



COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR

DIRETORIADE RADIOPROTEÇÃO E SEGURANÇA NUCLEAR

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

2021

- PROVA ESPECÍFICA -

MEDICINA NUCLEAR

Nome do Candidato:.....

Número de CPF:

Assinatura:

Data: 01/09/2021

Obs. – As instruções para a realização da prova encontram-se na folha seguinte.

INSTRUÇÕES

1. É obrigatório colocar o seu nome legível em **todas** as páginas, sob pena da questão não ser corrigida.
2. Use somente o papel fornecido pelos examinadores.
3. Não será permitido empréstimo de qualquer material durante a prova.
4. Durante a realização da prova não é permitido utilizar quaisquer dispositivos como bip, telefone celular, walkman, agenda eletrônica, notebook, palmtop, laptop, tablet, receptor, gravador, câmera fotográfica, filmadora, MP-3, MP-4 e demais dispositivos similares.
5. É permitido apenas o uso de calculadora científica.
6. Nenhuma folha deve ser destacada.
7. As questões certas ganham pontos e as questões erradas não anulam pontos de questões certas.
8. Só é permitida a saída da sala da prova após **1 hora** do início da mesma.
9. O candidato não poderá levar o caderno de questões.
10. O antepenúltimo e o penúltimo candidato só poderão deixar a sala de aplicação da prova juntamente com o último candidato. Os três candidatos testemunharão o novo lacre dos envelopes bem como as assinaturas dos monitores de prova e dos três candidatos.
11. Utilize, para as respostas definitivas da prova, apenas caneta de tinta preta ou azul. Respostas a lápis **não serão consideradas** pela banca examinadora para fins de correção.

QUESTÕES OBJETIVAS

1. Em relação à Norma CNEN-NN-8.01 – “Gerência de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação” – julgue os itens a seguir: **(0,70 ponto)**

- I. Para fins de cálculo de tempo de decaimento necessário para dispensa de rejeitos sólidos no sistema de coleta de lixo urbano, deve ser considerado que 2% do conteúdo radioativo inicial foram adsorvidos no frasco ou outros materiais que tiveram contato com líquido radioativo, salvo se estiver disponível método confiável de medida experimental.
- II. Os rótulos portando o símbolo internacional indicativo da presença de radiação presentes nos rejeitos sólidos devem ser retirados ou descaracterizados, por ocasião de sua dispensa na coleta de lixo urbano.
- III. É proibida a importação de rejeitos radioativos.
- IV. Frascos, seringas e outros recipientes que contenham líquidos radioativos podem ser dispensados no sistema de coleta de resíduos de serviços de saúde ou urbano, uma vez que se pode assumir que o conjunto frasco + líquido radioativo seja tratado como rejeito sólido unicamente.

Estão **CORRETAS** as afirmativas:

- a) II e IV.
 - b) II, III e IV.
 - c) I, III e IV.
 - d) II e III.
 - e) I e II.
2. “As exposições médicas devem ser justificadas, ponderando-se os benefícios diagnósticos ou terapêuticos que elas venham a produzir em relação ao detrimento correspondente, levando-se em conta os riscos e benefícios de técnicas alternativas disponíveis, que não envolvam exposição” (Norma CNEN-NN- 3.01). Acerca das exposições médicas, julgue os itens abaixo como verdadeiro (V) ou falso (F) e em seguida marque a alternativa correspondente a sequência **CORRETA: (0,70 ponto)**

