</b>
<b>Co-56</b>	<b>0,1</b>	<b>Y-91m</b>	<b>100</b>
<b>Co-57</b>	<b>1</b>	<b>Y-92</b>	<b>100</b>
<b>Y-93</b>	<b>100</b>	<b>In-111</b>	<b>10</b>
<b>Zr-93</b>	<b>10</b>	<b>In-113m</b>	<b>100</b>
<b>Zr-95<sup>a</sup></b>	<b>1</b>	<b>In-114m<sup>a</sup></b>	<b>10</b>
<b>Zr-97<sup>a</sup></b>	<b>10</b>	<b>In-115m</b>	<b>100</b>
<b>Nb-93m</b>	<b>10</b>	<b>Sn-113<sup>a</sup></b>	<b>1</b>
<b>Nb-94</b>	<b>0,1</b>	<b>Sn-125</b>	<b>10</b>
<b>Nb-95</b>	<b>1</b>	<b>Sb-122</b>	<b>10</b>
<b>Nb-97<sup>a</sup></b>	<b>10</b>	<b>Sb-124</b>	<b>1</b>
<b>Nb-98</b>	<b>10</b>	<b>Sb-125<sup>a</sup></b>	<b>0,1</b>
<b>Mo-90</b>	<b>10</b>	<b>Te-123m</b>	<b>1</b>
<b>Mo-93</b>	<b>10</b>	<b>Te-125m</b>	<b>1000</b>
<b>Mo-99<sup>a</sup></b>	<b>10</b>	<b>Te-127</b>	<b>1000</b>
<b>Mo-101<sup>a</sup></b>	<b>10</b>	<b>Te-127m<sup>a</sup></b>	<b>10</b>
<b>Tc-96</b>	<b>1</b>	<b>Te-129</b>	<b>100</b>
<b>Tc-96m</b>	<b>1000</b>	<b>Te-129m<sup>a</sup></b>	<b>10</b>
<b>Tc-97</b>	<b>10</b>	<b>Te-131</b>	<b>100</b>
<b>Tc-97m</b>	<b>100</b>	<b>Te-131m<sup>a</sup></b>	<b>10</b>
<b>Tc-99</b>	<b>1</b>	<b>Te-132<sup>a</sup></b>	<b>1</b>
<b>Tc-99m</b>	<b>100</b>	<b>Te-133</b>	<b>10</b>
<b>Ru-97</b>	<b>10</b>	<b>Te-133m</b>	<b>10</b>
<b>Ru-103<sup>a</sup></b>	<b>1</b>	<b>Te-134</b>	<b>10</b>
<b>Ru-105<sup>a</sup></b>	<b>10</b>	<b>I-123</b>	<b>100</b>
<b>Ru-106<sup>a</sup></b>	<b>0,1</b>	<b>I-125</b>	<b>100</b>
<b>Rh-103m</b>	<b>10000</b>	<b>I-126</b>	<b>10</b>
<b>Rh-105</b>	<b>100</b>	<b>I-129</b>	<b>0,01</b>
<b>Pd-103<sup>a</sup></b>	<b>1000</b>	<b>I-130</b>	<b>10</b>
<b>Pd-109<sup>a</sup></b>	<b>100</b>	<b>I-131</b>	<b>10</b>
<b>Ag-105</b>	<b>1</b>	<b>I-132</b>	<b>10</b>
<b>Ag-110m<sup>a</sup></b>	<b>0,1</b>	<b>I-133</b>	<b>10</b>
<b>Ag-111</b>	<b>100</b>	<b>I-134</b>	<b>10</b>
<b>Cd-109<sup>a</sup></b>	<b>1</b>	<b>I-135</b>	<b>10</b>
<b>Cd-115<sup>a</sup></b>	<b>10</b>	<b>Cs-129</b>	<b>10</b>
<b>Cd-115m<sup>a</sup></b>	<b>100</b>	<b>Cs-131</b>	<b>1000</b>
<b>Cs-132</b>	<b>10</b>	<b>Er-171</b>	<b>100</b>
<b>Cs-134</b>	<b>0,1</b>	<b>Tm-170</b>	<b>100</b>
<b>Cs-134m</b>	<b>1000</b>	<b>Tm-171</b>	<b>1000</b>
<b>Cs-135</b>	<b>100</b>	<b>Yb-175</b>	<b>100</b>
<b>Cs-136</b>	<b>1</b>	<b>Lu-177</b>	<b>100</b>
<b>Cs-137<sup>a</sup></b>	<b>0,1</b>	<b>Hf-181</b>	<b>1</b>
<b>Cs-138</b>	<b>10</b>	<b>Ta-182</b>	<b>0,1</b>
<b>Ba-131</b>	<b>10</b>	<b>W-181</b>	<b>10</b>
<b>Ba-140</b>	<b>1</b>	<b>W-185</b>	<b>1000</b>
<b>La-140</b>	<b>1</b>	<b>W-187</b>	<b>10</b>
<b>Ce-139</b>	<b>1</b>	<b>Re-186</b>	<b>1000</b>
<b>Ce-141</b>	<b>100</b>	<b>Re-188</b>	<b>100</b>
<b>Ce-143</b>	<b>10</b>	<b>Os-185</b>	<b>1</b>
<b>Ce-144<sup>a</sup></b>	<b>10</b>	<b>Os-191</b>	<b>100</b>
<b>Pr-142</b>	<b>100</b>	<b>Os-191m</b>	<b>1000</b>
<b>Pr-143</b>	<b>1000</b>	<b>Os-193</b>	<b>100</b>
<b>Nd-147</b>	<b>100</b>	<b>Ir-190</b>	<b>1</b>
<b>Nd-149</b>	<b>100</b>	<b>Ir-192</b>	<b>1</b>
<b>Pm-147</b>	<b>1000</b>	<b>Ir-194</b>	<b>100</b>
<b>Pm-149</b>	<b>1000</b>	<b>Pt-191</b>	<b>10</b>

Sm-151	1000	Pt-193m	1000
Sm-153	100	Pt-197	1000
Eu-152	0,1	Pt-197m	100
Eu-152m	100	Au-198	10
Eu-154	0,1	Au-199	100
Eu-155	1	Hg-197	100
Gd-153	10	Hg-197m	100
Gd-159	100	Hg-203	10
Tb-160	1	Tl-200	10
Dy-165	1000	Tl-201	100
Dy-166	100	Tl-202	10
Ho-166	100	Tl-204	1
Er-169	1000	Pb-203	10
Bi-206	1	Pu-241	10
Bi-207	0,1	Pu-242	0,1
Po-203	10	Pu-243	1000
Po-205	10	Pu-244 <sup>a</sup>	0,1
Po-207	10	Am-241	0,1
At-211	1000	Am-242	1000
Ra-225	10	Am-242m <sup>a</sup>	0,1
Ra-227	100	Am-243 <sup>a</sup>	0,1
Th-226	1000	Cm-242	10
Th-229	0,1	Cm-243	1
Pa-230	10	Cm-244	1
Pa-233	10	Cm-245	0,1
U-230	10	Cm-246	0,1
U-231	100	Cm-247 <sup>a</sup>	0,1
U-232 <sup>a</sup>	0,1	Cm-248	0,1
U-233	1	Bk-249	100
U-236	10	Cf-246	1000
U-237	100	Cf-248	1
U-239	100	Cf-249	0,1



Dose projetada que excede os seguintes critérios genéricos: Execute ações protetoras urgentes e outras ações de resposta	
H <sub>meso</sub> <sup>(a)</sup>	50 mSv nos primeiros 7 dias <sup>(b)</sup>
E <sup>(d)</sup>	100 mSv nos primeiros 7 dias 10 mSv para abrigamento (dose evitada pela ação protetora no período máximo de 2 dias) <sup>(e)</sup>
	100 mSv nos primeiros 7 dias
Dose projetada que excede os seguintes critérios genéricos: Realize ações protetoras iniciais e outras ações de resposta	
E <sup>(d)</sup>	100 mSv no primeiro ano
H <sub>meso</sub> <sup>(c)</sup>	100 mSv por todo o período de desenvolvimento no útero
Dose recebida e que excede os seguintes critérios genéricos: Executar ações médicas de longo prazo para detectar e tratar efetivamente a saúde dos efeitos induzidos por radiação	
E <sup>(d)</sup>	100 mSv em um mês
H <sub>meso</sub> <sup>(c)</sup>	100 mSv por todo o período de desenvolvimento no útero

Fonte: IAEA GSR Part 3 (2014) e Part 7 (2015)

(a) Esses exemplos não são exaustivos nem agrupados de maneira mutuamente exclusiva.

