



**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: RADIOGRAFIA INDUSTRIAL CLASSE I**

Gamagrafia industrial e rad. industrial com equipamentos geradores de raios X ( $V > 600$  kV)

Nome do Candidato:.....

Número de CPF: .....

Assinatura: .....

Data: XX/XX/2023

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.
12. Obedeça os espaços determinados para cada questão.



## QUESTÕES DISCURSIVAS (fonte arial 14)

1. De acordo com o Art. 2º da Norma CNEN – NN-6.04 (2013), as instalações de radiografia industrial são divididas em 2 tipos: armazenamento e operação. Como são discriminados estes tipos de instalações? [2,00 pontos]

Art. 2º As instalações de radiografia industrial caracterizam-se como:

I - instalações para armazenamento de fontes radioativas, assim discriminadas:

a) armazenamento tipo I: sede ou escritório da empresa proprietária da fonte de radiografia gama, cuja

área de armazenamento está localizada em recintos fechados, com blindagem permanente especialmente

projetada para atender à capacidade instalada de fontes radioativas, com autorização para construção

emitida pela CNEN;

b) armazenamento tipo II: instalação cuja área de armazenamento está localizada em dependências de

terceiros, onde é armazenada temporariamente a quantidade máxima de 4 (quatro) equipamentos de

radiografia gama por local de armazenamento, conforme especificado nesta resolução;

II - instalações para operação com fontes de radiação, assim discriminadas:

a) operação tipo I: instalação cuja área de operação está localizada em recinto isolado, com proteção física

adequada, onde são realizadas operações com equipamentos geradores de radiação ionizante autoblindados,

sem a necessidade de projeto aprovado pela CNEN, devendo ser apresentada documentação

técnica do equipamento;

b) operação tipo II: instalação cuja área de operação está localizada em recintos fechados, com blindagem

permanente, especialmente projetada para atender às respectivas situações operacionais, com projeto

aprovado pela CNEN;

c) operação tipo III: instalação cuja área de operação está localizada em espaço isolado ou cercado, com

proteção específica para cada eventual situação, sem a necessidade de projeto aprovado pela CNEN ; e

d) operação tipo IV: instalação cuja área de operação está localizada em espaço isolado ou cercado de

áreas habitadas ou vias públicas, em zonas urbanas, suburbanas ou rurais, com proteção específica para

cada eventual situação, com a necessidade de procedimentos específicos de proteção radiológica, devendo

possuir autorização específica da CNEN.

2. Uma empresa prestadora de serviços de radiografia industrial sediada em SP, possui contratos de longa duração para operação contínua (22 dias/mês) de 6 fontes de Ir-192 e 2 fontes de Se-75, nos seguintes tipos de instalações: **[2,00 pontos]**

2. 1 – 1 (uma) fonte de Ir-192 em instalações localizadas em vias públicas e áreas habitadas de zonas urbanas no estado de SP (obra de construção e montagem de gasoduto).
2. 2 - 1 (uma) fonte de Ir-192 em instalação localizada na sede da empresa prestadora de serviços de radiografia industrial em SP.
2. 3 – 6 (seis) fontes de Ir-192 e 2 (duas) fontes de Se-75 em instalações localizadas em parques fabris e complexos industriais de distintos contratantes no estado de SP.

Para que o funcionamento da respectiva empresa esteja em conformidade às normas, requisitos e recomendações de radioproteção e segurança estabelecidos pela CNEN, responda:

- a) Em qual(is) grupo(s) e subgrupo(s) da Resolução 112/2011 esta empresa está classificada?

**Grupo 2, subgrupo 2B**

- b) Dimensione a infra-estrutura mínima de pessoal do serviço de radioproteção (supervisores de proteção radiológica e demais IOE's) para atendimento aos contratos acima relacionados.

**2 SPR exclusivos; 11 OP II, 9 OP I**

- c) Dimensione a infra-estrutura mínima de equipamentos e dispositivos de segurança e radioproteção para atendimento aos contratos acima relacionados.