- I. Os limites de doses anuais estabelecidos na norma CNEN-NN-3.01 – Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica se aplicam às exposições médicas, ocupacionais e do público.
 - II. Exposição médica compreende a exposição a que são submetidos: i) pacientes, para fins diagnósticos e terapia; ii) indivíduos expostos, fora do contexto ocupacional, que voluntária e eventualmente assistem pacientes durante o procedimento radiológico de terapia ou diagnóstico; e iii) indivíduos voluntários em programas de pesquisa médica ou biomédica.
 - III. O estabelecimento de níveis de referência de diagnóstico no Serviço de Medicina Nuclear constitui uma medida para otimização da exposição médica.
 - IV. O responsável técnico pelo Serviço de Medicina Nuclear deve definir medidas preventivas para que mulheres grávidas ou com suspeita de gravidez não sejam, em hipótese alguma, submetidas a procedimentos médicos envolvendo uso de radionuclídeos.
 - a) I-F, II-F, III-F, IV-F.
 - b) I-F, II-V, III-V, IV-V.
 - c) I-V, II-F, III-F, IV-V.
 - d) I-V, II-V, III-V, IV-F.
 - e) I-F, II-V, III-V, IV-F.
3. De acordo com a norma CNEN-NN-3.05, no que se refere à internação para terapia com radiofármacos, assinale a alternativa **INCORRETA**: (0,70 ponto)
- a) A liberação do paciente submetido à terapia deve levar em conta suas condições clínicas, sociais e domiciliares, bem como meios de transporte a serem utilizados por estes pacientes, a fim de preservar a contaminação e exposição radiológica dos indivíduos do público.
 - b) A liberação do paciente submetido a terapia deve contar única e exclusivamente com a concordância, por escrito, do médico nuclear, desde que a taxa de dose verificada no momento da alta médica seja inferior a 0,03 mSv/h a 2 (dois) metros de distância do paciente.
 - c) A presença de acompanhante pode ser permitida, a critério médico, desde que respeitadas as condições estabelecidas em norma.

- d) É obrigatório o uso de biombo blindado ou barreira protetora equivalente, junto ao leito, para a proteção do indivíduo ocupacionalmente exposto.
- e) Os pacientes submetidos a terapia com radiofármacos deve ficar sob a guarda do Serviço de Medicina Nuclear até que sejam atendidos os requisitos necessários para liberação dos mesmos.
4. Abaixo estão descritas três situações referentes a prática de Medicina Nuclear e os respectivos posicionamentos dos Supervisores de Proteção Radiológica (SPR). Julgue se cada um dos posicionamentos dos SPR está de acordo com os requisitos normativos da CNEN: **(0,7 ponto)**

Situação 1: Um Serviço de Medicina Nuclear, classificado como instalação radiativa - grupo 6, deseja obter um aumento da cota semanal de ^{99m}Tc , uma vez que o volume de pacientes atendidos na instalação aumentou consideravelmente. Diante dessa situação, o primeiro passo adotado pelo SPR foi submeter à CNEN a revisão do projeto de blindagens da instalação, incluindo a atividade atualizada de ^{99m}Tc pretendida, a fim de obter a Autorização para Modificação de Itens Importantes `à Segurança.

Situação 2: Um Serviço de Medicina Nuclear, classificado como instalação radiativa - grupo 5, tem autorização da CNEN para adquirir até 250 mCi/ semana de ^{131}I . O titular resolveu implementar na instalação um quarto terapêutico para realização de iodoterapia com internação. O SPR prontamente informa ao titular que não seria necessário, de acordo com os requisitos normativos, comunicar a decisão `à CNEN, uma vez que a instalação estava classificada como grupo 5 e não haveria alteração na cota autorizada de ^{131}I .

Situação 3: O titular de um Serviço de Medicina Nuclear (classificado como instalação radiativa - grupo 6) questiona ao SPR da instalação se a fonte de ^{57}Co (atividade de 209 MBq em 02/01/2017) utilizada para controle de qualidade do medidor de atividade está adequada. O SPR afirma que em 02/01/2021, a fonte apresenta atividade dentro das especificações de norma e que não se faz necessária a troca imediata da fonte. (Considerar 1 ano = 365 dias e meia-vida do ^{57}Co : 270 dias).