(b) A dose equivalente na tireoide (H<sub>meso</sub>) apenas devido à exposição ao radioiodo.

(c) Este critério genérico aplica-se apenas à administração de bloqueio da tireoide com iodo. Para a tireoide, o bloqueio de iodo é uma ação protetora urgente prescrita: (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.

(d) Dose efetiva.

(e) Como ação protetora menos perturbadora, a abrigagem pode ser solicitada em doses mais baixas, desde que justificada e otimizada, e com a devida consideração do nível de referência. A abrigagem não é recomendada por um período superior a 2 (dois) dias.

(f) H<sub>meso</sub> é a dose equivalente no feto, derivada como a soma da dose de exposição externa e a dose equivalente máxima comprometida a qualquer órgão do embrião ou feto da ingestão pelo embrião ou feto de diferentes compostos químicos e diferentes épocas em relação à concepção.

(g) Restrições a alimentos, leite e água potável, usando esses critérios genéricos, devem ser aplicadas antes da amostragem e análise de alimentos, leite e água potável. Tais restrições se aplicam desde que sejam substituídos alimentos, leite e água potável, ou então existem alternativas para garantir que não resultem em desnutrição grave, desidratação ou outros graves impactos à saúde.

(h) Quando os resultados da triagem de saúde indicarem que os critérios da Tabela I foram excedidos, atenção médica adequada é necessária com base na Tabela I.

TABELA I-II(b) CRITÉRIOS GENÉRICOS PARA ALIMENTOS, LEITE E BEBIDAS, ÁGUA E OUTRAS MERCADORIAS PARA REDUZIR O RISCO DOS EFEITOS ESTOCÁSTICOS	
Críticos genéricos	
Dose projetada da ingestão de alimentos, leite e água potável e do uso de outras mercadorias que excedam os seguintes critérios genéricos: Execute ações protetoras e outras ações de resposta	
E <sup>(a)</sup>	10 mSv no primeiro ano
H <sub>meso</sub> <sup>(b)</sup>	10 mSv por todo o período de desenvolvimento no útero

Fonte: IAEA GSR Part 7 (2015)

(a) Dose efetiva.

(b) A restrição de alimentos, leite ou água potável essenciais pode resultar em desidratação, desnutrição ou outros graves impactos à saúde; portanto, alimentos essenciais, leite e água devem ser restringidos apenas se houver alternativas disponíveis.

(c) Estes critérios para ações sobre alimentos, leite e água potável são aplicados, desde que a amostragem e a análise de alimentos, leite e água potável são executadas. Isso também fornece uma base para interromper as restrições impostas a alimentos, leite e água potável como precaução com base nos critérios genéricos da Tabela I(a).

(d) H<sub>meso</sub> é a dose equivalente no feto derivado como a soma da dose da exposição externa e a dose equivalente máxima comprometida a qualquer órgão, da ingestão pelo embrião ou feto de diferentes compostos químicos e tempos diferentes em relação à concepção.

TABELA I-III(c) - CRITÉRIOS GENÉRICOS PARA VEÍCULOS, EQUIPAMENTOS E OUTROS ITENS PARA REDUZIR O RISCO DE EFEITOS ESTOCÁSTICOS	
Críticos genéricos	
Dose projetada do uso de veículos, equipamentos ou outros itens de uma área afetada que exceder os seguintes critérios genéricos:	
E <sup>(a)</sup>	10 mSv
H <sub>meso</sub> <sup>(b)</sup>	10 mSv por todo o período de desenvolvimento no útero

Fonte: IAEA GSR Part 7 (2015)

(a) Dose efetiva.

(b) Restringir o uso de veículos, equipamentos e outros itens de uma área afetada pode interferir na execução de ações protetoras urgentes e outras ações de resposta ou no fornecimento de serviços essenciais para a saúde pública ou bem-estar (por exemplo, restringindo o uso de veículos para transferência de indivíduos que requerem tratamento médico crítico).

(c) H<sub>meso</sub> é a dose equivalente no feto derivado como a soma da dose da exposição externa e a dose equivalente máxima comprometida a qualquer órgão, da ingestão pelo embrião ou feto de diferentes compostos químicos e tempos diferentes em relação à concepção.

TABELA I-III - VALORES DE ORIENTAÇÃO PARA RESTRIÇÃO DE EXPOSIÇÃO DE TRABALHADORES DE EMERGÊNCIA	
Tarefas	Valor de orientação <sup>a</sup>
	Hp(10)
	<500 mSv
Ações que salvam vidas	Este valor pode ser ultrapassado nas circunstâncias em que os benefícios esperados a outros claramente superam os próprios riscos à saúde do trabalhador de emergência, e os trabalhadores de emergência voluntários para executar a ação entendem e aceitam esses riscos à saúde.
Ações para prevenir efeitos determinísticos severos e ações para prevenir o desenvolvimento de condições catastróficas que podem afetar significativamente as pessoas e o meio ambiente	< 500 mSv
Ações para evitar uma grande dose coletiva	< 100 mSv

Fonte: IAEA GSR Part 3, 2014, IAEA GSR Part 7, 2015

<sup>a</sup> Esses valores se aplicam apenas para a dose devida à exposição externa muito penetrante à radiação. Doses devida à exposição externa à radiação pouco penetrante e da ingestão ou a contaminação da pele devem ser evitadas por todos os meios possíveis. Se isso não for viável, a dose efetiva e a dose equivalente a um tecido ou órgão que são recebidos devem ser limitadas para minimizar o risco para a saúde do indivíduo de acordo com o risco associado aos valores de orientação dados aqui.

#### ANEXO J CATEGORIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

Categorias	Descrição
I	Instalações, como usinas de geração nuclear, para as quais eventos da base de projeto e acidentes severos são postulados, que podem dar origem a graves efeitos

Categorias	Descrição
	determinísticos fora do sítio ou local da usina que justificariam ações de proteção urgentes preventivas, ações de proteção urgentes ou ações de proteção antecipadas, e outras ações de resposta para atingir os objetivos de resposta de emergência de acordo com os padrões normativos internacionais e nacionais, ou para as quais tais eventos ocorreram em instalações similares.
II	Instalações, como alguns tipos de reatores de pesquisa, instalações do ciclo do combustível e reatores nucleares usados para fornecer energia para a propulsão de embarcações (por exemplo, navios e submarinos), para os quais eventos no local são postulados que poderiam dar origem a doses para as pessoas fora do sítio ou local da instalação que justificaria ações de proteção urgentes ou ações de proteção antecipadas e outras ações de resposta para atingir os objetivos de resposta de emergência de acordo com os padrões normativos nacionais e internacionais, ou para os quais tais eventos ocorreram em instalações semelhantes. A categoria II (em oposição à categoria I) não inclui instalações para as quais eventos no local (incluindo aqueles não considerados no projeto ou acidentes severos) são postulados, que podem dar origem a graves efeitos determinísticos fora do local, ou para os quais tais eventos ocorreram em instalações semelhantes.
III	Instalações, como instalações de irradiação industrial ou alguns hospitais, para os quais eventos no local são postulados que podem justificar ações de proteção e outras ações de resposta no local para atingir os objetivos de resposta de emergência de acordo com os padrões normativos internacionais e nacionais, ou para os quais tais eventos ocorreram em instalações semelhantes. A categoria III (em oposição à categoria II) não inclui instalações para as quais eventos são postulados que podem justificar ações de proteção urgente ou ações de proteção antecipadas ou antecipadas fora do local, ou para as quais tais eventos tenham ocorrido em instalações semelhantes.
IV	Atividades e atos que podem dar origem a uma emergência nuclear ou radiológica que poderia justificar ações de proteção e outras ações de resposta para alcançar os objetivos de resposta a emergências de acordo com os padrões normativos internacionais e nacionais em um local improvável. Essas atividades e atos incluem: (a) transporte de material radioativo ou nuclear e outras atividades autorizadas envolvendo dispositivos móveis perigosos, como fontes de radiografia industrial, fontes de satélites e geradores termoelétricos com radioisótopos; e (b) roubo de fonte perigosa e uso de dispositivo de exposição radiológica (DER) <sup>54</sup> . Esta categoria também inclui: (i) detecção de níveis elevados de radiação de origem desconhecida ou de mercadorias com contaminação; (ii) identificação de sintomas clínicos devido à exposição à radiação; e (iii) uma emergência transnacional <sup>55</sup> que não está na categoria V decorrente de uma emergência nuclear ou radiológica em outro país. A categoria IV representa um nível de perigo que se aplica a todos os estados e jurisdições.
V	Áreas dentro de zonas de planejamento de emergência e distâncias de planejamento de emergência em um país para uma instalação da categoria I ou II localizada em outro país.

