

GABARITO DAS QUESTÕES DISCURSIVAS ANO 2021

Área de Certificação: Instalação com Acelerador para fins Industriais ou Inspeção de Cargas

Questão 1 (Valor: 1,5 pontos):

1.a) (Valor: 0,5)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 1.a):

Considerando que o escâner de carga e contêiner móvel é um equipamento projetado em uma base móvel para permitir o escaneamento em locais diversos, onde a fonte de radiação faz parte de um veículo de transporte, esses equipamentos, por projeto, não requerem a construção de uma infraestrutura. A área de operação desses equipamentos é delimitada por barreiras móveis. Considerando isto, os atos administrativos que compreendem o processo de licenciamento são:

- Autorização para Operação;
- Autorização para Retirada de Operação;
- Autorização para Modificação de Itens Importantes à Segurança;
- Autorização para Aquisição ou Movimentação de Fontes de Radiação.

1.b) (Valor: 0,5)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 1.b):

Considerando o item 5.3.8 da Norma CNEN NN-3.01 e as características de operação da fonte de radiação, o Plano de Proteção Radiológica deverá conter, no mínimo, as seguintes informações:

- a) identificação da instalação e da sua estrutura organizacional, com uma definição clara das linhas de responsabilidade e respectivos responsáveis;
- b) objetivo da instalação e descrição da prática;
- c) função, classificação e descrição das áreas da instalação;
- d) descrição da equipe, instalações e equipamentos que compõem a estrutura do serviço de proteção radiológica;
- e) descrição das fontes de radiação e dos correspondentes sistemas de controle e segurança, com detalhamento das atividades envolvendo essas fontes;
- f) demonstração da otimização da proteção radiológica, ou de sua dispensa;
- g) função, qualificação e jornada de trabalho dos IOE;
- h) estimativa das doses anuais para os IOE e indivíduos do público, em condições de exposição normal;

i) descrição dos programas e procedimentos relativos a monitoração individual, monitoração de área e monitoração do meio ambiente.

(Itens j e k não se aplicam a fonte de radiação)

l) descrição do controle médico de IOE, incluindo planejamento médico em caso de acidentes;

m) programas de treinamento específicos para IOE e demais funcionários, eventualmente;

n) níveis operacionais e demais restrições adotadas;

o) descrição dos tipos de acidentes previsíveis, incluindo o sistema de detecção dos mesmos, destacando os mais prováveis e os de maior porte;

p) planejamento de resposta em situações de emergência, até o completo restabelecimento da situação normal;

q) regulamento interno e instruções gerais a serem fornecidas por escrito aos IOE e demais trabalhadores, visando a execução segura de suas atividades; e

r) Programa de Garantia da Qualidade aplicável ao sistema de proteção radiológica.

A operação do escâner de carga e contêiner móvel não envolve liberação de efluentes radioativos e rejeitos radioativos. Considerando isto, parte do item i (no que diz respeito a monitoração de efluentes) e os itens j e k não se aplicam a este tipo de instalação.

1.c.i) (Valor: 0,2)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 1.c.i):

Autorização para Retirada de Operação.

1.c.ii) (Valor: 0,3)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 1.c.ii):

Considerando o Art.24 da Norma CNEN NN-6.02 e as características de operação da fonte de radiação, as informações mínimas que devem ser abordadas no documento (Plano de Descomissionamento) apresentado para obtenção da Retirada de Operação são: inventário das fontes de radiação; destino a ser dado às fontes de radiação; e destino a ser dado aos registros que devam ser conservados.

Questão 2 (Valor: 1,0 ponto):

2.a) (Valor: 0,5)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 2.a):

Considerando as recomendações técnicas da CNEN, o Relatório de Doses Elevadas, para qualquer evento, deve conter as seguintes informações no que for aplicável:

1. Descrição do acidente.

Descrever as condições em que ocorreu o acidente, indicando:

- a) Tipo de radionuclídeo, e/ou equipamento gerador de radiação ionizante envolvidos;
- b) Atividade da fonte, ou dados sobre o equipamento gerador;
- c) Local, data e hora do acidente;
- d) Pessoas envolvidas.
 - i. identificação;
 - ii. data de admissão na instalação; e
 - iii. históricos radiológicos anteriores.