Assinale a alternativa em que o(s) posicionamento(s) do SPR está(ão) de acordo com os requisitos normativos da CNEN:

- a) Situação 2 apenas;
 - b) Situações 1 e 3 apenas;
 - c) Situações 2 e 3 apenas;
 - d) Situações 1 e 2 apenas;
 - e) Situação 1, apenas.
5. De acordo com a norma CNEN-NN-6.02, são atos pertinentes a um Serviço de Medicina Nuclear classificado como instalação radiativa – grupo 5: **(0,7 ponto)**
- a) Autorização para Construção, Autorização para Operação, Autorização para Modificação de Itens Importantes à Segurança e Autorização para Retirada de Operação.
 - b) Autorização para Operação, Autorização para Retirada de Operação e Autorização para Aquisição ou Movimentação de Fontes de Radiação.
 - c) Autorização para Comissionamento, Autorização para Construção, Autorização para Operação, Autorização para Modificação de Itens Importantes à Segurança e Autorização para Retirada de Operação.
 - d) Autorização para Comissionamento, Autorização para Operação, Autorização para Modificação de Itens Importantes à Segurança e Autorização para Retirada de Operação.
 - e) Autorização para Operação, Autorização para Modificação de Itens Importantes à Segurança e Autorização para Retirada de Operação.
6. Qual a espessura de chumbo requerida para reduzir a taxa de dose para $20 \mu\text{Sv/h}$ a 1 metro de um recipiente contendo 15 GBq de ^{131}I ? Assinale a alternativa que contém o valor mais próximo daquele encontrado nos cálculos. Considere: constante de taxa de dose do ^{131}I : $5,47 \text{ mSv.m}^2.\text{MBq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ e camada semi-redutora do chumbo para ^{131}I : $3,9 \text{ mm}$. **(0,7 ponto)**
- a) 2,1 mm.
 - b) 21 mm.
 - c) 4,7 mm.
 - d) 47 mm.
 - e) 18 mm.

7. Acerca da terapia com ^{90}Y , julgue os itens abaixo como verdadeiro (V) ou falso (F) e em seguida marque a alternativa correspondente a sequência **CORRETA: (0,70 ponto)**

I. A partícula β^- do ^{90}Y possui energia máxima de emissão beta igual a 2,26 MeV, com conseqüente escape de partículas beta dos frascos ou seringas, podendo resultar em alta dose na pele ao segurar um destes recipientes. Isso pode representar uma dose na pele maior, em comparação a outros radionuclídeos comumente usados em Medicina Nuclear.

II. O chumbo é considerado o melhor material para blindar o ^{90}Y .

III. O ^{90}Y por ser um beta emissor de alta energia é amplamente utilizado em procedimentos de radiosinoviotese, uma vez que tem capacidade de penetrar profundamente no tecido, o que o torna apropriado para terapias na articulação do joelho. No entanto, para membranas sinoviais menos espessas são recomendados outros radionuclídeos beta emissores de alcance mais curto.

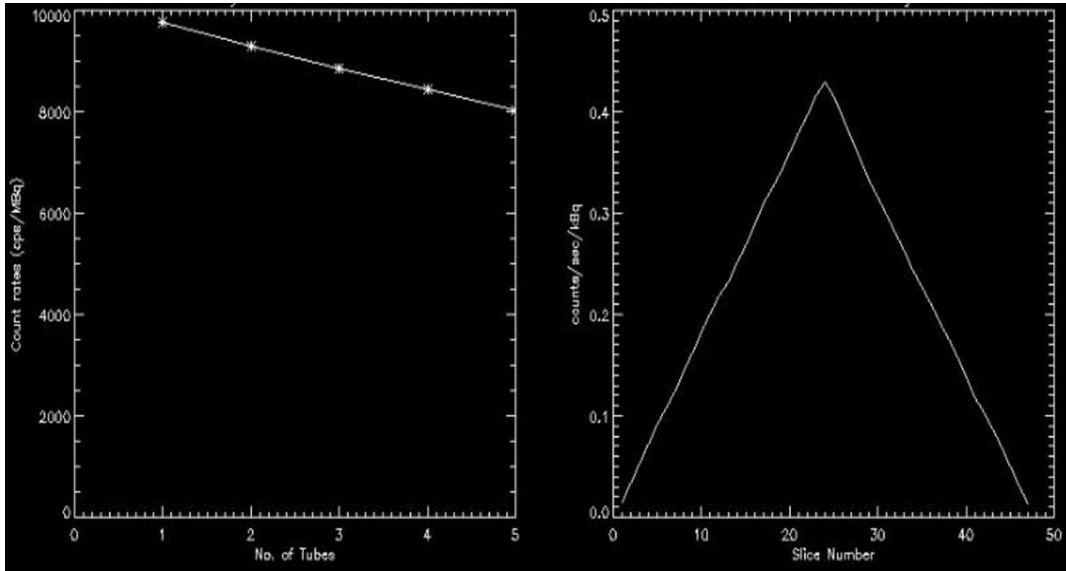
- a) I-V, II-V, III-V.
- b) I-F, II-V, III-V.
- c) I-V, II-F, III-V.
- d) I-V, II-F, III-F.
- e) I-V, II-V, III-F.