Fonte: Adaptado de IAEA GSR Part 7 (2015)

(a) Um DER é um dispositivo com material radioativo projetado para expor intencionalmente membros do público à radiação. Eles podem ser dispositivos fabricados, modificados ou improvisados.

(b) Emergência nacional é uma emergência nuclear ou radiológica de significância real, potencial ou percebida por um país.

#### ANEXO K NÍVEIS DE REFERÊNCIA PARA SITUAÇÃO DE EXPOSIÇÃO EXISTENTE

Tipo de Situação de Exposição	Nível de Referência
<sup>222</sup> Rn em ambientes internos: <sup>a</sup>	
Locais de trabalho (fator de equilíbrio de 0,4 e ocupação de 2.000 horas)	1.000 Bq/m <sup>3</sup>
Residências e edifícios de uso misto (fator de equilíbrio de 0,4 e ocupação de 7.000 horas)	300 Bq/m <sup>3</sup>
Locais com passivo ambiental (legacy sites) e pós-acidente	1 a 20 mSv/a **
Instalações que processam materiais contendo radionuclídeos naturais tais como indústria de mineração e beneficiamento, e instalações para exploração e produção de óleo e gás	1 a 5 mSv/a **
Tripulação de aeronaves exposta a raios cósmicos	5 mSv/a
Radionuclídeos de origem natural em commodities	1 mSv/a

\* Estes valores de referência correspondem a uma estimativa de dose efetiva de 10 mSv/a.

\*\* Dose público

#### ANEXO L NÍVEIS DE INVESTIGAÇÃO E DE REFERÊNCIA PARA RADIOATIVIDADE EM ÁGUA POTÁVEL

1. OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO

1.1 O objetivo deste anexo é estabelecer uma metodologia para a aplicação dos níveis de referência e de investigação para situação de exposição existente, quando os níveis de triagem de atividade alfa e beta total forem excedidos, decorrentes da presença de radionuclídeos na água usada para consumo humano, e fundamentar o padrão de radioatividade da portaria de potabilidade do Ministério da Saúde (Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021).

1.2 Este anexo não se aplica a situação de exposição de emergência, e considera, apenas, os aspectos radiológicos do padrão de potabilidade da água. Outros aspectos, como aqueles relacionados à toxicidade química e biológica, entre outros, são estabelecidos pelo Ministério da Saúde (MS).

2. PADRÃO DE RADIOATIVIDADE DA PORTARIA DE POTABILIDADE DA ÁGUA DO MINISTÉRIO DA SAÚDE (MS)

2.1 Padrão de radioatividade da portaria de potabilidade da água para consumo humano do Ministério da Saúde estabelece que "os níveis de triagem usados na avaliação da potabilidade da água, do ponto de vista radiológico, são os valores de concentração de radionuclídeos na água para consumo humano, que não excedam 0,5 Bq/L para atividade alfa total e 1,0 Bq/L para beta total.

51<sup>9</sup> Caso os níveis de triagem de beta total sejam superados, deverá ser subtraído a contribuição do K-40 (emissor beta).

52<sup>9</sup> Caso as concentrações de atividades de alfa ou de beta total, após a subtração do K-40, permaneçam acima dos níveis de triagem citados neste artigo, outra amostra deverá ser coletada e analisada para alfa e beta total.

53<sup>9</sup> Se os novos valores obtidos continuarem acima dos níveis de triagem, consultar regulamento específico da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CEN) para saber como proceder nessa situação;

54<sup>9</sup> A CEN poderá solicitar a análise específica de radionuclídeos naturais e/ou artificiais potencialmente presentes na água, assim como outras informações relevantes.

55<sup>9</sup> A CEN avaliará sobre a potabilidade do ponto de vista radiológico, com base na dose total estimada devido à ingestão de água contendo todos os radionuclídeos presentes.

56<sup>9</sup> Até que a CEN avalie a potabilidade da água do ponto de vista radiológico, nenhuma medida de restrição ao abastecimento com base no aspecto radiológico deve ser adotada, considerando as elevadas incertezas que podem estar associadas às técnicas para determinação de alfa e beta total.

57<sup>9</sup> As amostras para avaliação radiológica devem ser coletadas nos locais onde serão distribuídas para o consumo humano.

2.2 Cabe a CEN, através deste anexo estabelecer as ações a serem implementadas quando os níveis de triagem usados na avaliação da potabilidade da água do ponto de vista radiológico forem excedidos, usando como critério de dose os níveis de referência e de investigação em consonância com a regulamentação descrita acima.

3. REGULAMENTAÇÃO DO QUESTÃO RADIOATIVIDADE DA NORMA DE POTABILIDADE

3.1 O Setor Saúde de acordo com o arcabouço normativo e a estrutura organizacional do Sistema Único de Saúde (SUS), em consonância com a Constituição Federal de 1988, a Lei nº 8.080/1990 e o Decreto nº 79.367/1977, é a entidade competente no que se refere à normalização e à fiscalização da água para consumo humano. Esta regulamentação é estabelecida pela Portaria GM/MS nº 888/2021 do Ministério da Saúde. Com relação ao aspecto radiológico, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CEN) será consultada para subsidiar a decisão sobre a respectiva potabilidade.

3.2 A toxicidade química do urânio (elemento radioativo) é preponderante em relação à toxicidade radiológica, sendo controlado na referida Portaria do Ministério da Saúde, tanto como um contaminante químico como um possível contaminante radioativo a ser incluído no cálculo da dose radiológica (avaliado pela CEN).

4. ESTIMATIVA DA DOSE EFETIVA DEVIDO À INGESTÃO DE ÁGUA CONTENDO RADIONUCLÍDEOS

4.1 A água usada para o consumo pode conter radionuclídeos naturais e artificiais com possibilidade de causar riscos adicionais à saúde humana. Do ponto de vista radiológico, a potabilidade da água é avaliada a partir da dose de radiação que poderá ser potencialmente recebida pela população ao fazer uso dessa água.

4.2 A ingestão é a via de exposição considerada para o cálculo de dose efetiva devido à exposição interna causada pelo consumo de água contendo radionuclídeos. A dose efetiva comprometida relacionada a esta via de exposição depende da quantidade de água consumida e da concentração de atividade dos radionuclídeos presentes nesta água. Desta forma, a dose efetiva devido à ingestão de água (somatório das doses estimadas separadamente para cada radionuclídeo) pode ser calculada através da seguinte equação:

$$D_{ing} = \sum_j T I_{\text{água}} \times C_{\text{água}}^j \times FCD_{ing}^j$$

Onde,

$D_{ing}$  é a dose efetiva anual devido à ingestão de água (Sv/ano);

$T_{\text{meso}}$  é a taxa de ingestão anual de água por um indivíduo do público (L/ano);

$C_{\text{água}}^j$  é a concentração de atividade do radionuclídeo j na água potável (Bq/L);

$FCD_{ing}^j$  é o fator de conversão de dose para ingestão do radionuclídeo j (Sv/Bq);

4.3 Na ausência de informação sobre as taxas de consumo de água local, deverão ser utilizados valores anuais conservadores para ingestão, isto é, de 730 L/ano para indivíduos adultos, referente a um consumo diário de água de 2 L. A critério da CEN, outras faixas etárias podem ser consideradas na avaliação da dose.

