

FORMULÁRIO DE GABARITO DAS QUESTÕES OBJETIVAS

ANO 2022

Área de Certificação: Mina e Usina de Beneficiamento Físico, Químico e Metalúrgico de Minérios com U ou Th Associados

Referência Utilizada: Norma CNEN-NN-4.01

Questão 1: As informações preliminares especificadas no Art. 7º da Norma CNEN NN 4.01 em vigor devem ser encaminhadas à CNEN (assinale a alternativa CORRETA): (1,0 ponto)

- a) Durante o processo de classificação pela CNEN, de acordo com o que a CNEN solicitar na ocasião.
- b) Por instalações de Categoria I, com vistas à Autorização.
- c) Como parte integrante do plano de descomissionamento, antes da interrupção de atividades.
- d) Apenas por instalações já classificadas, independente da Categoria, com vistas à Autorização.
- e) Por todas as instalações, com vistas à sua classificação pela CNEN.

Gabarito da questão 1: LETRA E

Justificativa da resposta questão 1:

- a) INCORRETA. As informações já estão definidas no Art. 7º da Norma CNEN NN 4.01 e devem ser apresentados com vistas à classificação pela CNEN, ou seja, antes e não durante o processo.
- b) INCORRETA. Conforme Art. 9º, itens I e III, para Categoria I é exigido o RAS, e para Categoria III o requerimento deve ser acompanhado das informações preliminares especificadas.
- c) INCORRETA. As informações preliminares não fazem parte do plano de descomissionamento (vide Norma CNEN NN 4.01, Anexo I, item 3.11).
- d) INCORRETA. Conforme Art. 7º, antes mesmo da classificação, com vistas a ela, as informações devem ser encaminhadas à CNEN. Após classificada, apenas o requerimento de Autorização das de Categoria III devem ser acompanhados desse documento (Art. 9º, item III).
- e) CORRETA. Conforme Art. 7º da Norma, “Com vistas à classificação, pela CNEN, da instalação mineiro-industrial e conseqüente definição dos documentos aplicáveis, as seguintes informações preliminares devem ser encaminhadas pelo titular à CNEN”.

Referência Utilizada: Norma CNEN-NN-4.01

Questão 2: Utilizando as siglas abaixo, identifique em qual documento exigido no Relatório de Análise de Segurança Radiológica (RAS) da Norma CNEN NN 4.01 deve constar o respectivo requisito: (2,0 pontos, sendo 0,2 para cada subitem)

Siglas: Plano de Emergência Radiológica – PER
Plano de Proteção Física e Proteção Contra Incêndio – PPFPCI
Plano de Proteção Radiológica Ocupacional – PPRO
Plano de Monitoração Ambiental e de Efluentes – PMAE
Plano de Gerência de Escórias, Resíduos e Rejeitos Radioativos – PGERRR
Plano de Descomissionamento – PD

REQUISITO NORMATIVO	DOCUMENTO
Localização e projeto de áreas de armazenamento de minérios, resíduos, escórias, estéreis, rejeitos e sucatas, juntamente com as quantidades e características previstas desses materiais.	
Descrição das medidas para impedir o acesso de pessoas não autorizadas à instalação	
Descrição dos tipos de acidentes, incluindo o sistema de detecção dos mesmos, destacando o acidente mais provável e o de maior porte	
Recuperação e preservação ambiental da área	
Informação sobre os limites de detecção para cada radionuclídeo nas diferentes amostras integrantes do programa	
Descrição das vias de exposição, dos programas de monitoração individual e monitoração de área, dos procedimentos de monitoração individual e de área	
Descrição das chaminés de descarga da usina, incluindo localização, altura, tipo, tiragem e métodos usados para retenção de material radioativo	
Níveis de referência, limites operacionais e níveis de ação, sempre que julgados convenientes	
Destinos a serem dados aos registros que devam ser conservados	
Características radiológicas e físico-químicas estimadas dos efluentes líquidos e aerotransportados	

Gabarito da questão 2:

