

## **GABARITO FINAL**

### **GABARITO DAS QUESTÕES OBJETIVAS ANO 2023.**

#### **Área de Certificação: Usina de Fabricação do Elemento Combustível**

**Questão 1 (Valor: 0,6 ponto):**

**Referência:** ICRP- Publicação nº78, Norma CNEN.NN 3.01 e PR-3.01/003

**Resposta Correta: LETRA C**

**Justificativa:**

Conforme informações apresentadas na publicação nº 78 da ICRP relativas a biocinética e a monitoração individual da incorporação de compostos de urânio, a afirmativa IV está errada, pois num caso de incorporação de composto insolúvel de urânio, via ingestão, o composto de urânio praticamente não será absorvido pelo trato gastrointestinal e será excretado via fezes. Logo a bioanálise in-vivo por meio da monitoração dos pulmões não seria uma técnica adequada.

**Questão 2 (Valor: 0,6 ponto):**

**Referência:** Norma CNEN NN 3.01

**Resposta Correta: LETRA E**

**Justificativa:**

Conforme definições da Norma CNEN NN 3.01 todas as afirmativas estão corretas

**Questão 3 (Valor: 0,6 ponto):**

**Referência:** Glen F. Knoll – Radiation Detection and Measurements

**Resposta Correta: LETRA D**

**Justificativa:** Das opções apresentadas o monitor portátil tipo proporcional com janela fina e gás de preenchimento P10 é o único monitor portátil que possui características de projeto que permitem a monitoração de partículas alfa. Já a técnica de esfregaço não é a mais adequada, pois, permite apenas avaliar a presença de contaminação removível.

# **GABARITO DAS QUESTÕES DISCURSIVAS ANO 2023**

## **Área de Certificação: Usina de Fabricação do Elemento Combustível**

### **QUESTÃO 1 (Valor: 1,0 ponto)**

**Referência:** IAEA Glossary, 2022, IAEA, Safety Reports Series No. 64 e General Safety Guide No.GSG-10.

### **QUESTÃO 1(a) (Valor: 0,25 ponto):**

#### **RESPOSTA CORRETA:**

Um indivíduo que recebe uma dose que é representativa das doses para os indivíduos mais altamente expostos na população. A pessoa representativa é usada para verificar o cumprimento da dose anual limite de exposição pública, esta é a pessoa representativa. A pessoa representativa geralmente é uma construção hipotética e não um membro real da população. O conceito é usado para determinar a conformidade ou em avaliações de doses prospectivas.

### **QUESTÃO 1(b) (Valor: 0,25 ponto):**

#### **RESPOSTA CORRETA:**

Caminho pelo qual a radiação ou radionuclídeos podem atingir os seres humanos e causar exposição. Uma via de exposição pode ser muito simples, por exemplo, a via de exposição externa de radionuclídeos transportados pelo ar, ou uma cadeia mais complexa, por exemplo, a via de exposição interna ao beber leite de vacas que comeram grama contaminada com radionuclídeos depositados.

### **QUESTÃO 1(c) (Valor: 0,25 ponto):**

#### **RESPOSTA CORRETA:**

Avaliação dos impactos radiológicos esperados de instalações e atividades no meio ambiente para fins de proteção do público e proteção do meio ambiente contra riscos de radiação. Uma avaliação de impacto radiológico ambiental pode servir a múltiplos propósitos, incluindo estabelecer a base inicial para autorização com relação à proteção do público e do meio ambiente, e como um importante insumo para o processo de autorização de descargas controladas.

### **QUESTÃO 1(d) (Valor: 0,25 ponto):**

#### **RESPOSTA CORRETA:**

Avaliação do impacto radiológico ambiental é uma avaliação dos impactos radiológicos esperados e analiticamente plausíveis, quantificada em termos de dose efetiva para membros do público. A avaliação do impacto radiológico ambiental para o público em operação normal de uma instalação utiliza estimativas da dose para o público devido às descargas resultantes da operação da instalação ou da condução da atividade.

**QUESTÃO 2 (Valor: 1,0 ponto):**

**Referência:** IAEA. General Safety Guide No. GSG-10

**RESPOSTA CORRETA:**

1. para doses na faixa dos efeitos determinísticos: cálculo das doses médias absorvidas no órgão ou tecido, ponderadas por uma eficácia biológica relativa adequada (RBE);
2. para doses na faixa dos efeitos estocásticos:
  - 2.1. cálculo de dose equivalente para determinados órgãos (tireoide, feto);
  - 2.2. cálculo da dose efetiva resultante da soma das doses efetivas comprometidas das vias de exposição interna e as doses efetivas da exposição externa.