4.4 O fator de conversão de dose, para adultos e para exposição interna via ingestão ( $FCD_{ing}^j$ ), expresso em Sv/Bq, deve ser obtido em publicações atualizadas da ICRP.

5. REGULAMENTAÇÃO DA ÁGUA POTÁVEL (NÍVEL DE REFERÊNCIA E NÍVEL DE INVESTIGAÇÃO)

5.1 Em situação de exposição existente, devido à ingestão de água contendo radionuclídeos, a CEN estabelece que seja adotado um nível de referência para a dose efetiva igual a 1 mSv/ano, em consonância com as normas básicas de segurança estabelecidas pela Agência Internacional de Energia Atômica – AIEA (entidade pertencente à Organização das Nações Unidas). Tal valor assegura um nível de proteção adequado à saúde humana.

5.2 O nível de referência de 1 mSv/ano não deve ser encarado como um limite de dose e sim como um nível de dose acima do qual é julgado não se justificar permitir que ocorram exposições. Contudo, cabe esclarecer que mesmo estando a dose estimada para o público acima do nível de referência, pode não haver necessidade de restrições quanto ao consumo humano.

5.3 A CEN estabelece que também seja adotado no sistema de proteção radiológico um nível de investigação para a dose efetiva devido à ingestão de água potável igual a 0,1 mSv/ano, abaixo do qual a água potável pode ser consumida sem mais investigações. Entre o nível de investigação e o nível de referência (1 mSv/ano), a otimização da proteção pode ser implementada, dependendo da situação, desde que justificável e racionalmente exequível. O critério de dose adotado pela CEN pode ser observado no esquema apresentado na Figura 1.

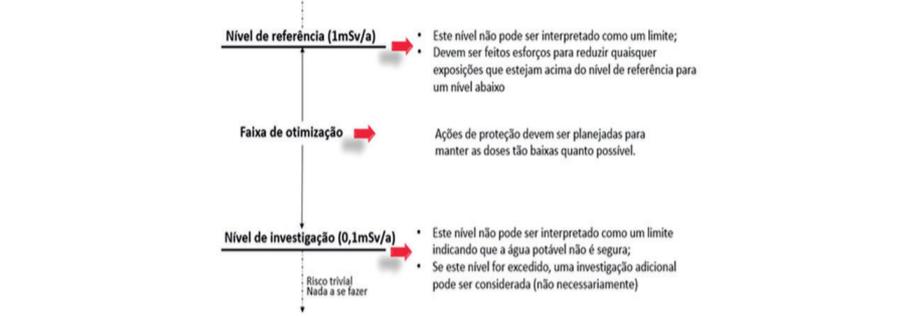


Figura 1 – Critério de dose para radionuclídeos em água potável adotado pela CEN.

#### 6. PROCEDIMENTOS A SEREM ADOTADAS QUANDO OS NÍVEIS DE TRIAGEM RADIOLÓGICO FOREM EXCEDIDOS

6.1 Informações que devem ser enviadas a CEN

6.1.1 Caso os níveis de triagem de alfa e beta total sejam excedidos, após a subtração da contribuição do K-40 (emissor beta), e confirmação por meio de uma segunda coleta e análise, os responsáveis pelos sistemas e/ou soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano, por intermédio do Setor Saúde, devem encaminhar, para avaliação pela CEN, as seguintes informações preliminares:

1- Valores medidos de alfa e beta total, incluindo o cálculo de subtração do K-40, e o histórico da determinação de radioatividade do ponto de coleta;

2- Dados sobre a forma de abastecimento e local de coleta da amostra de água, contidos no relatório de cadastro do SAA ou SAC gerados pelo Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagu).

3- Cópia do Plano de Segurança da Água, quando disponível;

4- Valores de concentração de atividade dos radionuclídeos específicos naturais da série do urânio-238 (<sup>238</sup>U, <sup>234</sup>U, <sup>226</sup>Ra, <sup>210</sup>Po e <sup>210</sup>Pb) e do tório-232 (<sup>232</sup>Th e <sup>228</sup>Ra) potencialmente presentes na água. A concentração de <sup>234</sup>U não precisa ser medida analiticamente, podendo ser considerada, para fins de verificação de conformidade com este Anexo, como sendo igual à do <sup>238</sup>U;

a - A determinação dos radionuclídeos deve ser feita em laboratórios que possuam os ensaios de análise de radionuclídeos acreditados pelo INMETRO, com técnicas certificadas, ou participantes de programas de intercomparação ou de controle de qualidade.

B - Os relatórios das análises dos radionuclídeos devem ser acompanhados dos documentos que comprovem as certificações dos ensaios de análises realizados pelos laboratórios que geraram os resultados.

6.1.2 A critério da CEN, outras informações relevantes e/ou a determinação de outros radionuclídeos (naturais ou artificiais) podem ser requeridas.

6.2 Cálculo da dose e emissão de Laudo Radiológico (LR)

6.2.1 A CEN, após análise da documentação enviada pelo Setor Saúde, realizará a estimativa da dose devida à ingestão de água e fornecerá um Laudo Radiológico (LR). Este LR deverá ser encaminhado ao respectivo Setor Saúde solicitante.

6.2.2 O LR será elaborado considerando a situação de potabilidade da água na época da análise da amostra, condicionada às condições ambientais as quais está submetido o manancial. O LR tem validade de até 5 anos, exceto quando os valores de triagem forem excedidos, requerendo uma nova avaliação.

6.3 Relatório Simplificado de Medidas de Remediação (RSMR)

6.3.1 Se o nível de referência de 1 mSv/ano for excedido, confirmado após nova coleta, análise e estimativa da dose, ou se for necessário a otimização da proteção para doses entre (0,1 e 1) mSv/a, a CEN poderá julgar necessário que os responsáveis pelos sistemas e/ou soluções alternativas coletivas de abastecimento de água implementem medidas para redução da dose.

6.3.2 Nessa situação, a CEN informará ao Setor Saúde da necessidade da adoção de medidas mitigadoras, ou de ações remediadoras, e solicitará outras informações sobre os sistemas e/ou soluções alternativas coletivas de abastecimento de água (através da elaboração do Relatório Simplificado de Medidas de Mitigação e Remediação – RSMR). Com base na notificação da CEN, o Setor Saúde deve adotar medidas para evitar que essas águas sejam oferecidas à população.

6.3.3 As medidas corretivas a serem implementadas devem ser justificadas, considerando que qualquer decisão que altere a situação de exposição à radiação deve produzir o máximo de benefício líquido, que pode ser individual ou social. Uma vez justificada a ação corretiva, a proteção deve ser otimizada, de acordo com as recomendações da CEN.

6.3.4 O Relatório Simplificado de Medidas de Mitigação e/ou Remediação – RSMR a ser elaborado pelos responsáveis pelos sistemas e/ou soluções alternativas coletivas de abastecimento de água a ser enviado pelo Setor Saúde à CEN, deve conter as seguintes informações, conforme aplicável:

- I - Descrição simplificada do sistema de abastecimento desde a origem/captação, adução, tratamento, armazenamento, até a distribuição;
  - II - Descrição do ponto de captação, incluindo informações sobre a bacia hidrográfica onde se localiza o manancial, vazão de captação, tipo de aquífero, e perfil construtivo do poço;
  - III - Descrição das medidas de controle implementadas para redução da dose e o desempenho verificado das estratégias adotadas;
  - IV - Descrição preliminar do ambiente circunvizinho ao ponto de coleta, com apresentação de mapas (tais como: topográfico, geológico, solos e de uso e cobertura), plantas ou desenhos, em escalas adequadas, indicando a existência de fontes de contaminação;
  - V - Programa de monitoramento da qualidade das águas, com foco na determinação dos radionuclídeos especificados pela CEN.
- 6.3.5 Após a análise do RSMR e de nova avaliação da dose de radiação obtida após implementação de medidas mitigadoras ou ações de remediação, a CEN poderá requerer esclarecimentos adicionais e/ou novas medidas de controle.