2. Causas do acidente.

3. Reconstituição do acidente, se possível, com documentação fotográfica ou croqui.

4. Estimativa das doses recebidas pelas pessoas envolvidas no acidente.

5. Planejamento feito para retorno à situação normal, incluindo os procedimentos usados e os cálculos das doses a serem recebidas inevitavelmente por trabalhadores para esse retorno.

6. Resultados dos exames clínicos e laboratoriais realizados (Atestado de Saúde Ocupacional).

7. Avaliação de monitores individuais solicitados em caráter de urgência;

8. Medidas tomadas para evitar reincidência.

9. Providências tomadas com respeito a trabalhadores expostos à radiação.

10. Declarações sobre o evento assinadas pelos trabalhadores envolvidos.

2.b) (Valor: 0,5)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 2.b):

Instalação I - valor de Dose de 1,3 mSv: Considerando as recomendações técnicas da CNEN, o Relatório de Doses Elevadas deve ser anexado ao Relatório de Doses do IOE e permanecer à disposição de eventual fiscalização ou solicitação por parte da CNEN.

Instalação II - valor de Dose de 5,2 mSv: Considerando as recomendações técnicas da CNEN, o Relatório de Doses Elevadas deve ser encaminhado à CNEN através de formulário eletrônico.

Questão 3 (Valor: 1,5 pontos):

3.a) (Valor: 0,3)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 3.a):

- Autorização para operação vencida.

Trata-se de uma não conformidade. A empresa deve regularizar sua situação o mais breve possível.

- Toda a documentação do Serviço de Radioproteção está organizada e de fácil acesso.

Não há qualquer não conformidade neste caso.

3.b) (Valor: 0,3)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 3.b):

- Dois novos operadores foram contratados, um deles não possui treinamento em radioproteção e operação de equipamentos de inspeção de bagagem e contêineres e o outro não possui ensino médio completo.

Trata-se de uma não conformidade. Um dos operadores deve ser treinado com carga horária mínima de 80 horas. Já o outro operador deve concluir seu curso de ensino médio ou, no caso de não ser possível, deve ser contratado outro profissional em seu lugar. A CNEN exige que os operadores tenham ensino médio completo.

- A empresa decidiu reduzir o número de operadores por turno para de 3 para 2.

Não há qualquer não conformidade neste caso. Por se tratar de equipamento de inspeção de bagagens e contêineres fixo, com devida Autorização para Construção, o número mínimo de operadores por turno exigido pela CNEN é dois.

3.c) (Valor: 0,3)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 3.c):

- O contrato de operação e administração do serviço de radioproteção se encontra em dia.

Não há qualquer não conformidade neste caso.

- O contrato de prestação de serviços de manutenção foi recentemente renovado, entretanto uma das partes ainda não assinou o contrato.

Trata-se de uma não conformidade. A empresa deve garantir que o contrato seja assinado por todas as partes envolvidas, de forma a garantir sua validade.

3.d) (Valor: 0,3)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 3.d):

- A empresa possui dois medidores portáteis de radiação, uma câmara de ionização e um Geiger-Müller. A câmara de ionização está com sua calibração em dia, mas não registra qualquer valor ao medir.

Trata-se de uma não conformidade. A empresa deve enviar o medidor de radiação para a manutenção uma vez que o equipamento está apresentando mal funcionamento.

3.e) (Valor: 0,3)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 3.e):

- Todos os trabalhadores assinam o relatório de dose mensalmente.

Não há qualquer não conformidade neste caso.

- Cada trabalhador guarda seu monitor individual no claviculário de dosímetros.

Não há qualquer não conformidade neste caso.

- O dosímetro de controle é guardado num claviculário próprio, separado dos demais dosímetros.

Trata-se de uma não conformidade. O dosímetro de controle deve ficar junto ao local de guarda dos demais dosímetros.