REQUISITO NORMATIVO	DOCUMENTO
Localização e projeto de áreas de armazenamento de minérios, resíduos, escórias, estéreis, rejeitos e sucatas, juntamente com as quantidades e características previstas desses materiais.	PGERRR
Descrição das medidas para impedir o acesso de pessoas não autorizadas à instalação	PPFPCI
Descrição dos tipos de acidentes, incluindo o sistema de detecção dos mesmos, destacando o acidente mais provável e o de maior porte.	PER
Recuperação e preservação ambiental da área	PD
Informação sobre os limites de detecção para cada radionuclídeo nas diferentes amostras integrantes do programa	PMAE
Descrição das vias de exposição, dos programas de monitoração individual e monitoração de área, dos procedimentos de monitoração individual e de área	PPRO
Descrição das chaminés de descarga da usina, incluindo localização, altura, tipo, tiragem e métodos usados para retenção de material radioativo	PGERRR
Níveis de referência, limites operacionais e níveis de ação, sempre que julgados convenientes.	PPRO
Destinos a serem dados aos registros que devam ser conservados	PD
Características radiológicas e físico-químicas estimadas dos efluentes líquidos e aerotransportados	PMAE

Justificativa da resposta questão 2:

O Anexo I da Norma CNEN NN 4.01 enumera todas as informações que devem constar nos itens do Relatório de Análise de Segurança Radiológica (RAS) para instalações mínero-industriais da Categoria I. Os itens da questão constam, respectivamente, nos itens:

- 3.9, c);
- 3.6, b);
- 3.5, a);
- 3.11, d);
- 3.8, e);
- 3.7, e);
- 3.9, d);
- 3.7, j);
- 3.11, a);
- 3.8, h).

Referência Utilizada: Norma CNEN-NN-5.01

Questão 3: Sobre a aplicação da Norma CNEN-NN-5.01 “Regulamento para o Transporte Seguro de Materiais Radioativos”, assinale VERDADEIRO (V) OU FALSO (F): (1,0 ponto, sendo 0,2 para cada subitem)

- () Minérios que contêm radionuclídeos de ocorrência natural são classificados como materiais BAE-III.
- () Material de Baixa Atividade Específica (Material BAE) são materiais radioativos que por sua natureza têm uma atividade específica limitada, ou material radioativo ao qual se aplicam limites para a sua atividade específica média estimada.
- () A Norma não se aplica à movimentação de materiais no interior da instalação minero-industrial, desde que tal movimentação não envolva a utilização de ferrovias ou vias públicas.
- () Materiais de blindagem que envolve o material BAE não são considerados na determinação da atividade específica média estimada.
- () A quantidade de material BAE em um único volume Tipo VI-1 deve ser restrita de modo que a taxa de dose a 3 m do material sem blindagem seja, no máximo, igual a 1 mSv/h.

Gabarito da questão 3: F, V, V, V, F

Justificativa da resposta questão 3:

- (F) O correto é BAE-I. Art. 32, item I, alínea a.
Art. 32. Os materiais BAE devem ser classificados em um dos três grupos a seguir.
I - materiais BAE-I - grupo de material BAE no qual se incluem:
a) os minérios de urânio e tório, concentrados destes minérios e outros minérios que contêm radionuclídeos de ocorrência natural;
- (V) Art. 31, §1º.
§1º Material de Baixa Atividade Específica (Material BAE) são materiais radioativos que por sua natureza têm uma atividade específica limitada, ou material radioativo ao qual se aplicam limites para a sua atividade específica média estimada.
- (V) Art. 4º, item II.
Art. 4º Esta Norma não se aplica:
II – aos materiais radioativos movimentados no interior de instalações nucleares, instalações radiativas, instalações minero-industriais ou depósitos de rejeitos radioativos, desde que tal movimentação não envolva a utilização de ferrovias ou vias públicas;
- (V) Art. 31. §2º
§2º Materiais de blindagem que envolve o material BAE não são considerados na determinação da atividade específica média estimada.
- (F) Art. 35.
Art. 35. A quantidade de material BAE ou OCS em um único volume Tipo VI-1, Tipo VI-2, Tipo VI-3 ou objetos ou conjunto de objetos, conforme apropriado, deve ser restrita de modo que a taxa de dose a 3 m do material sem blindagem, ou do objeto ou do conjunto de objetos, seja, no máximo, igual a 10 mSv/h.