6.3.6 Depois da adoção de medidas mitigadoras ou de ações remediadoras, a CEN emitirá um novo LR sobre a potabilidade da água do ponto de vista radiológico, a ser encaminhado ao Setor Saúde.

#### 6.4 Comunicação e fluxograma de atuação

6.4.1 Toda comunicação da CEN será feita, apenas, com a autoridade regulatória sobre potabilidade da água no Brasil. O fluxograma de atuação pode ser observado na Figura 2.

Todas as correspondências - notificações, relatórios e demais comunicações -, devem ser endereçadas à Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear – DRN da CEN, exceto quando explicitamente determinado de outra forma.

Todas as correspondências - notificações, relatórios e demais comunicações -, devem ser endereçadas à Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear – DRN da CEN, exceto quando explicitamente determinado de outra forma.

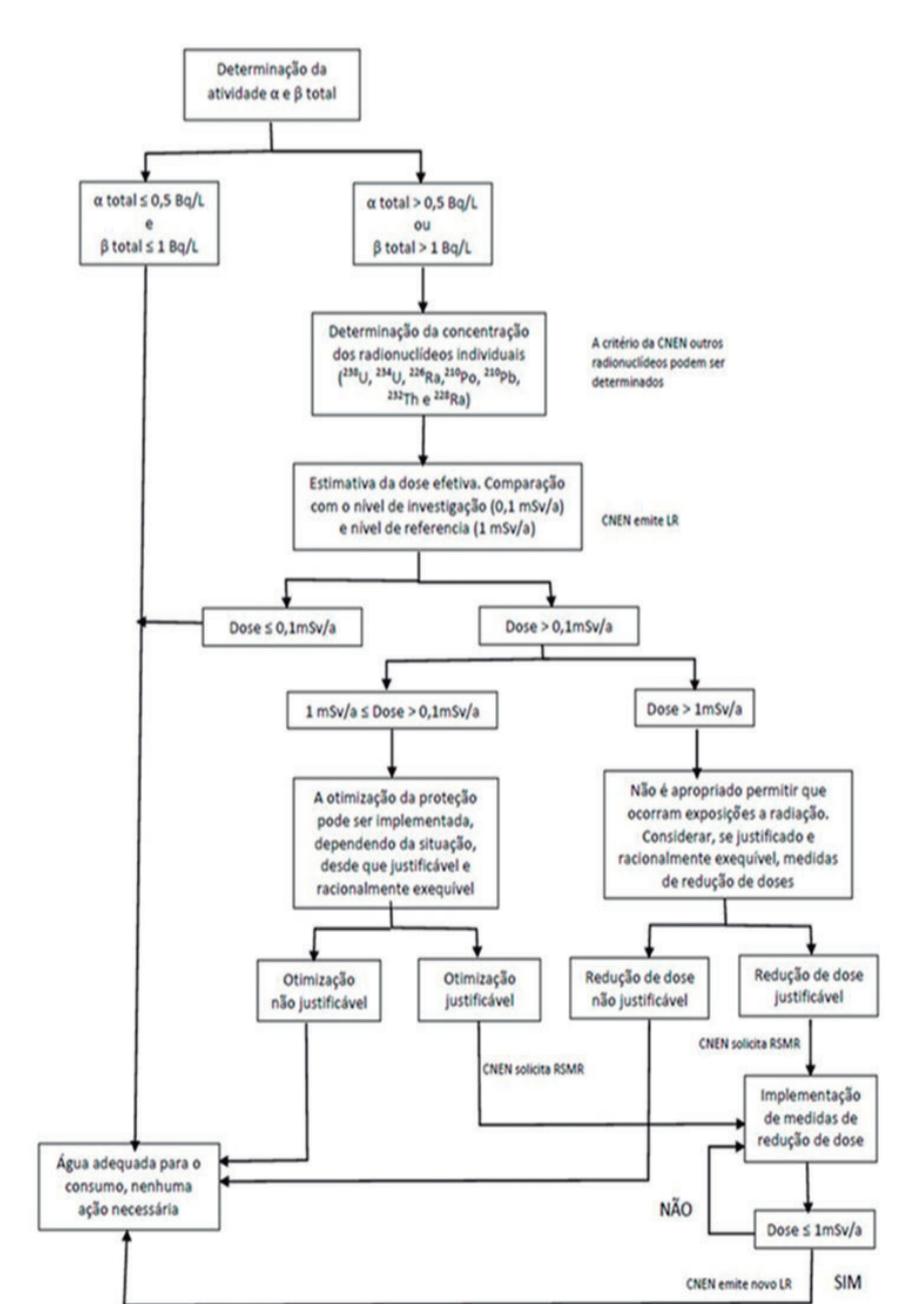


Figura 2 – Fluxograma de atuação para avaliação da potabilidade da água sob o aspecto radiológico.

NIO	VALORES DE NIO	CRITÉRIO GÊNÉRICO BASE	TIPO DE MONITORAÇÃO	AÇÕES (NIO) SE O NIO É EXCEDIDO <sup>(1)(2)</sup>
NIO1,	1 mSv/h	(Ações Urgentes, E. dose efetiva total <sup>(1)</sup> nos primeiros 7 dias) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01	MONITORAÇÃO DO SOLO	<b>No primeiro dia:</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 maior risco). Se possível, em combinação com o bloqueio da tireoide com iodo <sup>(1)</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>(1)</sup> , até que uma evacuação segura seja possível. Uma vez evacuado, fornecer registro, monitoração de pele e tireoide (usando NIO4, e NIO8), 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 NIO3.
NIO1,a,b (somente para instalações para categorias II e III do Anexo J da Norma CNEN-NN-3.01)	2000 cps para beta (β) direta 50 cps para alfa (α) direta	(Ações Urgentes, H <sub>respo</sub> . dose equivalente total <sup>(1)</sup> nos primeiros 7 dias) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01	MEDIÇÃO DE CONTAMINAÇÃO DE SUPERFÍCIE OU SOLO	<b>Algumas semanas após o início da exposição:</b> Estime a dose de todas as vias de exposição para aqueles que estavam na área para determinar se o acompanhamento médico é garantido.
NIO2,	100 μSv/h ou 0,1 mSv/h (nos primeiros 10 dias após o desligamento <sup>(1)</sup> do reator (pluma ou deposição)) 25 μSv/h (depois de 10 dias após o desligamento <sup>(1)</sup> do reator ou para combustíveis irradiados)	(Ações Iniciais, E. dose efetiva total <sup>(1)</sup> em 1 ano) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01	MONITORAÇÃO DO SOLO	<b>Algumas semanas após o início da exposição:</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 NIO2, serão realocados pelo menos nos primeiros dias e aqueles nas áreas que se aproximam de NIO2, serão realocados pelo menos no primeiro mês. Estime a dose de todas as vias de exposição para aqueles que vivem nas áreas para determinar se o acompanhamento médico é garantido. Execute também as ações de resposta indicadas para NIO3.
NIO2,a,b (somente para instalações para categorias II e III do Anexo J da Norma CNEN-NN-3.01)	200 cps para beta (β) direta 10 cps para alfa (α) direta	(Ações Iniciais, H <sub>respo</sub> . dose equivalente total <sup>(1)</sup> no período de desenvolvimento no útero) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(b) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01	MEDIÇÃO DE CONTAMINAÇÃO DE SUPERFÍCIE OU SOLO	<b>Algumas semanas após o início da exposição:</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 NIO2, serão realocados pelo menos nos primeiros dias e aqueles nas áreas que se aproximam de NIO2, serão realocados pelo menos no primeiro mês. Estime a dose de todas as vias de exposição para aqueles que vivem nas áreas para determinar se o acompanhamento médico é garantido. Execute também as ações de resposta indicadas para NIO3.
NIO3, <sup>(1)</sup>	1 μSv/h acima da radiação de fundo	(Ingestão, H <sub>respo</sub> . dose efetiva comprometida <sup>(1)</sup> em 1 ano) = 0,01 Sv, conforme tabela I-II(b) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01	MONITORAÇÃO DO SOLO	<b>Algumas semanas após o início da exposição:</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, coléto diretos da água da chuva e animais locais da área onde as restrições foram executadas para determinar se o acompanhamento médico é garantido.
NIO3,a,b (somente para instalações para categorias II e III do Anexo J da Norma CNEN-NN-3.01)	20 cps para beta (β) direta 2 cps para alfa (α) direta	(Ingestão, H <sub>respo</sub> . dose efetiva comprometida <sup>(1)</sup> em 1 ano) = 0,01 Sv, conforme tabela I-II(b) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01	MEDIÇÃO DE CONTAMINAÇÃO DE SUPERFÍCIE OU SOLO	<b>Para aqueles que estão sendo monitorados, nas primeiras horas após o início da exposição (antes da monitoração ser executada):</b> 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 brincar com o chão; e (c) evitar atividades que resultem na criação de poeira que possa ser ingerida ou inalada. Instrua para trocar de roupa, lavá-la e tomar banho o mais rápido possível, se isso puder ser feito com segurança. Tranquelize 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.).
NIO4, <sup>(1)</sup>	1 μSv/h	(Dose Aguda, DA <sub>ext</sub> . externa <sup>(1)</sup> , <10h) = 10 Gy, conforme tabela I-II do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01	MONITORAÇÃO DA PELE	<b>Nos primeiros dias após o início da exposição:</b> 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
NIO4,b <sup>(1)</sup>	1.000 cps <sup>(1)</sup>	(Ações Urgentes, H <sub>respo</sub> . dose equivalente total <sup>(1)</sup> nos primeiros 7 dias) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01	MONITORAÇÃO DA PELE	