Questão 4 (Valor: 1,0 ponto):

4.a.i) (Valor: 0,2)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 4.a.i):

Devem ser informados os seguintes itens a serem modificados no plano de radioproteção:

- A jornada de trabalho dos operadores deve ser atualizada devido ao novo regime de trabalho do escâner. O candidato deve salientar que no mínimo dois operadores devem estar presentes durante a operação do escâner.

4.a.ii) (Valor: 0,2)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 4.a.ii):

O plano deve ser atualizado com os dados dos novos medidores de radiação.

4.a.iii) (Valor: 0,1)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 4.a.iii):

Os dados da empresa responsável pela operação devem ser atualizados.

4.b) (Valor: 0,5)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 4.b):

Segundo o Guia usado na referência, os seguintes aspectos são relevantes para o programa de manutenção:

1. cronogramas de manutenção e revisões periódicas. Os procedimentos de manutenção devem ser executados na frequência recomendada pelo fabricante do dispositivo.
2. arquivamento dos registros de manutenção. Os registros de manutenção devem ser mantidos na instalação e devem incluir informações sobre quaisquer defeitos encontrados (um registro de falhas), ações corretivas tomadas (reparos intermediários e subsequentes) e os resultados dos testes antes de um dispositivo ser reintroduzido em uso. O registro deve ser devidamente assinado pelo técnico que realizou a manutenção, com identificação de seu nome e data de realização do serviço.
3. realização de levantamento radiométrico de forma a demonstrar que o equipamento continua a atender os requisitos de proteção radiológica necessários.

Questão 5 (Valor: 2,5 ponto):

5.a) (Valor: 0,3)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 5.a):

A instalação classificada como Subgrupo 7C na Norma CNEN-NN-6.02 deve apresentar os seguintes documentos:

- Na etapa de construção da instalação radiativa: relatório preliminar de análise de segurança, contendo dados que permitam analisar as características de segurança para a construção da instalação proposta, devendo abranger aspectos relacionados a: qualificações técnicas do responsável pela construção; descrição e análise da instalação com foco nas características de projeto e de operação; análise preliminar e avaliação de projeto e desempenho de estruturas, sistemas e componentes da instalação com foco nos aspectos de radioproteção; eventuais controles administrativos durante a construção; plano preliminar de emergência; descrição de eventuais sistemas de controle de liberação de efluentes e rejeitos radioativos; relação de normas técnicas e códigos a serem adotados durante a construção; plano preliminar de proteção física; plano preliminar de radioproteção;
- **Requerimentos para aquisição de fontes (SLI, RAR, RTR)**, uma vez que o projeto da instalação tenha satisfeito os requisitos normativos da CNEN;
- Na etapa de operação da instalação radiativa: relatório final de análise de segurança, depois de concluída a construção da instalação e apresentada garantias de que a operação prevista será conduzida com risco radiológico mínimo, devendo conter dados que permitam analisar a conformidade normativa com foco nos aspectos radiológicos da operação que possam colocar em risco a saúde de trabalhadores (IOE's) e do público, e a integridade do meio-ambiente, abrangendo aspectos relacionados a: projeto final da instalação; organização de pessoal e responsabilidades; plano de treinamento de pessoal; plano para condução das

operações; garantia da qualidade de eventuais produtos de seus requerentes e contratados; controles administrativos a serem aplicados durante a operação; plano de emergência; especificações técnicas a serem adotadas para operação; plano de proteção física; plano de radioproteção;

- **Relatório de análise de segurança**, contendo eventuais modificações que se pretende implantar na instalação, com a descrição completa das alterações propostas;
- **Plano de descomissionamento**, quando decidir encerrar as atividades da instalação radiativa, devendo informações descritivas relacionadas a: destino das fontes; destino dos registros do SR que devem ser conservados; procedimentos técnicos e administrativos para eventual descontaminação da instalação;
- Os planos e relatórios acima devem ser acompanhados de requerimento específico da CNEN, devendo conter o objetivo da solicitação e as informações solicitadas no mesmo, com a comprovação do recolhimento da TLC, conforme aplicável (procedimentos rotineiros da CNEN).

