



COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR

DIRETORIA DE radioproteção e SEGURANÇA NUCLEAR

**CERTIFICAÇÃO DA QUALIFICAÇÃO DE SUPERVISOR DE PROTEÇÃO
RADIOLÓGICA**

2023

- PROVA ESPECÍFICA -

ÁREA DE ATUAÇÃO – INSTALAÇÃO NA ÁREA DE MEDICINA NUCLEAR

GABARITO

QUESTÕES OBJETIVAS

1.

GABARITO: LETRA D

REFERÊNCIA: IAEA - General Safety Guide No. GSG-7 - Occupational Radiation Protection - IAEA, Viena, 2018; paragraphs 9.48 to 9.52

2.

GABARITO: LETRA E

REFERÊNCIA: IAEA - Specific Safety Guide No. SSG-46 - Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation - IAEA, Viena, 2018; - paragraph 4.161

3.

GABARITO: LETRA A

4.

GABARITO: LETRA B

REFERÊNCIA: CNEN-NN 6.02 Licenciamento de Instalações Radiativas, 2022

5.

GABARITO: LETRA E

REFERÊNCIA: CNEN-NN 6.02 Licenciamento de Instalações Radiativas, 2022

6.

GABARITO: LETRA D

REFERÊNCIA: CNEN-NN 8.01 Gerência de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação, 2014

7.

GABARITO: LETRA E

REFERÊNCIA: CNEN-NN 3.05 Requisitos de segurança e proteção radiológica para serviços de medicina nuclear, 2013

8.

GABARITO: LETRA B

REFERÊNCIA: CNEN-NN 3.05 Requisitos de segurança e proteção radiológica para serviços de medicina nuclear, 2013

9.

GABARITO: LETRA E

REFERÊNCIA: CNEN-NN 3.05 Requisitos de segurança e proteção radiológica para serviços de medicina nuclear, 2013

10.

GABARITO: LETRA C

REFERÊNCIA: CNEN-NN 3.05 Requisitos de segurança e proteção radiológica para serviços de medicina nuclear, 2013; e CNEN-NN-3.01 Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica, 2014

QUESTÕES DISCURSIVAS

1)

GABARITO:

Restrição de Dose: Com a finalidade de garantir um nível adequado de proteção individual para cada IOE, deve ser estabelecido, como condição limitante do processo de otimização da proteção radiológica, um valor de restrição de dose efetiva, levando em consideração as incertezas a ela associadas, relativa a qualquer fonte ou instalação sob o controle regulatório.

Nível de Registro: o nível de registro para monitoração individual mensal de IOE é de 0,10 mSv para dose efetiva: todas as doses maiores ou iguais a 0,10 mSv devem ser registradas.

Nível de Investigação: o nível de investigação para monitoração individual de IOE deve ser, para dose efetiva, 6 mSv por ano ou 1 mSv em qualquer mês. Para dose equivalente, o nível de investigação para pele, mãos e pés é de 150 mSv por ano ou 20 mSv em qualquer mês. Para o cristalino, o nível de investigação é 6 mSv por ano ou 1 mSv em qualquer mês.

REFERÊNCIA: CNEN-NN 3.05 Requisitos de segurança e proteção radiológica para serviços de medicina nuclear, 2013; e Posição Regulatória 3.01 / 004:2011 - Restrição de dose, níveis de referência ocupacionais e classificação de áreas.

2)

GABARITO:

LETRA A:

Art. 17 Todas as dependências do Serviço de Medicina Nuclear devem:

I - ser devidamente classificadas de acordo com a classificação de área constante das resoluções da CNEN;

II - estar visivelmente identificadas;

III - ter acesso controlado; e

IV - ter blindagem necessária e suficiente para manter, nas áreas externas às supervisionadas ou controladas do Serviço de Medicina Nuclear, os níveis de dose para indivíduos do público dentro dos limites estabelecidos pelas Resoluções da CNEN;

V - ter blindagem necessária e suficiente para manter, nas instalações do Serviço de Medicina Nuclear, os níveis de dose para Indivíduos Ocupacionalmente Expostos dentro dos níveis operacionais estabelecidos pelas Resoluções da CNEN; e

VI - ter pisos e paredes impermeáveis, com superfícies não porosas, lisas e livres de rachaduras, de modo a permitir a fácil descontaminação, nas áreas controladas e supervisionadas.

VII - estar descritas no Plano de Proteção Radiológica, incluindo as seguintes informações:

a) localização exata das mesmas; e

b) os procedimentos para transporte de fontes radioativas e rejeitos em conformidade com as resoluções da CNEN, quando aplicáveis.