(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 CNEN-NN-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-II do Anexo I da Norma CNEN-NN-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 CNEN-NN-3.01.
- (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 CNEN-NN-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 1 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 Σ(C<sub>i</sub>/NIO6) > 1, considerando a concentração de cada radionuclídeo i, C<sub>i</sub>, na comida, leite ou água, em Bq/kg e o limite NIO6 em Bq/kg de cada radionuclídeo na tabela 1 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 CNEN-NN-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 CNEN NN 3.01 em Guia Regulatório específico da CNEN.

<sup>(1)</sup>No caso da categoria IV do Anexo 1 da Norma CNEN NN 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.

NIO	VALORES DE NIO	CRITÉRIO GÊNÉRICO BASE	TIPO DE MONITORAÇÃO	AÇÕES (NIO) SE O NIO É EXCEDIDO <sup>(1)(2)</sup>
NIO4,	50 cps para alfa (α) direta	(Dose Aguda, DA <sub>ext</sub> . externa <sup>(1)</sup> , <10h) = 10 Gy, conforme tabela I-II do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01	MONITORAÇÃO DA PELE	<b>Algumas semanas após o início da exposição:</b> Estime a dose de todas as vias de exposição para aqueles que excedem NIO4, para determinar se o acompanhamento médico é garantido. Se NIO4, ou NIO4, não for excedido, verifique NIO8.
NIO7 <sup>(1)</sup>	Para alimentos em geral <sup>(1)</sup> : 1 kBq/kg de I-131 e 0,2 kBq/kg de Cs-137 Para água e leite <sup>(1)</sup> : 0,1 kBq/kg de I-131 e 0,3 kBq/kg de Cs-137	(Ingestão, H <sub>respo</sub> . dose efetiva comprometida <sup>(1)</sup> em 1 ano) = 0,01 Sv, conforme tabela I-II(b) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01	MONITORAÇÃO DE AMOSTRAS DE ALIMENTOS, LEITE E ÁGUA	<b>Poucos dias após a obtenção dos resultados:</b> 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.
NIO7 (válido somente para instalações categoria I do Anexo J da Norma CNEN-NN-3.01)	Para alimentos em geral <sup>(1)</sup> : 10 kBq/m <sup>2</sup> I-131 e 2 kBq/m <sup>2</sup> Cs-137 Para leite <sup>(1)</sup> : 2 kBq/m <sup>2</sup> I-131 e 10 kBq/m <sup>2</sup> Cs-137	(Ingestão, H <sub>respo</sub> . dose efetiva comprometida <sup>(1)</sup> no período total de desenvolvimento no útero) = 0,01 Sv, conforme tabela I-II(b) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01	MONITORAÇÃO DA TIREOIDE	<b>Algumas semanas após o início da exposição:</b> Estime a dose de todas as vias de exposições 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.
NIO8,	0,5 μSv/h acima da radiação de fundo	(Ações Urgentes, H <sub>respo</sub> . dose equivalente comprometida <sup>(1)</sup> em 1 ano) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01	MONITORAÇÃO DA TIREOIDE	<b>Ter em mente que a monitoração da tireoide não justifica atrasar ou interferir em outras ações protetoras urgentes. Imediatamente após a monitoração:</b> 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 radiiodo (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.
NIO5 (não é válido para plantas categoria III ou do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01)	Beta total (β): 100 Bq/kg Alfa total (α): 5 Bq/kg		MONITORAÇÃO DE AMOSTRAS DE ALIMENTOS, LEITE E ÁGUA	<b>Algumas semanas após o início da exposição:</b> Estime a dose de todas as vias de exposições para aqueles que excedem NIO8, para determinar se um acompanhamento médico é garantido e se NIO8, não for excedido, registre todos os monitorados e registre o resultado da monitoração (se possível); nenhuma ação adicional é necessária.
NIO6 <sup>(1)</sup>	0,01 kBq/kg <sup>(1)</sup> para alimentos de consumo em geral Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-242, Am-241 0,1 kBq/kg para água, leite e alimentos infantis 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 para alimentos de consumo em geral 0,1 kBq/kg para água potável, leite e alimentos infantis		MONITORAÇÃO DE AMOSTRAS DE ALIMENTOS, LEITE E ÁGUA para grupos de radionuclídeos.	<b>Ter em mente que a monitoração da tireoide não justifica atrasar ou interferir em outras ações protetoras urgentes. Imediatamente após a monitoração:</b> 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 radiiodo (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.
NIO6 (válido para plantas categoria III do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01)			MONITORAÇÃO DE AMOSTRAS DE ALIMENTOS, LEITE E ÁGUA para grupos de radionuclídeos.	<b>Ter em mente que a monitoração da tireoide não justifica atrasar ou interferir em outras ações protetoras urgentes. Imediatamente após a monitoração:</b> 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 radiiodo (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.

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

<sup>(1)</sup> 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 e 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, quando comparado com o NIO7 é que, com base no NIO3, 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, 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, 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 isotopos abrangentes e demoradas análises. A contribuição dos outros radionuclídeos que se espera estarem presentes após a liberação de material radioativo devido a graves danos ao combustível foi considerada.