Referência Utilizada: Norma CNEN-NN-4.01

Questão 4: Sobre interrupções e encerramento de atividades de instalações minero-industriais, é INCORRETO afirmar: (1,0 ponto)

- a) Não é necessária comunicação à CNEN de qualquer interrupção inferior a 1 (um) ano.
- b) No encerramento das atividades, o Titular deve encaminhar à CNEN, com antecedência mínima de 2 (dois) anos, um Plano de Descomissionamento.
- c) É necessário prestar informações à CNEN, com a devida antecedência, quando houver interrupção parcial das atividades de uma instalação por mais de 6 (seis) meses.
- d) Na interrupção total das atividades por 2 (dois) anos, devem ser informados à CNEN os procedimentos que garantirão a segurança da instalação e da saúde dos IOE e indivíduos do público durante esse período.
- e) Dentre as informações do plano de descomissionamento, que deve ser encaminhado à CNEN no encerramento das atividades, devem constar os procedimentos técnicos e administrativos para descontaminação da instalação e de seus equipamentos.

Gabarito da questão 4: LETRA A

Justificativa da resposta questão 4:

- a) INCORRETA, interrupções inferiores a 1 ano mas superiores a 6 meses precisam ser comunicadas.
“Art. 13 As instalações minero-industriais que decidirem interromper suas atividades, em parte ou no todo, por período superior a seis meses, devem prestar à CNEN, com a devida antecedência, as seguintes informações:”
- b) CORRETA. Art. 14.
“Art. 14 Em caso de encerramento das atividades, o Titular da instalação minero-industrial deve encaminhar à CNEN, com antecedência mínima de 2 (dois) anos, um Plano de Descomissionamento, atualizando e detalhando o conteúdo do item 3.11 do Anexo I desta Norma.”
- c) CORRETA. Art. 13.
“Art. 13 As instalações minero-industriais que decidirem interromper suas atividades, em parte ou no todo, por período superior a seis meses, devem prestar à CNEN, com a devida antecedência, as seguintes informações:”
- d) CORRETA. Art. 13, item II.
“Art. 13 As instalações minero-industriais que decidirem interromper suas atividades, em parte ou no todo, por período superior a seis meses, devem prestar à CNEN, com a devida antecedência, as seguintes informações:
II - procedimentos que garantam a segurança da instalação, bem como a saúde dos indivíduos ocupacionalmente expostos (IOE) e indivíduos do público, durante o período de interrupção.”
- e) CORRETA. Art. 14 e Anexo I, item 3.11, item b.
“Art. 14 Em caso de encerramento das atividades, o Titular da instalação minero-industrial deve encaminhar à CNEN, (...), um Plano de Descomissionamento, atualizando e detalhando o conteúdo do item 3.11 do Anexo I desta Norma.”
Item 3.11, item b) Procedimentos técnicos e administrativos para descontaminação da instalação e dos seus equipamentos.

FORMULÁRIO DE GABARITO DAS QUESTÕES DISCURSIVAS ANO 22

Área de Certificação: Mina e Usina de Beneficiamento Físico, Químico e Metalúrgico de Minérios com U ou Th Associados

Referência Utilizada: Norma CNEN-NN-3.01, PR 3.01/003, IAEA GSG-7

Questão 5: A concentração no ar de particulados inaláveis contendo Ra-226 na área controlada de uma instalação mineiro-industrial foi estimada em 1 Bq/g. Considerando os dados abaixo, qual o tempo médio anual de permanência de um indivíduo ocupacionalmente exposto nessa área, de modo a não ultrapassar o limite anual de dose efetiva? (Valor: 2,0 pontos)

Dados: Não há dose externa no local nem ingestão de material radioativo
Coeficiente de dose efetiva comprometida por unidade de incorporação por inalação para o Ra-226: $3,2 \times 10^{-6}$ Sv/Bq
Taxa de respiração de um indivíduo: $1,25 \text{ m}^3/\text{h}$
Densidade do ar: $1,2 \text{ kg}/\text{m}^3$

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 5):

Dose por unidade de incorporação: $3,2 \times 10^{-6} \text{ Sv}/\text{Bq} = 3,2 \times 10^{-3} \text{ mSv}/\text{Bq}$

Inalado por ano para dose de 20 mSv*: $3,2 \times 10^{-3} \text{ mSv} \text{ ----- } 1 \text{ Bq}$

