



**INCA INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER**

**CONCURSO PÚBLICO**

**CARGO 34:  
TECNOLOGISTA JÚNIOR**

**ÁREA:  
FÍSICA OU FÍSICA MÉDICA**

**ESPECIALIDADE:  
RADIOTERAPIA**

**CADERNO DE PROVAS – PARTE II  
Conhecimentos Específicos e Discursiva**

**MANHÃ**

**LEIA COM ATENÇÃO AS INSTRUÇÕES ABAIXO.**

- 1 Nesta parte II do seu caderno de provas, confira atentamente se os seus dados pessoais e os dados identificadores do seu cargo transcritos acima estão corretos e coincidem com o que está registrado em sua folha de respostas e em sua folha de texto definitivo da prova discursiva. Confira também o seu nome e o nome de seu cargo em cada página numerada desta parte de seu caderno de provas. Em seguida, verifique se o seu caderno de provas (partes I e II) contém a quantidade de itens indicada em sua folha de respostas, correspondentes às provas objetivas, e a prova discursiva, acompanhada de espaço para rascunho. Caso o caderno esteja incompleto, tenha qualquer defeito ou apresente divergência quanto aos seus dados pessoais ou quanto aos dados identificadores do seu cargo, solicite ao fiscal de sala mais próximo que tome as providências cabíveis, pois não serão aceitas reclamações posteriores nesse sentido.
- 2 Quando autorizado pelo chefe de sala, no momento da identificação, escreva, no espaço apropriado da **folha de respostas**, com a sua caligrafia usual, a seguinte frase:

*A curiosidade útil enseja a compreensão.*

**OBSERVAÇÕES**

- Não serão objeto de conhecimento recursos em desacordo com o estabelecido em edital.
- Informações adicionais: telefone 0(XX) 61 3448-0100; Internet – [www.cespe.unb.br](http://www.cespe.unb.br).
- É permitida a reprodução deste material apenas para fins didáticos, desde que citada a fonte.

**cespeUnB**  
Centro de Seleção e de Promoção de Eventos

## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

A TAR é definida como a razão entre a dose em uma profundidade  $d$  de um objeto simulador ou do paciente e a dose nas mesmas condições no ar. Acerca dessa grandeza, dependente da profundidade  $d$ , da área do campo e da qualidade da radiação, julgue os itens seguintes.

- 41 A TAR tem valor maior que 1,0 na profundidade de máxima dose para qualquer superfície de um campo.  
42 A TAR diminui com o aumento da energia da radiação.

A PDP é a relação entre dose na profundidade de tratamento e a dose na profundidade de dose máxima. Com relação a essa grandeza, julgue os itens a seguir.

- 43 A PDP aumenta com o aumento da distância fonte-superfície.  
44 A PDP diminui com o aumento do campo.

Considere dois campos de mesma área, porém de dimensões diferentes. Um desses campos tem a forma de quadrado e o outro, de retângulo com lados bastante diferentes. Eles são usados em um tratamento com um aparelho de radioterapia superficial de 250 kVp. Com relação a essa situação, julgue o item abaixo.

- 45 O fator retrodispersão — *back scatter factor* (BSF) — no centro do campo é maior para o formato retangular.

De acordo com os modelos radiobiológicos, julgue os itens que se seguem.

- 46 Em um regime de fracionamento com um total de 18 frações, projetado para ser equivalente a um tratamento de 30 Gy ministrados em 10 frações, a dose por fração que deve ser ministrada para se obter a mesma dose biológica efetiva (BED) para resposta tardia em tecido normal pelo modelo linear quadrático será igual a 2,2 Gy.  
47 A fase do ciclo celular mais radiosensível é a síntese.  
48 Os denominados quatro erres da radiobiologia são: reparação de danos subletais, reoxigenação, redistribuição no ciclo celular e repopulação.  
49 Radiodermite é um exemplo de efeito agudo.

Acerca das grandezas exposição, dose e kerma, julgue os itens a seguir.