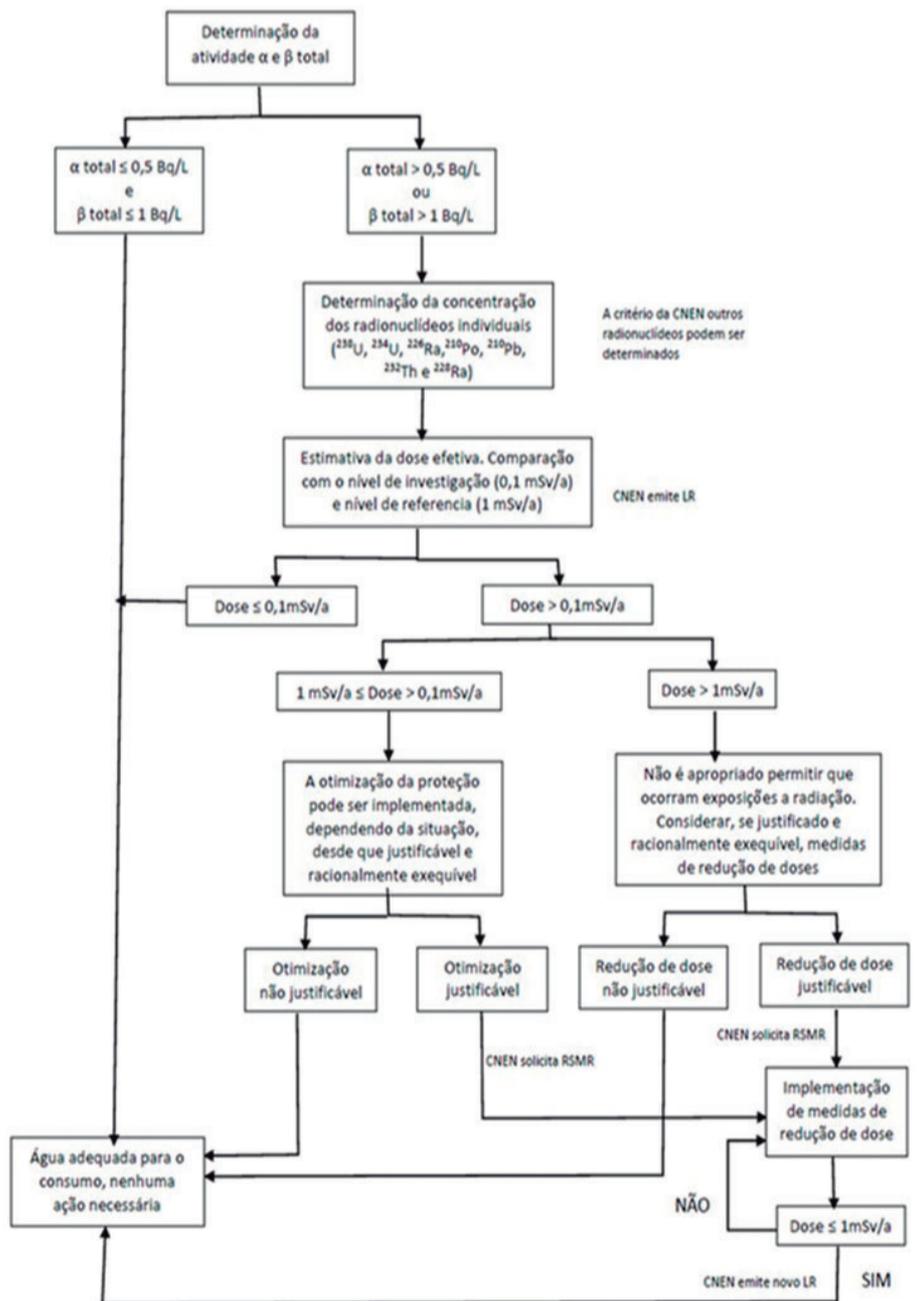


Figura 2 – Fluxograma de atuação para avaliação da potabilidade da água sob o aspecto radiológico.

ANEXO M  
VALORES DE NÍVEIS DE INTERVENÇÃO OPERACIONAIS (NIOs)

NIO	VALORES DE NIO	CRITÉRIO GÊNÉRICO BASE	TIPO DE MONITORAÇÃO	AÇÕES <sup>(NIO)</sup> SE O NIO É EXCEDIDO <sup>(N+T)</sup>
NIO1,	1 mSv/h	(Ações Urgentes, E. dose efetiva total <sup>(I)</sup> <sup>(II)</sup> nos primeiros 7 dias) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01 (Ações Urgentes, H <sub>lim</sub> , dose equivalente total <sup>(I)</sup> nos primeiros 7 dias) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01	MONITORAÇÃO DO SOLO Taxa equivalente de dose ambiente a 1 m acima do nível do solo em um povoadou 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>No primeiro dia:</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>(I)</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>(I)</sup> , até que uma evacuação segura seja possível. Uma vez evacuado, fornecer registro, monitoração de pele e tireoide (usando NIO4, e NIO8), 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 NIO3.
NIO1,a,b (somente para instalações categorias II e III do anexo J da Norma CNEN-NN-3.01)	2000 cps para beta (β) direta 50 cps para alfa (α) direta	(Ações Urgentes, E. dose efetiva total <sup>(I)</sup> <sup>(II)</sup> nos primeiros 7 dias) = 0,1 Sv, conforme tabela II(a) (Ações Urgentes, H <sub>lim</sub> , dose equivalente total <sup>(I)</sup> no período total de desenvolvimento no útero) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma CNEN-NN-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	<b>Algumas semanas após o início da exposição:</b> Estime a dose de todas as vias de exposição para aqueles que estavam na área para determinar se o acompanhamento médico é garantido.
NIO2,	100 μSv/h ou 0,1 mSv/h (nos primeiros 10 dias após o desligamento <sup>(I)</sup> do reator) (pluma ou deposição)  25 μSv/h (depois de 10 dias após o desligamento <sup>(I)</sup> do reator ou para combustível irradiado)	(Ações Iniciais, E. dose efetiva total <sup>(I)</sup> <sup>(II)</sup> em 1 ano) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01 (Ações Iniciais, H <sub>lim</sub> , dose equivalente total <sup>(I)</sup> no período total de desenvolvimento no útero) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01	MONITORAÇÃO DO SOLO Taxa equivalente de dose ambiente a 1 m acima do nível do solo em um povoadou 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>Algumas semanas após o início da exposição:</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, serão realocados pelo menos nos primeiros dias e aqueles nas áreas que se aproximam de NIO2, 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.
NIO2,a,b (somente para instalações categorias II e III do anexo J da Norma CNEN-NN-3.01)	200 cps para beta (β) direta 10 cps para alfa (α) direta	(Ações Iniciais, E. dose efetiva total <sup>(I)</sup> <sup>(II)</sup> em 1 ano) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01 (Ações Iniciais, H <sub>lim</sub> , dose equivalente total <sup>(I)</sup> no período total de desenvolvimento no útero) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma CNEN-NN-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	<b>Algumas semanas após o início da exposição:</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, serão realocados pelo menos nos primeiros dias e aqueles nas áreas que se aproximam de NIO2, 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.
NIO3, <sup>(b)</sup>	1 μSv/h acima da radiação de fundo	(Ingestão, R <sub>ingestão</sub> , dose efetiva comprometida <sup>(III)</sup> em 1 ano) = 0,01 Sv, conforme tabela I-II(b) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01 (Ingestão, H <sub>ingestão</sub> , dose equivalente total no período total de desenvolvimento no útero) = 0,01 Sv, conforme tabela I-II(b) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01	MONITORAÇÃO DO SOLO Taxa equivalente de dose ambiente a 1 m acima do nível do solo em um povoadou 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>Algumas semanas após o início da exposição:</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 criação, coleta direta da água da chuva e animais locais da área onde as restrições foram executadas para determinar se o acompanhamento médico é garantido.
NIO3,a,b (somente para instalações categorias II e III do anexo J da Norma CNEN-NN-3.01)	20 cps para beta (β) direta 2 cps para alfa (α) direta	(Ingestão, R <sub>ingestão</sub> , dose efetiva comprometida <sup>(III)</sup> em 1 ano) = 0,01 Sv, conforme tabela I-II(b) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01 (Ingestão, H <sub>ingestão</sub> , dose equivalente total no período total de desenvolvimento no útero) = 0,01 Sv, conforme tabela I-II(b) do Anexo I da Norma CNEN-NN-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	<b>Para aqueles que estão sendo monitorados, nas primeiras horas após o início da exposição (antes da monitoração ser executada):</b>  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 brincarcom no chão; e (c) evitar atividades que resultam na criação de poeira que possa ser ingerida ou inalada. Instrua para trocar de roupa, lava-lá e tomar banho o mais rápido possível, se isso puder ser feito com segurança. Tranquelize 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.). <b>Nos primeiros dias após o início da exposição:</b> 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
NIO4, <sup>(c)</sup>	1 μSv/h	(Dose Aguda, DA <sub>ext</sub> , externa <sup>(I)</sup> , <10h) = 10 Gy, conforme tabela I-I do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01 (Ações Urgentes, E. dose efetiva total <sup>(I)</sup> <sup>(II)</sup> nos primeiros 7 dias) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01 (Ações Urgentes, H <sub>lim</sub> , dose equivalente total <sup>(I)</sup> nos primeiros 7 dias) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01	MONITORAÇÃO DA PELE Taxa equivalente de dose ambiente a 10 cm da pele nua da mão e do rosto	<b>Para aqueles que estão sendo monitorados, nas primeiras horas após o início da exposição (antes da monitoração ser executada):</b>  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 brincarcom no chão; e (c) evitar atividades que resultam na criação de poeira que possa ser ingerida ou inalada. Instrua para trocar de roupa, lava-lá e tomar banho o mais rápido possível, se isso puder ser feito com segurança. Tranquelize 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.). <b>Nos primeiros dias após o início da exposição:</b> 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
NIO4, <sup>(d)</sup>	1.000 cps <sup>(d)</sup>	(Dose Aguda, DA <sub>ext</sub> , externa <sup>(I)</sup> , <10h) = 10 Gy, conforme tabela I-I do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01 (Ações Urgentes, E. dose efetiva total <sup>(I)</sup> <sup>(II)</sup> nos primeiros 7 dias) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01 (Ações Urgentes, H <sub>lim</sub> , dose	MONITORAÇÃO DA PELE Taxa de contagem beta a 2 cm da pele nua da mão e do rosto (O uso de NIO4, é preferível em relação a NIO4 <sub>e</sub> em reatores de potência)	<b>Para aqueles que estão sendo monitorados, nas primeiras horas após o início da exposição (antes da monitoração ser executada):</b>  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 brincarcom no chão; e (c) evitar atividades que resultam na criação de poeira que possa ser ingerida ou inalada. Instrua para trocar de roupa, lava-lá e tomar banho o mais rápido possível, se isso puder ser feito com segurança. Tranquelize 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.). <b>Nos primeiros dias após o início da exposição:</b> 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

