



**INCA INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER**

**CONCURSO PÚBLICO**

**CARGO 31:  
TECNOLOGISTA JÚNIOR**

**ÁREA:  
FÍSICA OU FÍSICA MÉDICA**

**ESPECIALIDADE:  
AUDITOR DE QUALIDADE EM 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 memória é a sentinela do cérebro.*

**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.

## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

Com relação à Resolução da Diretoria Colegiada da ANVISA – RDC n.º 20/2006, julgue os seguintes itens.

- 41 Dosimetria clínica é a determinação de dose absorvida em pacientes submetidos a tratamento ou avaliação diagnóstica com radiação ionizante.
- 42 É proibida a utilização de fontes de Co-60 com taxa de dose absorvida inferior a 150 cGy/min em um meio aquoso a 0,5 cm de profundidade, com distância fonte-superfície igual à distância fonte-isocentro, para um campo de 10 cm × 10 cm na superfície.
- 43 É proibida a utilização de equipamentos de braquiterapia de alta taxa de dose com fontes inferiores a 3,0 curies.
- 44 Os eventos adversos graves devem ser notificados em até quarenta e oito horas a uma das autoridades sanitárias componentes do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, mediante a descrição, em relatório, das causas da situação investigada.
- 45 Com relação aos procedimentos clínicos, a ficha de tratamento deve conter os parâmetros de cálculo para todos os campos e as informações relacionadas ao tratamento; dessa forma, todo cálculo deve ser verificado até a terceira aplicação ou até a dose acumulada de 10% da dose total, o que ocorrer primeiro.

Julgue os itens que se seguem, acerca da Norma CNEN NN 3.01 – Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica.

- 46 O titular do serviço de radiologia deve submeter à aprovação da CNEN um plano de proteção radiológica, contendo a identificação da instalação e da sua estrutura organizacional, com uma definição clara das linhas de responsabilidade, os respectivos responsáveis e o valor pago por cada dosímetro utilizado.
- 47 Dose equivalente,  $H_T$ , também chamada de dose equivalente comprometida, é grandeza física expressa por  $H_T = D_T W_R$ , em que  $D_T$  é a dose absorvida média no órgão ou tecido e  $W_R$  é o fator de ponderação da radiação.
- 48 Com relação à exposição em situação de emergência, 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.

Com relação à Norma CNEN NE 3.06 – Requisitos de Radioproteção e Segurança para Serviços de Radioterapia da CNEN, julgue os itens de 49 a 54.

- 49 O painel de minuteria dos equipamentos de teleterapia com fontes seladas deve possuir luzes de indicação da posição da fonte, sendo a luz amarela para fonte exposta, luz vermelha para fonte em trânsito e luz verde para fonte recolhida.
- 50 Aceleradores de partículas devem estar providos com blindagens projetadas de forma que, fora do feixe útil de radiação, a taxa de kerma no ar devido à radiação de fuga, excluindo a contribuição devida aos nêutrons, em qualquer ponto de um plano circular com 2 m de raio perpendicular e centrado no eixo do feixe útil de radiação, não exceda a 0,2% da taxa de kerma no ar, no seu centro.

- 51 Não é permitida a irradiação de pessoas para propósitos de treinamento ou demonstração, a menos que exista também um objetivo terapêutico indicado por recomendação médica.
- 52 O serviço de radioterapia deve possuir um plano de radioproteção contendo a instrumentação para medição da radiação, inclusive fornecendo a relação dos monitores de área e dosímetros clínicos com os respectivos certificados de calibração em vigor.
- 53 Os dosímetros clínicos devem ser calibrados, na faixa de energia em que são utilizados, com periodicidade máxima de um ano, e a calibração deve ser feita por instituições autorizadas pela CNEN.
- 54 Para um aparelho de telecobaltoterapia, em caso de falha no funcionamento do sistema automático de interrupção do feixe de radiação, o operador do aparelho deverá ter conhecimento prévio sobre os procedimentos necessários para interromper a irradiação manualmente ou por outros meios.

Acerca dos procedimentos para a realização de controle de qualidade, protocolos de controle de qualidade e dosimetria e auditorias de qualidade, julgue os itens a seguir.