- 50 Se o kerma colisional no ar em um dado volume é igual a 67,94 C/kg, o valor da exposição é igual a  $7,7 \times 10^3$  R.  
51 Tendo como base a superfície de um meio, o conceito de kerma aplica-se somente depois de observada a profundidade do equilíbrio eletrônico no meio e a dose absorvida, nesse último caso, independente da profundidade.  
52 Para dois tipos de feixes terapêuticos, um de elétrons e outro de fótons, à medida que a energia do feixe de elétrons for aumentada, a energia do feixe de fótons e a dose na pele para elétrons e para fótons, respectivamente, aumentará e diminuirá.

Com relação à teoria de cavidade de Bragg-Gray e a de Spencer-Attix, julgue os próximos itens.

- 53 De acordo com a teoria de Bragg-Gray, a cavidade deve ser suficientemente pequena para não perturbar o campo de partículas carregadas.  
54 Segundo a teoria de Spencer-Attix, a dose absorvida na cavidade é depositada integralmente pelas partículas carregadas que a atravessam.

Uma unidade de cobalto-60 está calibrada para trabalhar com distância foco superfície de 80 cm. Por problemas técnicos, a superfície do paciente ficou a 72 cm do foco. Pela dosimetria, a uma distância de 80 cm, o tempo calculado foi de 2 minutos. Levando em conta essas informações, julgue os itens subsequentes.

- 55 Para que o paciente receba a mesma dose na superfície, o novo tempo de exposição deveria ser 1,65 min.  
56 A penumbra do campo é maior na distância de 72 cm.

Acerca de planejamento radioterápico, julgue os itens a seguir.

- 57 Se, para a irradiação do neuroeixo de um paciente, for necessário dividir a área tratada da coluna em dois campos diretos, um de  $30 \text{ cm}^2 \times 5 \text{ cm}^2$  e outro de  $20 \text{ cm}^2 \times 5 \text{ cm}^2$ , a distância foco-isocentro for 100 cm e o tratamento for realizado com técnica isocêntrica com distância foco-pele de 95 cm, então a separação necessária entre os campos (*gap*), para que, à distância de 5 cm de profundidade, haja homogeneidade de dose, será igual a 1,25 cm.  
58 Considere que, para o tratamento de um paciente com 30 cm de diâmetro anteroposterior (DAP), sejam utilizados dois campos paralelos e opostos de  $12 \text{ cm}^2 \times 12 \text{ cm}^2$ , com pesos diferentes. O peso do campo posterior será igual ao dobro do peso do campo anterior. Para o tratamento, será utilizado um feixe de 6 MV e SSD de 100 cm. A dose prescrita no meio do DAP será de 200 cGy por dia e a taxa de dose para o campo  $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$  será de 1,0 cGy/UM. O fator de campo  $12 \text{ cm} \times 12 \text{ cm}$  será de 1,05 e a PDP a 15 cm será de 55%. Nessa situação, a quantidade diária de unidades monitoras para o campo posterior será igual a 240.

De acordo com protocolo de dosimetria 398 da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), em relação à dosimetria de fótons de alta energia,

- 59 a qualidade do feixe é dada em função do TPR20/10.  
60 o fator de correção de temperatura e pressão para câmaras abertas é desprezível.

Quanto à dosimetria de elétrons, de acordo com o protocolo de dosimetria 398 da AIEA, julgue os itens seguintes.

- 61 A profundidade de referência ( $z_{\text{ref}}$ ) para um feixe com R50 de  $5 \text{ g/cm}^2$  é igual a  $3 \text{ g/cm}^2$ .  
62 Para determinação da dose absorvida nas condições de referência, considerando-se feixes com  $R50 < 4 \text{ g/cm}^2$ , recomenda-se apenas a utilização de câmaras de placas paralelas.  
63 Se uma câmara de ionização de placas paralelas seja usada para fazer a dosimetria de elétrons de baixas energias tiver de ser calibrada em um acelerador linear com 4 energias de elétrons pelo método de intercomparação com uma câmara de ionização cilíndrica previamente calibrada por um laboratório padrão, a intercomparação será mais precisa se for usado o feixe de elétrons de maior energia disponível.