NIO	VALORES DE NIO	CRITÉRIO GÊNÉRICO BASE	TIPO DE MONITORAÇÃO	AÇÕES <sup>(NIO)</sup> SE O NIO É EXCEDIDO <sup>(N+T)</sup>
NIO4,	50 cps para alfa (α) direta	(Dose Aguda, DA <sub>ext</sub> , externa <sup>(I)</sup> , <10h) = 10 Gy, conforme tabela I-I do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01 (Ações Urgentes, E. dose efetiva total <sup>(I)</sup> <sup>(II)</sup> nos primeiros 7 dias) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01 (Ações Urgentes, H <sub>lim</sub> , Dose equivalente total <sup>(I)</sup> nos primeiros 7 dias) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01	MONITORAÇÃO DA PELE Taxa de contagem alfa a 0,5 cm da pele nua da mão e do rosto	tireoide usando NIO8. 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. <b>Algumas semanas após o início da exposição:</b> Estime a dose de todas as vias de exposição para aqueles que excedem NIO4, para determinar se o acompanhamento médico é garantido. Se NIO4, ou NIO4 <sub>e</sub> não for excedido, verifique NIO8.
NIO7 <sup>(b)</sup> (válido somente para instalações categoria I do Anexo J da Norma CNEN-NN-3.01)	<b>Para alimentos em geral <sup>(a)</sup>:</b> 1 kBq/kg de I-131 e 0,2 kBq/kg de Cs-137 <b>Para água e leite <sup>(a)</sup>:</b> 0,1 kBq/kg de I-131 e 0,3 kBq/kg de Cs-137 <b>Para alimentos em geral <sup>(a)</sup>:</b> 10 kBq/m <sup>2</sup> I-131 e 2 kBq/m <sup>2</sup> Cs-137 <b>Para leite <sup>(a)</sup>:</b> 2 kBq/m <sup>2</sup> I-131 e 10 kBq/m <sup>2</sup> Cs-137	(Ingestão, R <sub>ingestão</sub> , dose efetiva comprometida <sup>(III)</sup> em 1 ano) = 0,01 Sv, conforme tabela I-II(b) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01 (Ingestão, H <sub>ingestão</sub> , dose equivalente comprometida total <sup>(III)</sup> no período total de desenvolvimento no útero) = 0,01 Sv, conforme tabela I-II(b) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01	MONITORAÇÃO DE AMOSTRAS DE ALIMENTOS, LEITE E ÁGUA Concentração de atividade de I-131 <sup>(I)</sup> e Cs-137 <sup>(I)</sup> em amostras de alimentos, leite e água potável (kBq/kg). Concentração de atividade de I-131 <sup>(I)</sup> e Cs-137 <sup>(I)</sup> no solo em kBq/m <sup>2</sup> na área usada para agricultura ou pastagem.	<b>Poucos dias após a obtenção dos resultados:</b> 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. <b>Algumas semanas após a obtenção dos resultados:</b> 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.
NIO8, (válido somente para plantas categoria I do Anexo J da Norma CNEN-NN-3.01)	0,5 μSv/h acima da radiação de fundo	(Ações Urgentes, H <sub>tireoide</sub> , dose equivalente comprometida <sup>(III)</sup> em 1 ano) = 0,1 Sv, conforme tabela I-II(a) do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01	MONITORAÇÃO DA TIREOIDE Taxa equivalente de dose ambiente em frente da tireoide em contato com a pele; Medida na primeira semana após a ingestão de radioiodio; Realizado em área com radiação de fundo inferior a 0,25 μSv /h; Medido depois que a pessoa foi descontaminada e as roupas contaminadas foram removidas; e Medido com um instrumento com uma área de janela efetiva ≤ 15 cm <sup>2</sup> e uma resposta de 2 0,1 μSv / h (taxa equivalente de dose ambiente na frente da tireoide em contato com a pele) por kBq de atividade de I-131 na tireoide.	<b>Ter em mente que a monitoração da tireoide não justifica atrasar ou interferir em outras ações protetoras urgentes. Imediatamente após a monitoração:</b> 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 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. <b>Algumas semanas após o início da exposição:</b> Estime a dose de todas as vias de exposições para aqueles que excedem NIO8, para determinar se um acompanhamento médico é garantido e se NIO8, não for excedido, registre todos os monitorados e registre o resultado da monitoração (se possível); nenhuma ação adicional é necessária.
NIO5 (não é válido para plantas categoria III do Anexo I da Norma CNEN-NN-3.01)	Beta total (β): 100 Bq/kg ou Alfa total (α): 5 Bq/kg		MONITORAÇÃO DE AMOSTRAS DE ALIMENTOS, LEITE E ÁGUA Concentração de radionuclídeos.	Igual ou Acima do NIO5; avalie usando NIO6 Abaixo de NIO5: Seguro para consumo durante a fase de emergência
NIO6 <sup>(b)</sup> (não é válido para plantas categoria III do Anexo J da Norma CNEN-NN-3.01)	Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-242, Am-241  Sr-90  Sr-89, Ru-103, Cs-134, Cs-137, Ru-106  I-131	0,01 kBq/kg <sup>(d)</sup> para alimentos de consumo em geral; água potável, leite e alimentos infantis  0,1 kBq/kg para alimentos de consumo em geral; água potável, leite e alimentos infantis  1 kBq/kg <sup>(d)</sup> para alimentos de consumo em geral; água potável, leite e alimentos infantis	MONITORAÇÃO DE AMOSTRAS DE ALIMENTOS, LEITE E ÁGUA para grupos de radionuclídeos.	Abaixo: seguro para consumo <sup>(d)</sup> Iguai ou Acima: impróprio para consumo <sup>(d)</sup>

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

<sup>[1]</sup> 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.
<sup>[2]</sup> A vantagem do NIO3, quando comparado com o NIO7 é que, com base no NIO3<sub>e</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.
<sup>[3]</sup> A taxa de dose equivalente no ambiente NIO4, 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>e</sub> também é fornecida, uma vez que pode ser usada por algumas organizações de resposta para monitoração da pele.
<sup>[4]</sup> 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>.
<sup>[5]</sup> 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.
<sup>[6]</sup> 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 isotópos abrangentes e demoradas análises. A contribuição dos outros radionuclídeos que se espera estarem presentes após a liberação de material radioativo 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 CNEN-NN-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 CNEN-NN-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-I(a) e (b) do Anexo I da Norma CNEN-NN-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 CNEN-NN-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 de 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 Σ<sub>i</sub> (C<sub>i</sub>/NIO6) > 1, considerando a concentração de cada radionuclídeo i, C<sub>i</sub>, na comida, leite ou água, em Bq/kg e o limite NIO6 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 CNEN-NN-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 CNEN NN 3.01 em Guia Regulatório específico da CNEN.

<sup>(\*\*)</sup> No caso da categoria IV do Anexo I da Norma CNEN NN 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.