- 55 Os protocolos IAEA/TRS-277 e IAEA/TRS-398 são utilizados apenas para dosimetrias em feixes de elétrons com câmaras de ionização cilíndricas.
- 56 A NBR ISO/IEC 17025 estabelece requisitos gerenciais para a implementação de um sistema de gestão de qualidade em laboratórios de ensaio e calibração, em acordo com a NBR ISO 9001.
- 57 Com relação aos requisitos de gerência, a NBR ISO/IEC 17025 estabelece que a gerência técnica tem responsabilidade de assinar certificados de calibração e relatórios de ensaio e responsabilidade de treinamento dos técnicos do laboratório, além de outras responsabilidades.
- 58 A câmara de ionização utilizada para a realização do controle de qualidade de um acelerador linear de elétrons pode ser calibrada em um gama irradiador de um laboratório credenciado de calibração, desde que a taxa de dose na qual o acelerador de elétrons atue esteja compatível com a taxa de dose emitida pela fonte radioisotópica utilizada no laboratório de calibração.
- 59 A determinação da dose absorvida varia de acordo com o protocolo de dosimetria adotado. Logo, o estudo do percentual de dose profunda pode variar em função da escolha do protocolo utilizado no serviço de radioterapia.

Com relação à utilização e calibração de câmaras de ionização tipo poço, usadas em braquiterapia de alta taxa de dose, julgue os próximos itens.

- 60 A atividade radioativa de uma fonte de irídio 192 em braquiterapia de alta taxa de dose é fornecida com incerteza de  $\pm 20\%$  pelo fabricante. Logo, devido a esse motivo a dosimetria da fonte com câmara-poço para uso em terapias torna-se necessária.
- 61 Em uma câmara de ionização do tipo poço, a atividade do material radioativo é medida em termos da corrente de ionização produzida no processo de interação da radiação com o gás da câmara, geralmente argônio.

Julgue os itens a seguir com relação ao TEC DOC 1151 – Aspectos físicos da garantia da qualidade em radioterapia.

- 62 Considerando tratamentos braquiterápicos, é recomendado que a eficiência de coleta das cargas seja superior a 99% para câmaras do tipo poço comerciais e fontes de braquiterapia convencionais.
- 63 Para fontes de cobalto-60, é recomendada a verificação semanal da posição da fonte e para aceleradores lineares, o controle diário da dose de referência.
- 64 É recomendado que os controles de qualidade mensais tenham como base a verificação de parâmetros dosimétricos ou físicos cujas variações venham a produzir efeitos prejudiciais menores ao paciente em tratamento ou que tenham menor probabilidade na variação da dose absorvida ao longo do mês.
- 65 Na teleterapia, é recomendado o uso de um sistema redundante de comprovação da qualidade dos instrumentos dosimétricos utilizados, a fim de assegurar que estes mantenham seus fatores de calibração invariáveis. Uma fonte selada de tecnécio-99m pode ser utilizada para esse fim, devido à sua meia-vida curta, na forma de comparação da resposta do instrumento de medida com a que se obtém no equipamento de teleterapia.
- 66 Não é recomendado o uso de intercomparações postais como um tipo de auditoria de qualidade, tendo em vista que os equipamentos irradiados podem ser danificados na sua movimentação entre a unidade de radioterapia e o laboratório credenciado para dosimetria.
- 67 Nos testes de controle de qualidade dos *lasers* utilizados em salas com equipamentos teleterápicos, há uma tolerância de erro de até 5 mm.
- 68 O dosimetrista tem como alguns de seus atributos realizar a calibração dos feixes de Co-60 nas unidades de tratamento e avaliar a resposta e morbidade do tratamento.

Quanto a protocolos de dosimetria e determinação da dose absorvida de feixes clínicos, julgue os itens de 69 a 76.

- 69 Com as inovações tecnológicas recentes, a precisão na dosimetria da dose absorvida nos tecidos-alvo aumentou para  $\pm 6\%$ .
- 70 O uso de câmara de placas paralelas para dosimetria de elétrons de alta energia é recomendado para a implementação de um programa de controle de qualidade em radioterapia com feixes externos. O protocolo IAEA/TRS 381 pode ser utilizado nesse caso.
- 71 O protocolo IAEA/TRS 398 trouxe uma mudança conceitual em relação ao formalismo utilizado no protocolo IAEA/TRS 277, tendo em vista que passou a ter como base o fator de calibração em termos de dose absorvida no ar e não mais em termos de kerma na água, como anteriormente.
- 72 O valor do *stopping power* ou taxa de perda de energia por unidade de comprimento transferida por um íon em um meio material é de importância significativa com o uso do protocolo IAEA/TRS 277.