- Medidor de área para rotina ( **13** )
- Monitor individual de leitura direta com alarme sonoro (bip), com opcional de integrador de dose ( **26** )
- Medidor de área para emergência ( **02** )
- Caixa de ferramentas (citar 3 componentes) : **10 caixas com alicate, serra, lanterna, chave de fenda, etc**
- Pinça, container e funil para emergência. ( **10** )

d) Descreva, sucintamente, cinco características de um local de armazenamento para o tipo de instalação citada em 2.3, de acordo com a norma CNEN-NN-6.04 (2013).

Art. 45 Em instalações de armazenamento tipo II, os equipamentos de radiografia gama devem ser

guardados em local que satisfaça aos seguintes requisitos:

I - estar localizado em área supervisionada;

II - ser provido de trancas;

III - ser suficientemente blindado, de modo a garantir que os níveis de radiação em locais externos,

normalmente acessíveis, estejam de acordo com os limites estabelecidos pela CNEN para indivíduos do

público;

IV - ser exclusivo e ter dimensões suficientes para a guarda de até 4 (quatro) equipamentos de radiografia

gama, evitando assim o empilhamento dos mesmos;

V - possuir dispositivos de trancas contra roubos ou violação sob a guarda do Operador de Radiografia

Industrial II;

VI - ser construído com material resistente ao fogo;

VII - ser acessível apenas a pessoal autorizado e ser visivelmente sinalizado com cartazes que contenham

o símbolo internacional de radiação ionizante;

VIII - possuir cartaz contendo o nome e endereço da sede da instalação de radiografia industrial, telefone

dos supervisores de proteção radiológica e das autoridades competentes, e

IX - possuir terreno e recuo suficientes para que os veículos entrem na propriedade da empresa para as

operações de carga e descarga dos equipamentos de radiografia gama.

3. Uma empresa de prestação de serviços em gamagrafia industrial com fontes Ir-192 contrata um Supervisor de Proteção Radiológica que tem como primeira tarefa adequar a empresa aos princípios e requisitos de proteção física previstos na Norma CNEN-NN-2.06. **[2,00 pontos]**

a) Qual é o nível de proteção física aplicável a este tipo de instalação? (0,5 pts)

R: Baseado na gradação de risco, a prática de gamagrafia industrial está classificada no Subgrupo 2B, segundo a Norma CNEN-NN-6.02 e Categoria 2, segundo o Código de Conduta da AIEA, sendo então, classificada no nível de proteção física B.

Fonte: Art. 12 e Anexo I da Norma

b) Quais são as funções básicas da proteção física? (0,5 pts)

R: Dissuasão, detecção, retardo e resposta

Fonte: Art. 17 e Anexo II da Norma

c) Cite 05 informações que devem constar no Plano de Proteção Física a ser submetido a CNEN. (0,5 pts)

Critérios básicos de planejamento da proteção física

Diretrizes da instalação radiativa relativas à proteção física

Plantas e desenhos

Relação dos dispositivos de detecção, alarme e confirmação de intrusão;

Constituição e organograma do SPF, com identificação de pessoas com autoridades e responsabilidades;

Plantas e desenhos identificando a localização de equipamentos e fontes radioativas;

Descrição dos elementos de dissuasão do SisPF da instalação;

Descrição dos elementos de retardo do próprio equipamento e/ou instalação, incluindo estimativa do tempo de retardo proporcionado pelos elementos;

Descrição dos elementos de detecção, alarme e confirmação de intrusão, a serem ativados fora do horário de funcionamento da instalação;

Procedimentos de proteção física aplicados na rotina de operação de fontes radioativas móveis, durante e após seu uso;

Critérios para gestão de acesso, incluindo autorização de acesso, determinação da confiabilidade e controle de acesso, com descrição dos dispositivos utilizados na instalação;

Descrição de outros procedimentos e critérios aplicáveis pelo SPF

Fonte: Artigos 33 e 34 da Norma

d) Em relação à Proteção Física, cite 05 responsabilidades específicas do Supervisor de Proteção Radiológica. (0,5 pts)