LETRA B:

Art. 31 A dispensa incondicional de rejeitos sólidos só pode ser realizada no sistema de coleta de resíduo urbano e deve ter sua atividade específica ou total limitada aos valores estabelecidos no Anexo VI, para cada radionuclídeo. Parágrafo único. Para os radionuclídeos que não constem na Tabela do Anexo VI, o nível de dispensa deverá ser aprovado pela CNEN, mediante consulta formal feita pelo titular da instalação.

Art. 32 Frascos, seringas e outros recipientes que tenham contido líquidos radioativos só podem ser dispensados no sistema de coleta de resíduos de serviços de saúde ou resíduo urbano após a remoção de qualquer líquido radioativo remanescente.

Parágrafo único. O líquido radioativo residual só pode ser eliminado na rede de esgotos em conformidade com os requisitos estabelecidos no Art. 30 desta Norma.

Art. 33 Para fins de cálculo do tempo de decaimento necessário para dispensa de rejeitos sólidos no sistema de coleta de lixo urbano, deve ser considerado que 10% do conteúdo radioativo inicial ficam adsorvidos no frasco, seringa ou outros materiais que tiveram contacto com o líquido radioativo, salvo se estiver disponível método confiável de medida experimental.

Art. 34 Os rótulos portando o símbolo internacional indicativo de presença de radiação presentes nos rejeitos sólidos devem ser retirados ou descaracterizados, por ocasião de sua dispensa no sistema de coleta de resíduo urbano.

Art. 35 O valor estabelecido para dispensa incondicional de grandes quantidades de objetos contaminados na superfície por radionuclídeos das séries naturais é 3 kBq/m², considerando o radionuclídeo pai e seus descendentes em equilíbrio secular.

Parágrafo único. Adicionalmente à dispensa incondicional, citada no caput deste artigo, aplicam-se os valores de atividade específica constantes do Anexo VI desta Norma.

Art. 36 Valores de atividades específicas não constantes do Anexo VI desta Norma serão estabelecidos pela CNEN, mediante consulta formal feita pelo titular.

REFERÊNCIA: CNEN-NN 3.05 Requisitos de segurança e proteção radiológica para serviços de medicina nuclear, 2013; e Posição Regulatória 3.01 / 004:2011 - Restrição de dose, níveis de referência ocupacionais e classificação de áreas.

3)

GABARITO:

LETRA A:

Radioisótopo	Data de Referência	Atividade no dia do teste (μCi)
^{133}Ba	03/04/2014	145,2
^{57}Co	01/11/2018	87,2
^{137}Cs	03/04/2014	153,8

LETRA B:

Medida	Fonte		
	^{133}Ba (μCi)	^{57}Co (μCi)	^{137}Cs (μCi)
1	163,0	94,2	161,0
2	163,0	94,2	161,0
3	163,0	94,2	162,0
4	162,0	93,7	162,0
5	165,0	93,9	162,0
6	165,0	93,7	162,0
7	165,0	93,8	161,0
8	164,0	93,8	162,0
9	165,0	94,2	162,0
10	165,0	94,4	162,0
μ	164,0	94,0	161,7
máx	165,0	94,4	162,0
σ	1,2	0,3	0,5
prec. (%)	0,6	0,4	0,2
exat. (%)	-12,8	-7,8	-5,3

LETRA C:

O candidato deve ser capaz de explicar que:

A precisão do Ba-133 está em conformidade e a exatidão do Ba-133 está em não conformidade em relação aos limites estabelecidos na tabela V da CNEN NN 3.05.

Embora os valores de precisão e exatidão do Co-57 estejam em conformidade com a tabela V da CNEN NN 3.05, a fonte está com atividade abaixo da exigida no artigo 20, inciso II da CNEN NN 3.05.

A precisão e exatidão do Cs-137 se encontra em conformidade com o estabelecido na tabela V da CNEN NN 3.05.

REFERÊNCIA: CNEN-NN 3.05 Requisitos de segurança e proteção radiológica para serviços de medicina nuclear, 2013

4)

GABARITO:

LETRA A:

Atividade e estado físico: Depende do consumo do serviço - considerando um consumo semanal autorizado pela CNEN de **XX MBq** de Iodeto de sódio (^{131}I) na **forma líquida**, ou na forma de **cápsulas CAPS-IPEN (XX cápsulas de XX MBq/cápsula)**, teríamos o transporte de **XX embalados**.

Art. 36 - A **atividade do radiofármaco** a ser administrada ao Paciente Injetado, na forma líquida ou sólida, **deve ser previamente aferida no medidor de atividade**. Parágrafo único. **A geometria adequada deve ser considerada no procedimento para aferição do radiofármaco no medidor de atividade**.

Art. 48 - A administração de dose terapêutica em Paciente Injetado que requer internação deve ser realizada no **quarto para terapia descrito** no art. 14 desta resolução. Parágrafo único. O radiofármaco, **quando líquido, deve estar armazenado em recipiente descartável e devidamente blindado**.