20 mSv ----- X

$X = 6,25 \times 10^3 = 6.250 \text{ Bq}$

*se considerar 50 mSv: $3,2 \times 10^{-3} \text{ mSv} \text{ ----- } 1 \text{ Bq}$

50 mSv ----- X

$X = 15,625 \times 10^3 = 15.625 \text{ Bq}$

Atividade no ar: $1 \text{ Bq}/\text{g} \times 1.200 \text{ g}/\text{m}^3 = 1.200 \text{ Bq}/\text{m}^3$

Volume de ar que poderia ser inalado: $1.200 \text{ Bq} \text{ ---- } 1 \text{ m}^3$

$6.250 \text{ Bq} \text{ ---- } Y$

$Y = 5,21 \text{ m}^3$

*se considerar 50 mSv: $1.200 \text{ Bq} \text{ ---- } 1 \text{ m}^3$

$15.625 \text{ Bq} \text{ ---- } Y$

$Y = 13,02 \text{ m}^3$

Tempo de Inalação: $1,25 \text{ m}^3 \text{ -- } 1 \text{ h}$

$5,21 \text{ m}^3 \text{ -- } Z$

$Z = 4,168 \text{ horas ou } 250,1 \text{ min}$

*se considerar 50 mSv: $1,25 \text{ m}^3 \text{ -- } 1 \text{ h}$

$13,02 \text{ m}^3 \text{ -- } Z$

$Z = 10,42 \text{ horas ou } 625,2 \text{ min}$

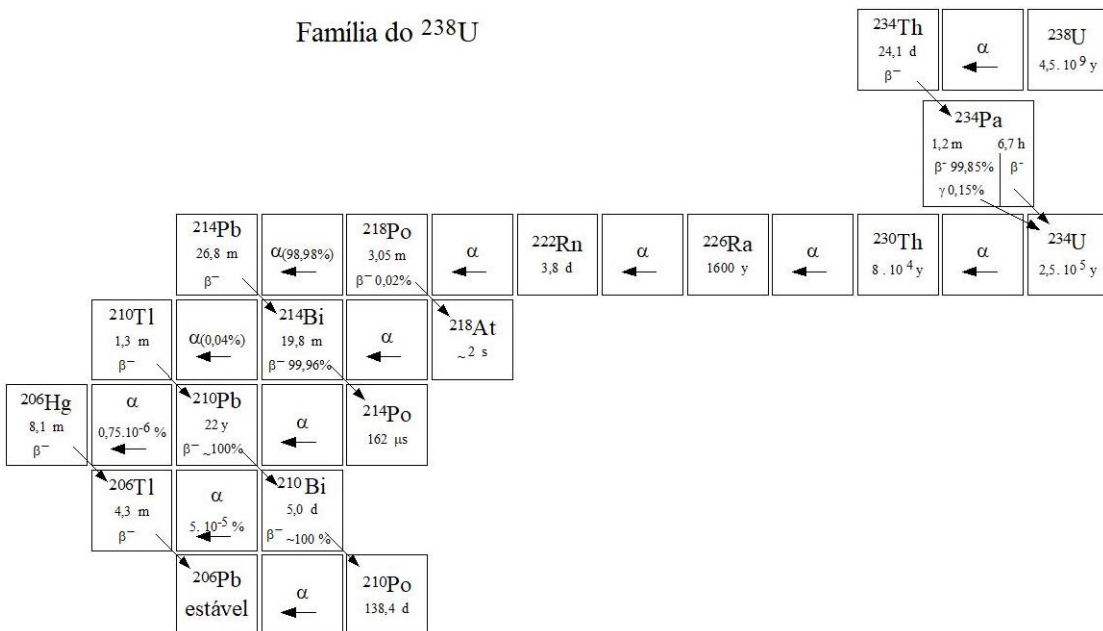
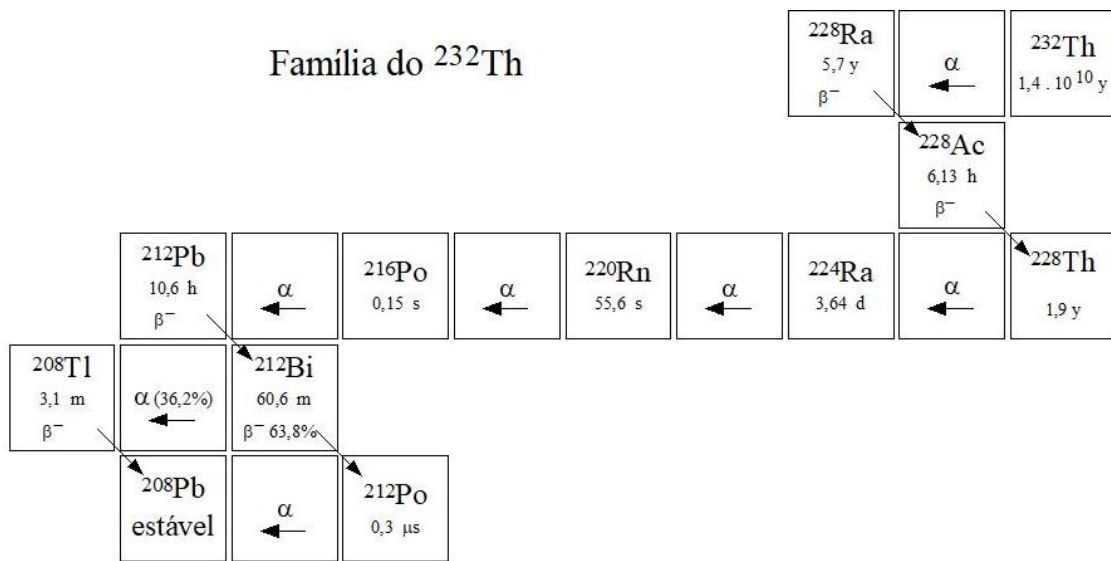
RESPOSTA PARCIALMENTE CORRETA 5: Deverá ser considerada pontuação proporcional à quantidade de cálculos necessários à questão que o candidato consiga desenvolver.