Manter sob controle, em conformidade com requisitos desta norma e condições autorizadas pela CNEN:

Levar imediatamente ao conhecimento do titular da instalação, por escrito, quaisquer deficiências observadas no SisPF, bem como quaisquer condições de ameaça e perigo de que venha a tomar conhecimento;

Cumprir os requisitos das Normas da CNEN e do PPF da instalação que estiver sob sua Supervisão;

Coordenar os treinamentos, orientações e avaliações de desempenho dos membros do SPF;

Planejar, coordenar, implementar e supervisionar as atividades do SPF, de modo a garantir o cumprimento dos requisitos básicos;

Comunicar à CNEN, imediatamente, seu desligamento da instalação na qual vinha atuando como supervisor;

Estabelecer por escrito, manter atualizado e verificar a aplicação do PPF, bem como dos procedimentos específicos da instalação;

Estabelecer, avaliar e manter atualizados e disponíveis para verificação da CNEN por, no mínimo, três anos, os registros e indicadores referentes ao SPF da instalação; e

Manter-se atualizado sobre conceitos e tecnologias relacionados à segurança física, assim como sobre as normas e regulamentos aplicáveis.

Fonte: Art. 29 da Norma



4. Você é o Supervisor de Radioproteção da empresa GAMAGRAFIA e precisa analisar os dados hipotéticos abaixo e encontrar as respostas mais coerentes para fazer o relatório de investigação de dose-RID. **[2,00 pontos]**

Ocorrência - Equipe não comunicou ao serviço de radioproteção-SR da instalação, mas chegou na instalação radiativa um telegrama do Lab. de Dosimetria, informando que o Operador II, Francisco, recebeu 398 mSv de dose, no mês de julho/2017. O supervisor de proteção radiológica-SPR começou a investigar o evento, realizando uma entrevista com esse operador II, que relatou ter ocorrido um evento às 03h do dia 13/07/2022, nos fundos da empresa CALDEIRARIA, em São Paulo/SP, devido à pouca iluminação no local, no meio de caldeiras e ainda as radiografias serem realizadas em altura. O operador II, teve dificuldade para levar o Geiger até o local das radiografias, havia muito ruído, muita trepidação. Embora o bip estivesse alarmando, o operador II não pôde ouvi-lo e a fonte no irradiador era o Ir-192 de 40 Ci. O operador I, Luiz, também foi entrevistado e explicou que estava muito cansado para operar, porque tinha dirigido por 8h sozinho para chegar ao local de execução do serviço, então resolveu ficar no carro para descansar, para depois regressar, dirigindo novamente por mais 8h. No entanto, ficou entretido no celular conversando com a namorada. Devido a pouca iluminação, o operador II levava muito tempo para posicionar os filmes e só observou que algo ocorreu errado após regressar para a sede e revelar os filmes, que apenas tinham escurecido e as imagens eram apenas grandes borrões. Apenas explicaram que os filmes foram danificados porque se caíram nos reagentes químicos e todo o trabalho se perdeu. O supervisor de proteção radiológica-SPR tinha instruído que os operadores fizessem um revezamento na condução do veículo, durante o trajeto de deslocamento, instruiu que trabalhassem juntos também, porque era um serviço em local de difícil acesso e exigia que os operadores revezassem o serviço e que seguissem a todos os procedimentos de segurança física e proteção radiológica. Também instruiu que os operadores pernoitassem na cidade e regressassem só no dia seguinte. O SPR não sabia que os operadores tinham pressa para executar o serviço o mais rápido possível para chegar em casa, já que o tempo de execução do serviço não influencia no seu salário.