Uma fonte radioativa de iodo-125, de 0,5 Ci e gama igual a  $0,07 (R \times m^2)/(h \times Ci)$ , caiu no chão da sala de preparo de agulhas para implante permanente de sementes para Ca de próstata. Essa semente foi resgatada em um tempo de 1 minuto por um supervisor de radioproteção. Esse supervisor utilizou uma pinça de 15 cm de comprimento para colocar a fonte no recipiente de blindagem, sendo que a distância da fonte até seu tórax durante a remoção permaneceu constante a 1 m. Com base nesses dados, julgue o item abaixo.

**64** Considerando o fator de conversão de exposição para dose absorvida igual a 1, a dose absorvida no tórax do supervisor deve ter sido igual a  $5,8 \times 10^{-6} R$ .

De acordo com a norma da CNEN 3.01, julgue os itens que se seguem.

**65** É responsabilidade do supervisor de radioproteção tomar as ações necessárias para assegurar que os IOEs estejam cientes de que sua segurança é parte integrante de um programa de proteção radiológica.

**66** Os registros de dose para cada IOE devem ser preservados durante o período ativo do indivíduo. Esses registros devem ser preservados até os IOEs atingirem a idade de 75 anos e, pelo menos, por 30 anos após o término de sua ocupação, mesmo que já falecido.

**67** O limite de dose equivalente anual para trabalhadores, considerando-se uma dose de corpo inteiro, é de 20 mSv e, considerando-se somente o cristalino dos olhos, é de 500 mSv.

**68** Nas avaliações quantitativas de otimização, o valor do coeficiente monetário por unidade de dose coletiva não deve ser inferior, em moeda nacional corrente, ao valor equivalente a US\$ 1,000/pessoa.sievert.

**69** Uma área deve ser classificada como área controlada quando for necessária a adoção de medidas específicas de proteção e segurança para garantir que as exposições ocupacionais normais estejam em conformidade com os requisitos de otimização e limitação de dose, bem como prevenir ou reduzir a magnitude das exposições potenciais.

**70** Devem ser tomadas as medidas necessárias para permitir a avaliação das exposições recebidas por indivíduos do público, como consequência de uma situação de emergência, e para colocação dos resultados dessa avaliação à disposição do público.

De acordo com o protocolo da AIEA-TRS 277, julgue o item abaixo.

**71** O formalismo do protocolo TRS n.º 277 é embasado na calibração em termos de kerma no ar.

Para a produção de feixes clínicos extensos a partir do feixe fino que emerge do acelerador linear podem ser usadas duas configurações: a utilização de folhas espalhadoras ou folhas difusoras e a utilização de um dispositivo de varredura eletrônico. Quanto a esses sistemas, julgue o item seguinte.

**72** As folhas espalhadoras devem ser de um material de baixo número atômico.

De acordo com a norma da CNEN 3.06,

**73** as calibrações periódicas de dosímetros clínicos e monitores de área devem ser realizadas com períodos máximos de 1 ano e 2 anos, respectivamente, na faixa de energia em que são utilizados por instituições autorizadas pela CNEN.

De acordo com a norma da CNEN 5.01,

**74** para fins de transporte, a definição para material radioativo é qualquer material com atividade específica superior a 70 kbq/kg.

**75** um embalado contendo 200 mci de  $^{137}Cs$  cuja maior taxa de dose na superfície é de 0,3 mSv/h e a maior taxa de dose a 1 m de distância da superfície do mesmo é de 0,006 mSv/h, deve ser enquadrado na categoria II amarela.

O Fricke é um dosímetro químico que tem como base uma determinação quantitativa das mudanças químicas produzidas pela radiação. Considerando essas informações, julgue o item seguinte.