8. De acordo com os requisitos da norma CNEN-NN-3.05, assinale a alternativa **INCORRETA** no que diz respeito às dependências de um Serviço de Medicina Nuclear (SMN): **(0,70 ponto)**

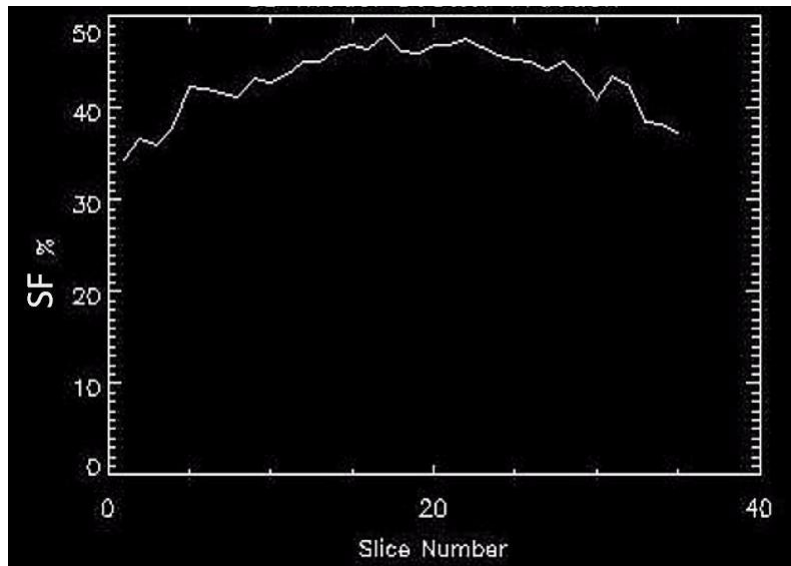
- a) A realização de estudos de ventilação pulmonar deve ser feita em sala exclusiva para este fim, adequada do ponto de vista de proteção radiológica, fisicamente delimitada e localizada dentro das dependências do SMN.
- b) Não é permitida a existência de áreas livres cujo acesso seja feito exclusivamente por áreas controladas ou supervisionadas.
- c) As dependências devem ter pisos e paredes impermeáveis, com superfícies não porosas, lisas, livres de ranhuras. A utilização de pisos e paredes com cantos arredondados é opcional.