- 73 Conforme o protocolo IAEA/TRS 398, o ponto de referência da câmara de ionização cilíndrica está no eixo central da câmara, no centro do volume da cavidade.
- 74 Na determinação da dose absorvida de feixes clínicos de fótons de alta energia, utilizando-se o protocolo IAEA/TRS 398, quando a câmara apresenta um efeito de polarização não desprezível, é necessário o uso de um fator de correção de polaridade. Este, por sua vez, considera a soma das médias das leituras obtidas com o eletrômetro em polarização positiva e em polarização negativa, dividindo-se essa soma por duas vezes a média da leitura obtida com a polarização de rotina do eletrômetro.
- 75 No protocolo IAEA/TRS 277, o ponto de referência de uma câmara de ionização de placas paralelas é considerado como sendo a superfície interna da parede frontal da câmara.
- 76 O protocolo IAEA/TRS 398 se aplica à utilização de câmaras de ionização de placas paralelas.

Com relação aos detectores de radiação, julgue os itens a seguir.

- 77 Detectores portáteis do tipo gama-câmara de ionização usam pilhas como bateria para o seu funcionamento. Por isso, é importante verificar o estado dessas pilhas, pois, ocorrendo o funcionamento inadequado das mesmas, não é possível gerar diferença de potencial entre a casca metálica e o eletrodo central nesse tipo de detector.
- 78 Sulfato de cálcio dopado com disprosio e sulfato de cálcio dopado com manganês são substâncias utilizadas como materiais termoluminescentes em dosímetros termoluminescentes.
- 79 Um leitor ou leitora de TLD é um instrumento utilizado para avaliar a dose em função da luz emitida pelo cristal TLD quando este é exposto a um aquecimento controlado. Simplificadamente, uma válvula fotomultiplicadora transforma o sinal luminoso em um sinal elétrico amplificado e um sistema de processamento transforma esse sinal elétrico em um valor de dose.
- 80 Em um detector a gás, a probabilidade de interação da radiação com o gás varia com o campo elétrico aplicado ao gás dentro do volume sensível.
- 81 Os detectores a gás são utilizados porque a radiação incidente no volume sensível de gás cria pares de íons que podem ser coletados em um dispositivo ou mede a energia elétrica dos mesmos.
- 82 A avaliação da dose utilizando-se dosímetros fotográficos, com filmes radiológicos, é feita comparando-se a densidade ótica do filme após a revelação com a densidade ótica de outros filmes que foram irradiados com doses conhecidas.

Acerca do protocolo IAEA TRS/398 e da calibração cruzada de câmaras de ionização, julgue os itens que se seguem.

- 83** A calibração cruzada permite o cálculo do fator de calibração da câmara de placas paralelas em termos de dose absorvida na água, a partir do fator de calibração da câmara cilíndrica em acordo com o IAEA/TRS 398 para energia de elétrons acima de 16 MeV.
- 84** Aplicando-se a metodologia da calibração cruzada, o fator de calibração da câmara de placas paralelas é obtido pela igualdade entre os valores de dose absorvida na água, medidas em um mesmo ponto de referência. Para isso, é preciso assegurar o posicionamento correto de ambas as câmaras, ou seja, tanto da câmara cilíndrica de referência, com fator de calibração de dose na água conhecido, quanto da câmara de placas paralelas a ser calibrada.

Com relação aos fundamentos e práticas da educação a distância e ao uso da dosimetria TLD em sistemas postais de avaliação de parâmetros de qualidade, julgue os itens subsequentes.

- 85** O Programa de Qualidade em Radioterapia (PQRT) pode ser considerado um aliado de informações a distância na obtenção dos fundamentos sobre a radioterapia, levando-se em conta que o INCA disponibiliza em seu sítio para *download* diversas publicações, resultados de trabalhos realizados, entre outros.
- 86** No sistema de avaliação postal atual desenvolvido pelo PQRT, obtém-se a avaliação da dose no ponto de referência no eixo central, dose no eixo central em campo retangular, dose no eixo central em profundidade, índice de qualidade do feixe e outros fatores dosimétricos importantes.
- 87** O programa de qualidade postal utiliza dosímetros termoluminescentes na forma de cristais com diâmetro aproximado de 2,5 mm. Estes são diretamente mergulhados na água do *phantom* utilizado para a realização da dosimetria em um dispositivo de acrílico que é fixado no *phantom*.
- 88** O *kit* postal para avaliação da dose em feixes de elétrons é relativamente diferente do *kit* postal utilizado para avaliação da dose em feixes de raios gama do cobalto-60 ou feixes de raios X de aceleradores lineares. Porém, ambos os *kits* utilizam o mesmo tipo de TLD.
- 89** A dosimetria *in vivo* também pode ser realizada. Nesse caso, o TLD é posicionado em uma cápsula que o envolve e que fica posicionada internamente à superfície irradiada do paciente, de forma a fornecer a dose profunda máxima.