**QUESTÃO 3 (Valor: 3,0 pontos):**

**Referência:** Norma CNEN NN 7.01 e Norma CNEN NE 1.04

**QUESTÃO 3(a) (Valor: 0,3 ponto):**

**RESPOSTA CORRETA:**

**Sim.** Justificativa: A luz da Norma CNEN NN 7.01, Capítulo 5, Artigo 16, Inciso I, é dever do supervisor de proteção radiológica “**manter sob controle**, em conformidade com requisitos de normas específicas e condições autorizadas pela CNEN: as fontes de radiação; a liberação de efluentes e os rejeitos radioativos; **as condições de proteção radiológica dos indivíduos ocupacionalmente expostos** e do público; **as áreas supervisionadas e controladas**; e os equipamentos de proteção radiológica e monitoração da radiação”.

**QUESTÃO 3(b) (Valor: 1,0 ponto):**

**RESPOSTA CORRETA:**

O aumento da pressão acima do limite operacional, conforme a norma CNEN NE 1.04, consiste em violação de um **limite de segurança**<sup>(1)</sup>.

Assim, conforme norma CNEN NE 1.04, item 8.6.5 o operador deve:

8.6.5 No caso de outras instalações, se qualquer limite de segurança for excedido:

- a) deve ser adotada ação corretiva<sup>(2)</sup>, como estabelecido nas especificações técnicas;
- b) a parte do processo afetado, ou o processo inteiro, se necessário, deve ser interrompido, a menos que tal ação reduza ainda mais a margem de segurança.

A organização operadora deve notificar à CNEN<sup>(3)</sup>, examinar o assunto e registrar os resultados do exame, incluindo as causas da anormalidade e as bases para as medidas corretivas tomadas<sup>(2)</sup>. Se o processo, parcial ou total, tiver sido interrompido, a operação só pode ser reiniciada após autorização da CNEN<sup>(4)</sup>.

Pontuação parcial: (1) – 0,4 ponto; (2) – 0,4 ponto; (3) – 0,1 ponto; (4) – 0,1 ponto.

**QUESTÃO 3(c) (Valor: 0,8 ponto):**

**RESPOSTA CORRETA:**

Conforme Capítulo 5, Artigo 16, Incisos II, III, IV e VIII da CNEN NN 7.01 o Supervisor de Proteção Radiológica deve:

II- manter o titular da instalação informado sobre eventos relevantes relativos à segurança e proteção radiológica; **(0,2 ponto)**

III- comunicar imediatamente ao titular da instalação a ocorrência de irregularidades constatadas com fontes de radiação e as ações necessárias para garantir a proteção radiológica da instalação ou do serviço, em cumprimento às normas da CNEN, bem como manter registro dessa comunicação; **(0,2 ponto)**

IV- treinar, orientar e avaliar o desempenho dos indivíduos ocupacionalmente expostos, sob o ponto de vista de segurança nuclear ou radiológica e proteção radiológica; **(0,2 ponto)**

VIII- manter-se atualizado sobre conceitos e tecnologias relacionados à segurança nuclear ou radiológica, à proteção radiológica e aos regulamentos aplicáveis. **(0,2 ponto)**

**QUESTÃO 3(d) (Valor: 0,9 ponto):**

**RESPOSTA CORRETA:**

Conforme a Norma CNEN NE 1.04 o sistema de intertravamento supracitado consiste em um sistema importante à segurança, logo, se enquadra em uma **alteração técnica**<sup>(1)</sup>.

Assim, os seguintes requisitos da norma CNEN 1.04, a serem adotados são:

10.1 Nenhuma alteração técnica pode ser executada numa instalação, sem prévia autorização escrita da CNEN<sup>(2)</sup>.

10.2 A solicitação para alteração técnica deve descrever completamente as alterações propostas<sup>(3)</sup>.

10.3 Uma autorização para alteração técnica será concedida mediante verificação de que as alterações propostas satisfazem, no que lhes for aplicável, às condições estabelecidas para concessão das licenças de construção ou das AOI ou AOP<sup>(2)</sup>.