- d) O Serviço deve possuir um sistema de exaustão de ar projetado a manter, no local de manipulação do radiofármaco, os níveis de dose dos indivíduos ocupacionalmente expostos dentro dos níveis operacionais estabelecidos.
- e) Todas as dependências do SMN devem ter acesso controlado.
9. A fim de garantir que não sejam atingidos os limites anuais de dose efetiva e equivalente estabelecidos nas resoluções da CNEN, o titular do Serviço de Medicina Nuclear deve assegurar a existência de um programa de monitoração individual que inclua uma avaliação detalhada e sistemática da dose mensal, efetiva e equivalente, recebida pelo indivíduo ocupacionalmente exposto (IOE). Considerando as resoluções da CNEN (Normas CNEN-NN-3.01 e CNEN-NN-3.05), marque a alternativa **CORRETA** quanto aos requisitos normativos referentes à monitoração individual e aos níveis de notificação para indivíduos ocupacionalmente expostos: **(0,70 ponto)**
- a) Sempre que forem atingidos os níveis de investigação anual, o titular e o Supervisor de Proteção Radiológica devem registrar o incidente e o resultado da investigação deve ser submetido à CNEN em forma de relatório em um prazo máximo de 30 dias.
- b) Os limites de dose tanto para os IOE que trabalham em áreas supervisionadas como para os que trabalham em áreas controladas são os mesmos.
- c) O nível de registro para monitoração individual mensal de IOE é de 0,20 mSv para dose efetiva: todas as doses maiores ou iguais a 0,20 mSv devem ser registradas, embora possa ser feito também o registro das doses abaixo desse nível.
- d) O nível de investigação para monitoração individual do IOE deve ser, para dose efetiva, 6 mSv em qualquer mês. Para dose equivalente, o nível de investigação para pele, mãos e pés é de 20 mSv em qualquer mês.
- e) Caso o nível de notificação anual seja atingido, o titular e o Supervisor de Proteção Radiológica devem assegurar que o IOE seja avaliado clinicamente por um médico em complemento ao exame de dosimetria citogenética.

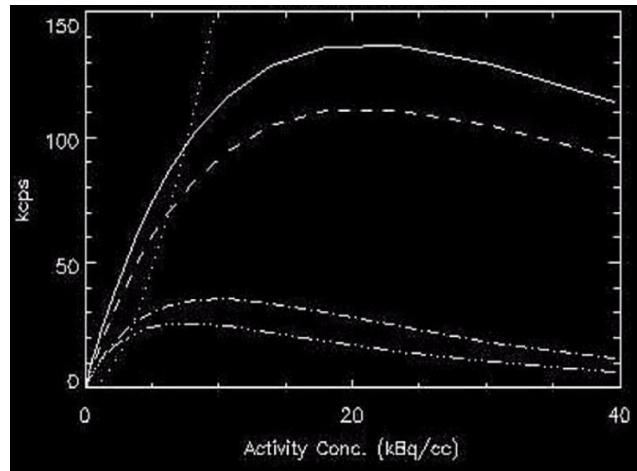
10. Marque a melhor alternativa que relaciona as figuras abaixo com os respectivos testes de controle de qualidade em tomografia por emissão de pósitrons (PET): **(0,70 ponto)**



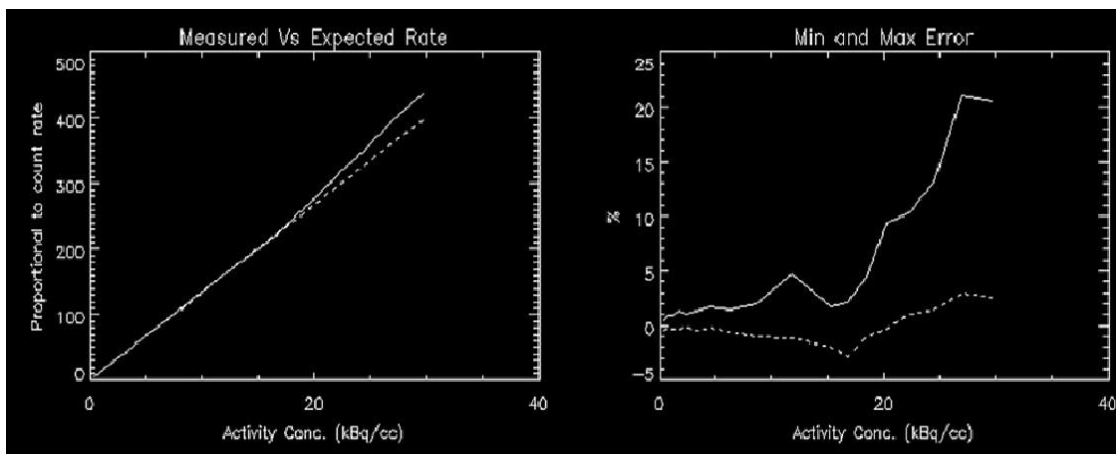
(I)