5.b) (Valor: 0,2)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 5.b):

Os atos administrativos emitidos pela CNEN nesse caso, respectivamente, são: autorização para Construção, Autorização para Operação, Autorização para Aquisição de Fontes, Autorização para Modificação e Retirada de Operação.

5.c) (Valor: 1,0)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 5.c):

Uma vez essa instalação pertencendo ao Subgrupo 7C da Norma CNEN-NN-6.02 (e que portanto, necessita de Autorização para construção), subentende-se que fora da sala blindada estão as áreas livres da instalação; no interior da sala blindada, onde está localizado o acelerador de partículas todas as áreas deverão ser classificadas como controladas; áreas como a sala de controle, que necessitam estar sob constante supervisão, devem ser classificadas como supervisionadas. Podem ainda ser consideradas as seguintes questões:

- níveis de radiação externa e possíveis focos de contaminação (causada pela radioatividade induzida a partir da interação de partículas aceleradas contra materiais com alta seção de choque para produção de nêutrons);
- meios adequados (dispositivos e procedimentos) para controle de acesso às áreas controladas;
- sinalização de áreas controladas e supervisionadas e sistemas de alarmes visuais e sonoros.

5.d) (Valor: 1,0)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 5.d):

Com base no SSG-8, o controle de área desse tipo de instalação baseia-se em sistemas previstos no projeto da instalação, bem como de procedimentos de rotina e de emergência, a saber:

- níveis de defesa e barreiras múltiplas de segurança, além da aplicação dos princípios de redundância, diversidade, independência e sistemas eletrônicos programáveis (PES), aplicados ao projeto, proporcionando margens de segurança no controle de acesso às áreas controladas da instalação, através do uso de diversos sistemas e dispositivos de segurança, que devem estar prontos a atuar toda que ocorrerem perigosos previamente postulados, de forma a eliminar o perigo, reduzir o risco ou mitigar as conseqüências;
- dispositivos de controle de acesso, possuindo intertravamento com o painel de controle: trava da porta de acesso à sala de irradiação (e eventuais portais de entrada/saída de produtos), correntes de segurança (pneumáticas), tapetes de segurança (hidráulica), células fotoelétricas e outros dispositivos de segurança;
- sistema de detecção de radiação, com diversos monitores posicionados em pontos estratégicos, para detectar eventuais fugas de radiação, também possuindo intertravamento com os sistemas de desligamento seguro do equipamento, que também devem atuar quando do mau-funcionamento ou desligamento indevido desses monitores de radiação;
- dispositivos de alarmes sonoros e visuais que atuam conjuntamente com o acionamento desses sistemas;
- uso do monitor portátil de radiação com chave-mestra acoplada, que dá acesso à abertura da porta da sala de irradiação, acionamento do temporizador de segurança e operação do painel de controle;
- sistemas de desligamento seguro do equipamento possuindo intertravamento com o painel de controle, caso haja entrada inadvertida de pessoas nas áreas controladas da instalação: botões e cordões de desligamento no interior da sala de irradiação, botões de desligamento no painel de controle;
- procedimentos de identificação e sinalização de áreas controladas;
- procedimentos de testes e manutenção preventiva/corretiva dos dispositivos de segurança de controle de acesso às áreas controladas da instalação;
- procedimentos de rotina para controle de acesso às áreas controladas da instalação e procedimentos de atuação em situações de emergência relacionadas ao acesso indevido de pessoas a essas áreas.

Questão 6 (Valor: 2,5 ponto):

6.a) (Valor: 0,5)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 6.a):

As medidas, passo a passo, para se colocar o acelerador em funcionamento são:

- Supondo-se que a alta tensão já esteja ligada e os sistemas auxiliares atuando, e que o painel de controle esteja na posição de *stand-by* para operação (sem a **chave-mestra**), a seqüência deve ser a seguinte:
 - A **chave-mestra** (que deve estar ligada ao medidor portátil de radiação de área) deve ser utilizada para abrir a porta de acesso à sala de irradiação;
 - O operador deverá testar o funcionamento do medidor portátil de radiação (antes disso, já deve ter checado a bateria) com o uso de uma fonte de aferição que deverá estar instalada próximo à porta de acesso da sala de irradiação;
 - Desabilitando-se os sistemas de segurança de controle de acesso (redundantes, diversos e independentes), o operador deve preparar o sistema de temporização de segurança (botoeiras ao longo da sala de irradiação) e acionar o temporizador usando a **chave-mestra**;
 - Fazendo o percurso de volta, o operador deve certificar-se que não há pessoas no interior da sala de irradiação e habilitar novamente os sistemas de segurança de controle de acesso, até fechar a porta de acesso à sala de irradiação, sendo que todo esse procedimento deve ser cumprido em um tempo pré-estabelecido pelo sistema, de modo que se não for cumprido o procedimento ou o tempo máximo for excedido, o sistema não permitirá a operação do acelerador e o procedimento deverá ser re-iniciado;
 - Uma vez que tenha sido cumprido o tempo do procedimento acima, o operador poderá voltar ao painel de controle e, usando a **chave-mestra**, poderá dar início a operação do acelerador;
 - Durante todo o tempo desse procedimento, soarão alarmes sonoros e visuais, até que o acelerador inicie a sua operação, a partir do qual sofrerá algumas pequenas alterações nos padrões desses alarmes, para diferenciar da situação anterior de *start-up* do acelerador;
 - A **chave-mestra** deve ser única; entretanto, na possibilidade da instalação empregar mais de uma chave, uma delas deverá ficar cativa, enquanto as outras estiverem em uso;
 - O operador deverá estar utilizando o tempo todo o medidor portátil de radiação de área, no qual a **chave-mestra** deve estar presa, seu medidor individual de leitura indireta (dosímetro), e eventualmente, um medidor/monitor individual de leitura direta (caneta dosimétrica ou integrador de dose com ou sem bip).

6.b) (Valor: 0,5)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 6.b):

Os itens que devem fazer parte de um programa de manutenção preventiva de aceleradores de partículas são:

- Componentes do intertravamento de segurança (conforme instruções do fabricante);
- Calibração dos medidores/monitores de radiação (anual ou a cada manutenção corretiva);
- Botoeiras ou cabos de emergência no interior da sala de irradiação (semanal);
- Botoeiras de parada de emergência no painel de controle (semanal);
- Intertravamento da porta de acesso à sala de irradiação (semanal);
- Monitor fixo de radiação de área no interior da sala de irradiação (mensal);
- Monitor fixo de radiação de área na saída de produtos – irradiador industrial (mensal);
- Sistemas de segurança de controle de acesso (mensal e de acordo com as instruções do fabricante).

6.c) (Valor: 0,5)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 6.c):

Os itens que compõem o sistema de segurança de aceleradores de partículas são:

- **Intertravamento da porta de acesso à sala de irradiação**, que atua como uma barreira física de controle de acesso e, uma vez estando o acelerador em operação e houver tentativa de abrir essa porta, o sistema deverá abortar a operação do acelerador e desabilitar a fonte de alta-tensão;
- **Monitores fixos de radiação** (entrada da sala de irradiação, saída de produtos), intertravados com o painel de controle, que devem monitorar essas áreas, de forma que uma vez os níveis de radiação venham a exceder limites pré-estabelecidos, alarmes sonoros e visuais deverão soar e o sistema não deverá permitir a abertura da porta de acesso à sala de irradiação (no caso do primeiro monitor fixo);
- **Blindagens móveis**, intertravadas com a porta de acesso ao interior do acelerador (categoria I) e com o painel de controle, de forma que se houver tentativa de movê-las de posição, a operação deverá ser abortada e a fonte de alta-tensão desabilitada;
- **Chave-mestra**, ligada ao medidor portátil de radiação de área, que além de operar o painel de controle, permite o acesso à sala de irradiação e aciona o temporizador de segurança;
- **Botões e cordões de emergência**, intertravados com o painel de controle, que uma vez acionados (por alguma pessoa que inadvertidamente tenha ficado presa no interior da sala de irradiação, por exemplo), irão abortar a operação do acelerador e desabilitar a fonte de alta-tensão;
- **Temporizador de segurança**, intertravados com o painel de controle, que uma vez acionados, irão iniciar o procedimento de partida do acelerador (com acionamento de alarmes sonoros e visuais), desde que o operador cumpra o tempo máximo, suficiente para verificar que não há outras pessoas no interior da sala de irradiação,

para que possa fechar a porta e dar início à operação do acelerador, caso contrário, o sistema não permitirá a operação e o procedimento deverá ser re-iniciado;