1.1 - Descrição do acidente ou situações de emergência (PR. 3.01/010)

Descrever as condições em que ocorreu o acidente, indicando: **(0,2)**

a) Tipo de radionuclídeo e/ou equipamento gerador de radiação ionizante envolvidos:

Ir-192

b) Atividade da fonte (Ci ou mCi) ou dados sobre o equipamento gerador de radiação (Tensão-kV, Corrente-A, tempo de exposição):

40 Ci, em 13/07/2022

c) Local, data e hora do acidente/ evento:

Empresa CALDEIRARIA, São Paulo/SP, no dia 13/07/2017, às 03h

d) Nome das pessoas envolvidas e sua qualificação para operar fontes de radiação:

Francisco – OP II, Luiz – OP I

1.2 – Marque as causas mais prováveis do acidente/evento (3.1 da PR 3.01/010).  
Explique cada opção marcada: **(0,6)**

Erro operacional do(s) operador(es).

Não utilizaram o GM devido as dificuldades como espaço confinado, em altura, baixa iluminação, alto ruído; não realizaram revezamento no serviço, não seguiram os procedimentos de segurança e de proteção radiológica; não seguiram as instruções do SPR; o OP I ficou no carro para descansar, mas ficou no celular e poderia causar um grave acidente de trânsito; Erro no recolhimento e exposição da fonte, o operador se confundiu, expondo a fonte enquanto pensava que recolhia e vice-versa, se expondo durante o posicionamento dos filmes.

Falha mecânica do equipamento de raio X/irradiador.

A fonte pode não ter sido recolhida por algum problema mecânico quando deveria ter sido recolhida de forma adequada.

Falha durante a manutenção do equipamento.

Perda do dosímetro próximo ao feixe ou dentro do equipamento.

Exposição dos operadores durante o trajeto de regresso à Sede da empresa.

Como o operador II provavelmente se confundiu e inverteu a exposição, quando pensava que recolhia a fonte, estava expondo-a e vice-versa. Então, realizaram todo o trajeto da volta com a fonte de Ir-192 exposta, que não foi percebido porque os bips e o detector de radiação de rotina já estavam desligados. Por isso, não perceberam nada.

Outros:

1.3 - Qual planejamento deve ser feito para retornar à situação normal, em relação ao irradiador (3.1 da PR 3.01/010). **(0,2)**

Avaliação do irradiador, para saber se foi falha do irradiador durante o recolhimento ou apenas erro operacional do operador. Se foi do irradiador, deve ser encaminhado para a manutenção para conserto. Se foi erro humano, os operadores devem receber treinamento de reciclagem focado no erro que cometeram.

1.4 - Qual avaliação deve ser feita nos operadores? Quais resultados de exames clínicos e laboratoriais devem ser realizados pelo(s) operador (es)? **(0,2)**

O ASO deve ser emitido para atestar a APTIDÃO dos operadores para exercerem a sua função com o risco físico de radiação ionizante.

Avaliação de exames clínicos, médico, oftalmológico e de dosimetria citogenética.

1.5 - Por que a avaliação de medidores individuais não foi solicitada em caráter de urgência ? (3.1 da PR 3.01/010). **(0,2)**

Porque os operadores omitiram a ocorrência dos SPRs, que não sabiam de nada até a chegada da leitura do dosímetro mensal. Por isso, é importante que a leitura seja mensal.

1.6 - Quais medidas devem ser tomadas para evitar a reincidência ? (3.1 da PR 3.01/010). **(0,2)**

Os operadores devem ser advertidos formalmente, conforme a CLT, por negligenciarem os procedimentos, pelas falhas operacionais e pela omissão do evento e devem receber treinamento de reciclagem; auditorias internas; melhor avaliação prévia do local de operação.

1.7 - Quais providências devem ser tomadas com respeito a trabalhadores expostos à radiação (3.1 da PR 3.01/010). **(0,2)**

Afastar dos serviços com fontes de radiação aqueles que tenham sido expostos a dose superior a 100 mSv/5 anos e/ou 50 mSv/1 ano e que tenham declarado que receberam.

1.8 - Como devem ser as declarações sobre o evento, escritas pelos trabalhadores envolvidos e qual a importância disso? **(0,2)**

Devem ser escritas de próprio punho e servem para esclarecer qualquer questionamento judicial futuro, sobre o recebimento ou não dessa dose pelo operador, e determinar quais consequências e responsabilidades do operador, do SPR e do titular.