Considerando o uso de detectores de radiação utilizados em radioterapia, julgue os itens a seguir.

- 90** O processo físico responsável pela técnica de luminescência opticamente estimulada é similar ao processo de termoluminescência. A diferença básica é que o método de estimulação do sinal para o primeiro caso é por iluminação do dosímetro, em vez do aquecimento, utilizado no segundo caso.
- 91** Para um material semicondutor, com quatro elétrons na última camada e com seus átomos unidos à estrutura cristalina por uma ligação covalente, é introduzida uma impureza com cinco elétrons na última camada, que, nesse caso, recebe o nome de impureza receptora.

Acerca dos procedimentos para controle de qualidade em acordo com o TEC DOC 1151, julgue os próximos itens.

- 92** Para telecobaltoterapia, a unidade deve dispor de uma barra ou outro sistema semelhante que permita o retorno manual da fonte em caso de travamento desta durante seu movimento.
- 93** Em equipamentos aceleradores lineares, aceita-se telêmetro com teste de qualidade admitindo uma tolerância de até 5 mm na distância fonte-isocentro.
- 94** O fator bandeja é um dos fatores dosimétricos cujo valor deve ser verificado mensalmente.

Quanto ao uso do irídio 192 como fonte radioativa para braquiterapia e ao uso de câmaras de ionização do tipo câmara-poço, julgue os itens a seguir.

- 95** Em uma câmara do tipo poço, a câmara de ionização é envolvida por uma blindagem de chumbo com a finalidade de proteger o operador e de reduzir a interferência nas medidas realizadas no caso de existência de outras fontes radioativas próximas ao local da dosimetria.
- 96** A câmara-poço utiliza um suporte para a fonte e é colocada externamente em um dispositivo revestido com um material especial semelhante ao isopor para evitar o aquecimento do ar dentro do volume sensível da câmara e da própria câmara.
- 97** As câmaras poço disponíveis comercialmente têm suportes que guiam a fonte para a posição correta. Entretanto, em geral, eles não são utilizados devido ao fato de que a geometria cilíndrica da câmara favorece o processo de coleta de cargas, dispensando o posicionamento ao longo do eixo central do tubo.
- 98** O Ir-192 tem uma meia-vida de 74 semanas e decai por emissão beta e gama para o isótopo estável Pt-192. Os raios beta emitidos apresentam energia média de 530 keV.
- 99** A fonte de Ir-192 utilizada em braquiterapia é construída em forma de sementes, tendo em geral entre 6 mm e 7 mm de comprimento, 3 mm de comprimento ativo, 1,1 mm de diâmetro com 0,3 mm de espessura de encapsulamento de aço inoxidável.
- 100** No uso de aplicador intracavitário que receberá fontes de Ir-192, é procedimento de garantia de qualidade verificar, por radiografias no paciente, com fontes simuladas, o posicionamento correto do aplicador antes da realização do tratamento com fontes reais.

## 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.

O Programa de Qualidade em Radioterapia (PQRT) atua em todos os estados do Brasil que possuem serviços de radioterapia e atende, preferencialmente, a todos os serviços integrantes do Sistema Único de Saúde.

Desde o ano 2005, o PQRT vem atuando também em países da América Latina, realizando avaliações postais e locais. A partir de 2007, a França também começou a participar das avaliações postais. Atualmente, os países que têm seus serviços de radioterapia avaliados pelo PQRT são: Argentina, Chile, Cuba, Equador, França, Guatemala, Honduras, Panamá, Paraguai, Uruguai e Venezuela.

**Brasil.** Ministério da Saúde, Instituto Nacional de Câncer. **Serviço de Qualidade em Radiações Ionizantes: Relatório-resumo 2008.** Rio de Janeiro, RJ: CEDC - Coordenação de Ensino e Divulgação Científica, 2009, edição única, p. 29.

Considerando que o fragmento de texto acima tem caráter unicamente motivador, redija um texto dissertativo acerca do seguinte tema.

### DOSIMETRIA CLÍNICA EM RADIOTERAPIA

Ao elaborar seu texto, atenda, necessariamente, as seguintes determinações:

- ▶ cite o nome dos principais protocolos e(ou) recomendações da Agência Internacional de Energia Atômica adotados no Brasil para a realização de dosimetrias clínicas e controle de qualidade em radioterapia;
- ▶ comente sobre dois aspectos positivos e dois aspectos negativos na realização de avaliações postais para a obtenção de dosimetrias clínicas em radioterapia;
- ▶ defina a importância do PQRT na divulgação a distância de fundamentos e práticas para a realização de dosimetrias clínicas em radioterapia.

**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	