Tipo de radiação: O iodo-131 decai para xenônio-131 estável por emissão de partículas β - e radiação gama, com meia-vida de 8,02 dias. A emissão concomitante de radiação particulada e gama permite a utilização desse radioisótopo em procedimentos terapêuticos e diagnósticos, respectivamente. A energia máxima das partículas β - do ^{131}I é 606 keV e a energia dos fótons utilizados para imagem é 364 keV (81%).

REFERÊNCIA: CNEN-NN 3.05 Requisitos de segurança e proteção radiológica para serviços de medicina nuclear, 2013

LETRA B:

Art. 17, inciso VII - estar **descritas no Plano de Proteção Radiológica**, incluindo as seguintes informações: a) **localização exata das mesmas**; e b) os **procedimentos para transporte de fontes radioativas e rejeitos** em conformidade com as resoluções da CNEN, quando aplicáveis.

Art. 18 A circulação de fontes e rejeitos radioativos no interior das instalações do Serviço de Medicina Nuclear deve estar prevista no Plano de Proteção Radiológica e ocorrer **dentro de blindagens adequadas**. Parágrafo único. Não é permitida a existência de áreas livres cujo acesso seja feito exclusivamente por áreas controladas ou supervisionadas

Art. 19, inciso I - devem estar detalhadamente descritos no Plano de Proteção Radiológica: ... letra *d*) **o procedimento de transporte do radiofármaco e dos rejeitos radioativos...**

Art. 20, inciso I - equipamentos de proteção individual (EPI) e equipamentos de proteção coletiva (EPC):... c) **transportadores blindados de frasco** e seringa;... e) blindagem para manipulação, **transporte** e armazenamento de fontes **radioativas e rejeitos**;

Descrever a localização das fontes, caminho percorrido (Serviço de MN radiofarmácia até o quarto de internação) enfatizando o de menor risco de exposição do público (p ex. uso de elevador de serviço ou exclusivo), sistema de blindagem empregue (carrinho, castelo de chumbo), sinalização (símbolo de radiação), identificação da fonte (atividade medida, data e hora, identificação do paciente), medida de taxa de dose ao redor da blindagem e a 1m da fonte (exposição do trabalhador e do público durante o transporte).

Art. 14, inciso VI - local destinado ao armazenamento provisório de rejeitos radioativos;

O **transporte de rejeitos deve ser realizado com os mesmos cuidados utilizados no transporte de fontes**, pois estes são considerados como fontes radioativas até seu decaimento e possível descarte. Dessa forma, deve-se: descrever a localização dos rejeitos, o caminho percorrido (do quarto de internação até o local de armazenamento de rejeitos) enfatizando o de menor risco de exposição do público (p.ex. uso de elevador de serviço ou exclusivo), sistema de blindagem empregue (carrinho), sinalização (símbolo de radiação), identificação do rejeito (conteúdo, características físico-químicas, características biológicas e origem, massa ou volume, tipo de radionuclídeo, atividade estimada no armazenamento, taxa de exposição na superfície, no armazenamento e na liberação, data de armazenamento e data prevista para liberação, nome e visto do responsável pela radioproteção, identificação da instalação que gerou o rejeito), medida de taxa de dose ao redor da blindagem e a 1m (exposição do trabalhador e do público durante o transporte).

Art. 63, inciso VI – identificação dos volumes ou recipientes contendo, no mínimo, as seguintes informações:...

Art. 63, inciso VIII - descrição do local escolhido para o armazenamento provisório...

Art. 63, inciso IX - descrição dos procedimentos adotados para controle de rejeitos gerados e para a determinação do tempo de armazenamento necessário para o seu decaimento e posterior dispensa;

Art. 63, inciso X - estimativa do volume total de rejeitos a ser produzido pelo Serviço de Medicina Nuclear e garantia de sua capacidade de armazenamento.

Art.67 - O registro dos rejeitos radioativos deve incluir: ... Atualizar o registro de rejeitos

REFERÊNCIA: CNEN-NN 3.05 Requisitos de segurança e proteção radiológica para serviços de medicina nuclear, 2013

LETRA C:

Art. 4º, inciso VIII, item a) que somente pessoal treinado e autorizado opere os equipamentos e manipule as fontes radiativas, seladas ou não seladas, do Serviço de Medicina Nuclear;... **item c)** o treinamento de Indivíduos Ocupacionalmente Expostos, com periodicidade máxima anual, tanto para atuação em situações normais de trabalho quanto em situações de incidente ou acidente; ...**item f)** as condições necessárias para que todas as fontes radioativas, bem como os rejeitos radioativos, estejam acondicionados e armazenados de forma segura, de acordo com as resoluções da CNEN; ... **inciso X** - manter disponíveis as **resoluções de proteção radiológica e instruções de segurança** aos Pacientes Injetados e **Indivíduos Ocupacionalmente Expostos**, bem como garantir que elas sejam aplicadas por intermédio do Supervisor de Proteção Radiológica; ... **inciso XVII** - assegurar que todos os Indivíduos Ocupacionalmente Expostos do Serviço de Medicina Nuclear estejam em dia com os exames médicos ocupacionais; e **item XVIII** - assegurar o registro atualizado, em formato de relatório... **e) dose efetiva acumulada anual e nos últimos 5 (cinco) anos, por Indivíduo Ocupacionalmente Exposto; e f) dose equivalente anual, por Indivíduo Ocupacionalmente Exposto, quando aplicável.**

Art. 14, §1º, inciso IV - ... sistema de exaustão de ar, projetado de maneira a manter, no local de manipulação do radiofármaco, os níveis de doses para Indivíduos Ocupacionalmente Expostos dentro dos níveis operacionais estabelecidos pelo Serviço de Medicina Nuclear...

Art. 17, inciso V - ...ter blindagem necessária e suficiente para manter, nas instalações do Serviço de Medicina Nuclear, os níveis de dose para Indivíduos Ocupacionalmente Expostos dentro dos níveis operacionais estabelecidos pelas Resoluções da CNEN; e

Art. 35 O Indivíduo Ocupacionalmente Exposto que **manipula ou administra** radiofármacos deve: **I - usar luvas descartáveis e jaleco de manga longa; II - utilizar monitor individual de corpo inteiro, posicionado no tórax; e III - utilizar monitor individual de extremidade.**

Parágrafo único. Os monitores individuais devem: I - estar armazenados em área livre, devidamente descrita no Plano de Proteção Radiológica; II - ser de uso exclusivo do Serviço de Medicina Nuclear e do Indivíduo Ocupacionalmente Exposto; III - ser de uso específico para a prática de medicina nuclear; e IV - ser trocados mensalmente.

Art. 52 É obrigatório o uso de **biombo blindado ou barreira protetora equivalente, junto ao leito**, para a **proteção do Indivíduo Ocupacionalmente Exposto**. Parágrafo único. Caso haja mais de um Paciente Injetado no local, é obrigatório o uso de biombo blindado ou barreira protetora equivalente entre os leitos dos Pacientes Injetados.

Art. 53 O **quarto para terapia com internação deve estar sinalizado** com o símbolo internacional de radiação e a classificação da área, bem como apresentar uma **tabuleta contendo as seguintes**

informações: I – nome e atividade do radionuclídeo administrado; II – data, hora da administração e registro diário da taxa de dose a 2 (dois) metros do Paciente Injetado; e III – nome e telefone do médico nuclear responsável e do Supervisor de Proteção Radiológica.

Art. 54 Todos os objetos passíveis de **contaminação** do quarto para terapia com internação devem ser **recobertos com plástico impermeável**.

Art. 60 Após a liberação e desocupação do quarto, este **deve ser monitorado** e **eventuais contaminações devem ser removidas** antes da sua liberação para outro Paciente Injetado. §1º O quarto somente poderá ser liberado para uso geral, outros fins que não a internação de Paciente Injetado, após ser **verificado que não há possibilidade de contaminação e exposição dos Indivíduos Ocupacionalmente Expostos e indivíduos do público**. §2º Vestimentas pessoais, roupas de cama e roupas de banho do Paciente Injetado devem ser monitoradas e, no caso de eventual contaminação, devem ser armazenadas em local apropriado.

Descrever dosimetria individual utilizada, controle de doses recebidas (mensal, anual, em 5 anos) efetivas e equivalentes, estabelecer níveis operacionais de dose efetiva e equivalente, realização de exames médicos ocupacionais, disponibilidade do Plano de Proteção Radiológica, disponibilidade de instruções e procedimentos do serviço, otimização dos procedimentos, treinamento periódico, avaliação de desempenho do IOE sob o ponto de vista de proteção radiológica efetuado pelo SPR, uso de biombo blindado junto ao leito do quarto terapêutico, identificação do paciente internado e dados de proteção radiológica na porta do quarto terapêutico (incluindo taxa de dose a 2 m) local de armazenamento de fontes adequado para ¹³¹I, identificação e sinalização das fontes, sistema de exaustão para manipulação de iodo-131, blindagem adequada para a energia do ¹³¹I, uso de EPIS na manipulação e na monitoração do quarto terapêutico, monitoramento de contaminação diária e sempre que houver suspeita de contaminação, investigação de exposições acidentais.

REFERÊNCIA: CNEN-NN 3.05 Requisitos de segurança e proteção radiológica para serviços de medicina nuclear, 2013