Pontuação parcial: (1) – 0,3 ponto; (2) – 0,3 ponto; e (3) – 0,3 ponto.

**QUESTÃO 4 (Valor: 1,0 ponto):**

**Referência:** IAEA, Safety Report Series 37, ICRP – Publicação 78, PR 3.01/003 e CNEN PR-3.01/003

**RESPOSTA CORRETA:**

Cálculo da Dose devido a inalação do UO<sub>2</sub> (composto Tipo S)

$$D = I \cdot e_{(50)} = (Ae_{U-238} \cdot C_{U-238} \cdot TR_{IOE} \cdot t) \cdot e_{(50)}$$

$$D = (1,2 \cdot 10^4 \text{ Bq/g} \cdot 300 \cdot 10^{-3} \text{ g/m}^3 \cdot 1,2 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 1/60 \text{ h}) \cdot 5,7 \cdot 10^{-6} \text{ Sv/Bq}$$

$$D = 72 \text{ Bq} \cdot 5,7 \cdot 10^{-6} \text{ Sv/Bq} = 4,1 \cdot 10^{-4} \text{ Sv}$$

Obs: Será atribuído valor integral da questão somente ao candidato que chegar ao valor e unidade corretos. Será descontado 0,2 ponto a cada caso de erro de unidade ou de conta de forma cumulativa.

**QUESTÃO 5 (Valor: 1,0 ponto):**

**Referência:** Norma CNEN NN 8.01, Norma CNEN NN 3.01 e CNEN PR-3.01/001

**RESPOSTA CORRETA:**

Poderão ser dadas as seguintes destinações para as peças e equipamentos oriundas da desmontagem e modernização da sala classificada como área controlada:

1- Liberação para área livre para serem utilizados ou descartados como sucata, se estiverem descontaminados conforme requisito de dispensa para objetos contaminados/rejeitos sólidos estabelecidos na Norma CNEN NN 8.01 e CNEN NN 3.01; (0,4 ponto)

2- Classificação e Armazenamento como rejeito radioativo caso não estejam em conformidade com os requisitos de dispensa para rejeitos sólidos estabelecidos na Norma CNEN NN 8.01 e, também não possam ser reutilizados em outra área controlada ou supervisionada da instalação; (0,3 ponto)

3- Reúso em outra área controlada da instalação caso não estejam em conformidade com os requisitos de dispensa para rejeitos sólidos estabelecidos na Norma CNEN NN 8.01, mas ainda tenham alguma utilidade. (0,3 ponto)

**QUESTÃO 6 (Valor: 1,0 ponto):**

**Referência:** Glen F. Knoll – Radiation Detection and Measurements, IAEA Safety Guides RS-G.1.1, RS-G.1.2 e RS-G.1.3.

**RESPOSTA CORRETA:**

O resultado em termos de Atividade Superficial Alfa, em Bq/cm<sup>2</sup>, registrada por cada sensor é dada pela equação:

$$A_s = \frac{T_{C_{\text{sensor}}} - T_{C_{\text{BG}}}}{\epsilon_{\alpha} \cdot S_{\text{sensor}}} \quad (1)$$

Sensor Mão direita:  $A_s = \frac{45\text{cps} - 10\text{cps}}{0,40 \cdot 100\text{cm}^2} = 0,9 \text{ Bq/cm}^2$  - contaminada **(0,2 ponto)**

Sensor Mão esquerda:  $A_s = \frac{26\text{cps} - 10\text{cps}}{0,40 \cdot 100\text{cm}^2} = 0,4 \text{ Bq/cm}^2$  - contaminada **(0,2 ponto)**

Sensor Pé direito:  $A_s = \frac{40\text{cps} - 10\text{cps}}{0,40 \cdot 200\text{cm}^2} = 0,4 \text{ Bq/cm}^2$  - contaminado **(0,2 ponto)**

Sensor Pé esquerdo:  $A_s = \frac{26\text{cps} - 10\text{cps}}{0,40 \cdot 200\text{cm}^2} = 0,2 \text{ Bq/cm}^2$  - não contaminado **(0,2 ponto)**

Conclusão: Terão que ser descontaminadas as duas mãos e o pé direito, pois estão acima do limite de 0,3 Bq/cm<sup>2</sup>, para saída para área livre. **(0,2 ponto)**