- **Botão de parada de emergência**, no painel de controle, que uma vez acionados (por qualquer situação anormal verificada pelo operador, por exemplo), irão abortar a operação do acelerador e desabilitar a fonte de alta-tensão;
- **Indicadores de estágios operacionais**, no painel de controle, que indicam funcionamento normal, informam sobre parâmetros que estão sendo monitorados pelo sistema, indicam possíveis situações anormais que demandem ações do operador, ou mesmo o acelerador desligado ou em processo de *start-up*, existindo um código de cores nos botões e indicadores luminosos, para discriminar todas essas situações;
- **Alarmes sonoros e visuais**, intertravados com o painel de controle, que entrarão em funcionamento toda vez que outros sistemas indicarem alguma situação anormal que demandem ações do operador, sendo que há níveis de discriminação com relação a esses sinais para diferentes situações operacionais ou de emergência.

6.d) (Valor: 0,3)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 6.d):

O temporizador de segurança pode desempenhar as seguintes funções:

- Permitir a busca de pessoas no interior da sala de irradiação, antes de fechar a porta de acesso e iniciar o processo de *start-up* operacional do acelerador;
- Permitir uma eventual dissipação dos níveis de ozônio (e outros gases nocivos) no interior da sala de irradiação, uma vez habilitado para não permitir a abertura da porta de acesso, até que a concentração esteja a níveis aceitáveis para a saúde humana;
- Garantir que todos os dispositivos de segurança estejam habilitados, antes do processo de *start-up* operacional do acelerador;
- Não permitir que seja dado início à operação do acelerador, se o tempo de verificação não for cumprido e garantir uma nova verificação com a obrigatoriedade do reinício do procedimento, para uma nova tentativa de *start-up* operacional do acelerador.

6.e) (Valor: 0,3)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 6.e):

A operação poderá ser abortada em situações de emergência das seguintes maneiras:

- Acionando o botão ou cordão de emergência no interior da sala de irradiação (pessoa presa no interior da sala, por exemplo);
- Acionando o botão de parada de emergência no painel de controle;
- Tentar abrir a porta de acesso à sala de irradiação com o acelerador em operação;
- Tentar passar pelos outros sistemas redundantes, diversos e independentes de segurança de controle de acesso (uma vez que o controle da porta de acesso tenha falhado), com o acelerador em operação;

- Terminando a operação, com o uso da chave-mestra;
- Desabilitando a fonte de alta-tensão.

6.f) (Valor: 0,4)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 6.f):

Todos os itens são aplicáveis a ambos os aceleradores, categorias I e II, com as seguintes exceções:

- O temporizador de segurança e os sistemas de segurança de controle de acesso são aplicáveis somente à categoria II;
- Blindagens móveis são mais aplicadas à categoria I, que fazem o papel da porta de acesso para a categoria II;
- Botões e cordões de emergência também podem ser aplicado à categoria I, com a diferença que eles estão postados externamente ao acelerador auto-blindado, em diversos pontos estratégicos;
- A chave-mestra, embora também aplicável à categoria I, possui menos funções do que na categoria II;
- Não tem muito sentido considerar um controle específico para dissipação de níveis de ozônio em aceleradores de categoria I, uma vez que o acesso de pessoas ao interior do acelerador é extremamente improvável e de difícil realização;
- Não é obrigatória a instalação da fonte de aferição afixada próximo da porta de acesso ao acelerador de categoria I (blindagens móveis), pelo motivo explicado no item acima, podendo o teste do medidor portátil ser efetuado antes de penetrar na área supervisionada da instalação onde está situado o acelerador.