(II)



(III)

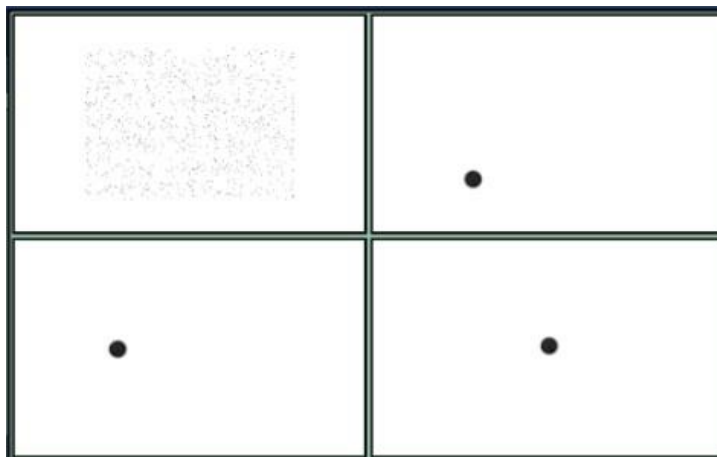


(IV)

- a) I: fração de espalhamento; II: sensibilidade 3D; III: Noise Equivalent Count Rate (NECR); e IV: exatidão de correção de perda de contagem e correção de eventos aleatórios.
- b) I: exatidão de correção de perda de contagem e correção de eventos aleatórios; II: Noise Equivalent Count Rate (NECR); III: sensibilidade 3D; e IV: fração de espalhamento.
- c) I: sensibilidade 3D; II: exatidão de correção de perda de contagem e correção de eventos aleatórios; III: Noise Equivalent Count Rate (NECR); e IV: fração de espalhamento.
- d) I: exatidão de correção de perda de contagem e correção de eventos aleatórios; II: Noise Equivalent Count Rate (NECR); III: sensibilidade; e IV: fração de espalhamento.
- e) I: sensibilidade 3D, II: fração de espalhamento; III: Noise Equivalent Count Rate (NECR); e IV: exatidão de correção de perda de contagem e correção de eventos aleatórios.

QUESTÕES DISCURSIVAS

1. De acordo com a imagem de um teste de controle de qualidade de um equipamento diagnóstico amplamente utilizado na prática de Medicina Nuclear, responda os itens a seguir:



- Qual teste corresponde a imagem acima? **(0,5 ponto)**
- Descreva como realizar este teste de controle de qualidade. **(0,5 ponto)**
- Escreva as equações necessárias para a análise deste teste. **(0,5 ponto)**

NOME: _____

2. Uma paciente de 80 anos que apresenta incontinência urinária foi internada para realização de terapia por radionuclídeos para câncer de tireoide. Depois de 3h da administração da atividade terapêutica a paciente teve uma intercorrência cardiológica e foi transferida para o Centro de Terapia Intensiva (CTI) do mesmo hospital onde estava realizando a terapia. Você, como supervisor de proteção radiológica responsável deve estabelecer medidas de segurança e de proteção radiológica. Descreva quais seriam as ações em relação a:

- a) Proteção dos demais pacientes internados no mesmo CTI já que os leitos são separados por cortinas de tecido **(0,5 ponto)**;
- b) Proteção dos médicos e enfermeiros que trabalham no CTI **(0,5 ponto)**;
- c) Gerenciamento dos rejeitos gerados **(0,5 ponto)**.