Referência utilizada: Norma CNEN-NN-4.01

Questão 6: Uma amostra coletada em uma dada instalação, e que foi utilizada como referência para sua classificação, apresentou as seguintes concentrações de atividade:

- $^{238}\text{U} = 15.000 \text{ Bq/kg}$;
- $^{232}\text{Th} = 16.000 \text{ Bq/kg}$;
- $^{210}\text{Pb} = 14.000 \text{ Bq/kg}$;
- $^{226}\text{Ra} = 14.500 \text{ Bq/kg}$;
- $^{228}\text{Ra} = 15.000 \text{ Bq/kg}$.

Considerando que a hipótese para o cálculo de atividade é de equilíbrio parcial para esta amostra, e considerando as séries do ^{232}Th e ^{238}U (vide imagens abaixo): (3,0 pontos)



6.a) Calcule a concentração de atividade total desta amostra; (2,0 pontos)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 1.a):

$$\text{AT} = ^{238}\text{U} \times 5 + ^{232}\text{Th} \times 1 + ^{210}\text{Pb} \times 3 + ^{226}\text{Ra} \times 6 + ^{228}\text{Ra} \times 9$$

$$\begin{aligned} &= 15.000 \times 5 + 16.000 \times 1 + 14.000 \times 3 + 14.500 \times 6 + 15.000 \times 9 = \\ &= 75.000 + 16.000 + 42.000 + 87.000 + 135.000 \\ &= 355.000 \text{ Bq/kg} \\ &= 355 \text{ Bq/g} \end{aligned}$$

RESPOSTA PARCIALMENTE CORRETA DA QUESTÃO 6.a): Deverá ser considerada pontuação proporcional à quantidade de cálculos necessários à questão que o candidato consiga desenvolver.

6.b) Indique a classificação da instalação, justificando sua resposta com base nos critérios da Norma NN 4.01. (1,0 ponto)

RESPOSTA CORRETA DA QUESTÃO 6.b):

Categoria II, pois conforme Art. 6º, item II da Norma, pertencem à Categoria II as instalações que apresentam concentração de atividade total dos radionuclídeos das séries naturais do urânio e/ou tório compreendida entre 500 Bq/g e 100 Bq/g.

RESPOSTA PARCIALMENTE CORRETA DA QUESTÃO 6.b): Deverá ser considerada 0,5 caso o candidato indique corretamente ou apenas a Categoria ou apenas a justificativa.