5. Correlacione as colunas, considerando os elementos básicos que fundamentam o nível de Cultura de Segurança de uma Empresa de Radiografia Industrial. **[2,0 pontos]**

(1) PRIORIDADE DA SEGURANÇA	( 3 )  Problemas que podem causar grande impacto na segurança são rapidamente identificados, totalmente avaliados, imediatamente atendidos e resolvidos pela Empresa de Radiografia Industrial. (0,20)
(2) LIDERANÇA E COMPROMISSO VISÍVEIS DO DIRETOR COM A SEGURANÇA	( 5 )  A segurança é reconhecida dentro da Empresa de Radiografia Industrial como uma responsabilidade de todos os trabalhadores, com o objetivo de otimizar a proteção radiológica e a prevenção de acidentes radiológicos ou a prevenção de perda de controle da fonte, promovendo o envolvimento ativo dos trabalhadores com os assuntos de segurança. (0,20)
(3) IDENTIFICAÇÃO E SOLUÇÃO OPORTUNA DOS PROBLEMAS DE SEGURANÇA	( 8 )  Dentro da Empresa de Radiografia Industrial prevalece uma cultura justa na análise e investigação de acidentes, incidentes, quase-acidentes, assim como sobre atos, condições e comportamentos inseguros, com o objetivo principal na identificação das causas organizacionais ou sistêmicas, que deram origem aos problemas e não na busca de culpados. (0,20)
(4) FOCO CONTÍNUO NA SEGURANÇA	( 7 )  Existe uma cultura de relatar dentro da Empresa de Radiografia Industrial, que assegura que os trabalhadores possam expressar preocupações relativos à segurança, notificar qualquer falha, erro humano, incidente ou quase-incidente sem medo de receber represálias ou intimidações. (0,20)
(5) RESPONSABILIDADE, ENVOLVIMENTO E COMPORTAMENTO INDIVIDUAL COM A SEGURANÇA	( 10 )  A Empresa de Radiografia Industrial tem criado um ambiente de colaboração entre suas diferentes áreas e entre os trabalhadores, que está baseado no respeito e na confiança mútua em benefício da segurança. (0,20)
(6) COMUNICAÇÃO EFICIENTE SOBRE A SEGURANÇA	( 1 )  O diretor e os operadores não devem ser subordinados a outros interesses como preços, prazos, contratos, assuntos

	comerciais, assuntos sobre produção e sobre serviços que podem comprometer a proteção radiológica das pessoas e do meio ambiente. (0,20)
(7)RELATO LIVRE SOBRE A SEGURANÇA	( 9 ) A Empresa de Radiografia Industrial possui uma cultura de aprender, baseada na compreensão de lições identificadas e aprendidas de incidentes e acidentes ocorridos, e na incorporação de melhores práticas, em busca de um melhoramento contínuo da segurança na Instalação. (0,20)
(8)TRATAMENTO JUSTO DOS COMPORTAMENTOS INDIVIDUAIS SOBRE A SEGURANÇA	( 4 ) As operações e procedimentos da Empresa de Radiografia Industrial são planejados, controlados e modificados, quando necessário, assegurando que os níveis de segurança sejam mantidos. (0,20)
(9)APRENDIZAGEM CONTÍNUA NA EMPRESA SOBRE A SEGURANÇA	( 2 ) O compromisso do diretor com a segurança são visíveis, permanentes e reconhecidos por todos na Empresa de Radiografia Industrial, como elementos fundamentais para a promoção e o desenvolvimento da Cultura de Segurança dentro da Empresa. (0,20)
(10) AMBIENTE DE CONFIANÇA E DE COLABORAÇÃO NA ÁREA DE SEGURANÇA	( 6 ) Existe uma cultura de comunicação que favorece o fluxo permanente e amplo de informação sobre questões de segurança em todos os níveis e entre os trabalhadores da Empresa de Radiografia Industrial. (0,20)

**(ESPAÇO PARA QUESTÃO 5)**