NOME: _____

RASCUNHO

NOME: _____

RASCUNHO

NOME: _____

RASCUNHO

NOME: _____

FORMULÁRIO DE GABARITO DAS QUESTÕES OBJETIVASANO 2021.

Área de Certificação: MEDICINA NUCLEAR

Questão 1 (0,7 ponto):

Gabarito da questão 1: D.

Justificativa: Item I está incorreto porque a norma CNEN-NN-8.01 estabelece um percentual de adsorção de 10% atualmente e não 2% (art. 33). O item IV) está incorreto porque 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 remanescente.

Questão 2 (0,7 ponto):

Gabarito da questão 2: E

Justificativa: Item I incorreto porque limites de dose não são aplicados a exposições médicas. Item IV) incorreto porque procedimentos com mulheres grávidas, em geral, devem ser evitados, no entanto, não são proibidos (IAEA Human Health, nº 37)

Questão 3 (0,7 ponto):

Gabarito da questão 3: B

Justificativa: De acordo com art. 56 da norma CNEN-NN-3.05, a liberação do paciente injetado submetido a terapia deve contar com a concordância por escrito do médico nuclear e do supervisor de proteção radiológica.

Questão 4 (0,7 ponto):

Gabarito da questão 4: B.

Justificativa: A situação 2 está incorreta. A instalação, de acordo com art.4 e 11 da norma CNEN-NN-3.05, um novo Plano de Radioproteção deve ser submetido a CNEN previamente a introdução de quaisquer modificações em projetos ou procedimentos que possam alterar as condições de proteção radiológica do SMN.

Questão 5 (0,7 ponto):

Gabarito da questão 5: B.

Justificativa: De acordo com art.8 da norma CNEN-NN-6.02, os atos administrativos previstos para instalações classificadas no grupo 5 são: Autorização para Aquisição ou Movimentação de Fontes de Radiação, Autorização para Operação e Autorização para Retirada de Operação.

Questão 6 (0,7 ponto):

Gabarito da questão 6: B.

Justificativa: A espessura necessária de chumbo é dada pela equação:

$$X = \ln(I_0/I) \cdot 1,44 \cdot \text{CSR}$$

Onde:

X - espessura de chumbo para atingir a taxa de dose de 20 uSv/hl

- taxa de dose requerida (20 uSv/h)

I_0 - taxa de dose emitida pela fonte sem blindagem

Calculando I_0 : Atividade da fonte (15.000 MBq) . Constante de taxa de dose ($5,47 \times 10^{-5}$ mSv.MBq $^{-1}$.h $^{-1}$) = 820,5 uSv/h.

$$\ln(820,5/20) = 3,71$$

$$X = 3,71 \cdot 3,9 \cdot 1,44 = 20,88 \text{ mm.}$$

Questão 7 (0,7 ponto):

Gabarito da questão 7: C.

Justificativa: Todas as alternativas estão corretas, exceto a II, uma vez que o chumbo não é adequado para blindagem de radiação beta devido a radiação de freamento produzida.

Questão 8 (0,7 ponto):

Gabarito da questão 8:A.

Justificativa: O artigo 14 da norma CNEN-NN-3.05 diz que a sala para estudos de ventilação pulmonar deve ser adequada do ponto de vista de proteção radiológica, fisicamente delimitada, localizada dentro do Serviço de Medicina Nuclear. A sala não precisa ser exclusiva para a realização dos estudos de ventilação. Alternativa A está incorreta.

Questão 9 (0,7 ponto):

Gabarito da questão 9:B.

Justificativa: Os limites de dose tanto para os IOE que trabalham em áreas supervisionadas como para os que trabalham em áreas controladas são os mesmos. .

Questão 10 (0,7 ponto):

Gabarito da questão 10:E.

Justificativa: A imagem I corresponde ao teste de sensibilidade em 3D; II: corresponde ao gráfico de fração de espalhamento SF; III: corresponde ao teste de Noise Equivalent Count Rate (NECR); IV: corresponde ao teste de exatidão de correção de perda de contagem e correção de eventos aleatórios.