**76** A determinação da dose para esse dosímetro é feita a partir da ionização do íon  $Fe^{2+}$ .

De acordo com o TEC DOC 1151, documento que define as recomendações para controle de qualidade em radioterapia,

**77** a verificação da coincidência dos *lasers* com o isocentro deve ser realizada diariamente, e a tolerância máxima é de 2 mm.

De acordo com o ICRU 62 *Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy*,

**78** o GTV é definido como volume tumoral macroscópico, ou tumor propriamente dito.

**79** define-se o CTV como o volume tumoral clínico que compreende o GTV mais doença microscópica subclínica e incertezas de movimentação do volume-alvo.

**80** para definição do PTV, deve ser levada em consideração a penumbra do aparelho de tratamento.

LET de partículas carregadas em um meio é igual ao quociente  $dE/dl$ , em que  $dE$  é a média da energia localmente cedida ao meio por uma partícula carregada de energia específica atravessando uma distância  $dl$ . A respeito dessa grandeza, julgue o item abaixo.

**81** Para uma mesma qualidade de radiação, ao se aumentar a energia, diminui-se o LET e a efetividade biológica.

De acordo com o sistema de Manchester para braquiterapia de Ca de colo de útero,

**82** o ponto A está localizado a 2 cm acima do nível inferior da sonda e a 2 cm lateralmente no plano do útero; o ponto B, 2 cm acima do nível inferior da sonda e 5 cm lateralmente no plano do útero.

**83** o ponto de reto no plano sagital é definido a 0,5 cm da parede posterior da vagina.

Considerando os princípios básicos de proteção radiológica, justificação, otimização e limitação da dose, julgue os itens subsequentes.

- 84** Nenhuma prática envolvendo exposição a radiação ionizante deve ser adotada, exceto se ela produzir um benefício líquido suficiente ao indivíduo ou à sociedade.
- 85** O projeto, o planejamento e a operação de instalação de fontes de radiação ionizante devem ser feitos de modo a garantir que as exposições sejam tão reduzidas, quanto razoavelmente exequível, desprezando-se fatores socioeconômicos.

Acerca do radioisótopo irídio 192 usado em sistemas remotos (*after loading*) de braquiterapia de alta taxa de dose, julgue o item abaixo.

- 86** Esse radioisótopo possui meia-vida de 86,3 dias.

De acordo com a anatomia humana,

- 87** a glândula prostática envolve a uretra e, no sentido sagital, está localizada entre a base da bexiga e o diafragma vesical.
- 88** em um corte axial na altura do ápice pulmonar, no sentido anteroposterior, o esôfago está localizado entre a traqueia e a vértebra torácica.

Examinando-se as curvas de isodose para um feixe de radiação, é possível verificar as propriedades do feixe. Considerando as curvas de isodose para um feixe de Co-60, julgue os itens subsequentes.

- 89** A dose para qualquer profundidade é menor no eixo central e aumenta gradualmente nas periferias do campo.
- 90** A penumbra física é definida como a região entre a curva de 90% e 20% em uma dada profundidade.

Dose equivalente em um tecido ou órgão expressa o valor médio da dose absorvida, levando em consideração a qualidade da radiação por meio de um fator de ponderação da radiação. Com relação a essa grandeza, julgue os itens que se seguem.

- 91** A unidade de dose equivalente no sistema internacional é  $J \times C/kg$ , denominada sievert (Sv).
- 92** O fator de ponderação da radiação para fótons e elétrons é igual a 1 e para partículas alfa, igual a 10.

Julgue os itens a seguir com relação às técnicas de tratamento radioterápico.

- 93** De acordo com as especificações para radiocirurgia descritas na *AAPM Report n.º 54 (Stereotactic Radiosurgery)*, o isocentro mecânico deve ter no máximo 1 mm de raio.
- 94** A irradiação de corpo inteiro é indicada para paciente que necessite de transplante de medula óssea, com o intuito de imunossuprimir o paciente antes de receber o transplante.
- 95** Para o planejamento de radioterapia conformada de tórax, o uso de correção de heterogeneidade de tecido é necessário devido à baixa densidade do pulmão.
- 96** O desenvolvimento de sistemas sofisticados para localização diagnóstica das fontes radioativas e de novos métodos de dosimetria e a otimização do planejamento terapêutico permitiram uma distribuição mais homogênea da dose dentro do volume alvo para implantes permanentes de sementes em pacientes com câncer de próstata.