GABARITO DAS QUESTÕES DISCURSIVAS ANO 2021

Área de Certificação: Medicina Nuclear

Questão 1 (valor total 1,5 pontos):

Gabarito:

a) Teste de sensibilidade. **(0,5 ponto)**

b) Passo a passo do teste:**(0,5 ponto)**

1. Preparar fontes planas e circulares (placa de Petri ou similar) com atividade de aproximadamente 1 mCi de tecnécio-99m, gálio-67 ou iodo-131, adequada para a realização do teste conforme indicado pelo manual do fabricante do equipamento. A fonte deve ter volume compatível de forma a permitir o preenchimento de 2 mm em altura da placa de Petri. A atividade da fonte deve ser determinada antes de início do teste;
2. Instalar o colimador adequado para a fonte sendo utilizada no detector.
3. Posicionar a fonte plana sobre o colimador.
4. Programar o equipamento para adquirir pelo menos 05 (cinco) imagens de 1 minuto em modo estático;
5. Adquirir 1 (uma) imagem da fonte;
6. Mover a fonte para outra posição do detector;
7. Repetir o procedimento para as próximas 4 imagens;
8. Remover a fonte da sala;
9. Adquirir 1 (uma) imagem para o BG (sem placa de petri/fonte);
10. Calcular a sensibilidade plana a partir dos dados corrigidos pelo BG e expressá-la em cpm/MBq*min.

c) **Equação: (0,5 ponto)**

Primeiro deve se obter a atividade da placa de petri (A_{tv}) subtraindo a atividade obtida na seringa da atividade remanescente na seringa após colocar o conteúdo na placa de petri.

Subtrair as contagens obtidas na imagem por minuto e subtrair as contagens obtidas na imagem BG (sem placa de petri/fonte) para obter as contagens líquidas (kcpm).

A sensibilidade é calculada com a equação : $kcpm/(A_{tv} \cdot \text{tempo})$



CNEN

Questão 2 (valor total 1,5 pontos):

Gabarito:

a) Proteção dos demais pacientes internados no mesmo CTI já que os leitos são separados por cortinas de tecido (0,5 ponto);

- Monitoramento da área no entorno do leito para estabelecer curvas de isodoses e sinalização de advertência.
- Colocação de biombos de chumbo entre os leitos para separação e proteção de outros pacientes.
- Monitorar novamente para garantir a eficiência da proteção.

b) Proteção dos médicos e enfermeiros que trabalham no CTI (0,5 ponto);

- Colocação de biombo para proporcionar aproximação de médicos e enfermagem.
- Providenciar dosímetro individual de leitura direta para a equipe, caso possível. Providenciar meio de registro de tempo gasto em atendimento a essa paciente para cada funcionário e registro de taxa de dose de forma a estimar as doses recebidas pela equipe de saúde.
- Passar instruções verbais e escritas para médicos e enfermeiros sobre os riscos de exposição e de contaminação, e o tempo adequado de permanência próximo ao paciente.
- Novo monitoramento para garantia da segurança e medida de taxa de dose para estabelecer tempo de permanência próximo ao paciente para médicos e enfermagem pelo menos a cada troca de turno. Passar novas instruções aos atuais plantonistas.

c) Gerenciamento dos rejeitos gerados (0,5 ponto).

- Providenciar lixeiras blindadas para perfurocortantes e outra para rejeitos biológicos, sinalizadas e com proteção impermeável.
- Passar instruções à equipe de saúde sobre como lidar com os rejeitos gerados: restos de alimentação, fraldas geriátricas, seringas, agulhas, luvas, algodão, roupa de cama, entre outros. Solicitar a segregação nas respectivas lixeiras blindadas após ensacamento.

Regras gerais: Disponibilizar os contatos do SPR para possíveis emergências.

- Estar disponível e atento ao acompanhamento do caso, até que a paciente receba alta hospitalar.
- Estimar as doses recebidas pela equipe, preparar relatório.