De acordo com os parâmetros utilizados para radioterapia de câncer de próstata descritos no RTGO 9406,

- 97** 35% do volume da bexiga não deve receber dose maior que 70 Gy.
- 98** 25% do volume do reto não deve receber dose maior que 80 Gy.

Considere uma área controlada após a barreira primária de um acelerador linear com fótons de 6 MV e com carga de trabalho de 600 Gy por semana no isocentro. A distância da fonte até o ponto de medida na área controlada é 4,3 m. Supondo que, nessas condições, o fator de uso para a barreira seja igual a  $\frac{1}{4}$ , o limite para trabalhadores seja 1 mSv/semana, o  $TVL_i$  do concreto seja igual a 35 cm e o  $TVL_o$  do concreto seja igual a 35 cm, julgue os itens a seguir.

- 99** O fator transmissão será igual a  $1,2 \times 10^5$ .
- 100** A espessura de concreto necessária será de 1,372 m.

## PROVA DISCURSIVA

- Nesta prova, faça o que se pede, usando o espaço para rascunho indicado no presente caderno. Em seguida, transcreva o texto para a **FOLHA DE TEXTO DEFINITIVO DA PROVA DISCURSIVA**, no local apropriado, pois **não serão avaliados fragmentos de texto escritos em locais indevidos**.
- Qualquer fragmento de texto além da extensão máxima de linhas disponibilizadas será desconsiderado.
- Na **folha de texto definitivo**, identifique-se apenas no cabeçalho da primeira página, pois **não será avaliado** texto que tenha qualquer assinatura ou marca identificadora fora do local apropriado.

A Comissão Internacional de Unidades e Medidas de Radiação (ICRU) estabelece uma precisão mínima de  $\pm 5\%$  na entrega de dose absorvida para tratamentos radioterápicos. À medida que surgem novas técnicas de radioterapia, a exigência de uma alta precisão na dose passa a ser fundamental, pois de nada adianta a grande diversidade de métodos de imagens para definição de volume-alvo e órgãos de risco, e de algoritmos de cálculo de distribuição de dose no paciente, se a entrega de dose não for correta.

Para garantir a entrega de dose de acordo com o planejado, recomenda-se que diversos testes dosimétricos sejam realizados periodicamente. O principal documento recomendado para isso, que descreve protocolos de realização desses testes, é o Technical Reports Series n.º 398 da Agência Internacional de Energia Atômica.

International Atomic Energy Agency. Absorbed dose determination in external beam radiotherapy, an international code of practice for dosimetry based on standards of absorbed dose to water. In: Technical Reports Series. Vienna: IAEA, n.º 398, 2000, p. 1 (traduzido com adaptações).

Considerando que o fragmento de texto acima tem caráter unicamente motivador, redija um texto dissertativo que descreva os passos de como fazer a medida de dose absorvida em água na profundidade de máxima dose para um feixe de fótons com energia de 10 MV, em um acelerador linear com isocentro de 100 cm, utilizando-se um conjunto composto por câmara de ionização cilíndrica mais eletrômetro, calibrados juntos em um laboratório secundário em um feixe de cobalto-60 e um objeto simulador de água com dimensões de  $30 \times 30 \text{ cm}^2$  e profundidade de 40 cm. A formulação deve estar de acordo com o TRS n.º 398.

Ao elaborar seu texto, aborde necessariamente, os seguintes aspectos:

- ▶ qualidade do feixe;
- ▶ condições de referência (setup) para a medida;
- ▶ realização das medidas;
- ▶ fatores de correção;
- ▶ modo de obtenção do valor da dose.

**RASCUNHO**

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	