

ASSINATURA



**Universidade  
de São Paulo**  
Brasil



**FUNDAÇÃO  
UNIVERSITÁRIA  
PARA O VESTIBULAR**



pró-reitoria de cultura  
e extensão universitária

**COMISSÃO DE RESIDÊNCIA  
MULTIPROFISSIONAL  
COREMU/USP**

**PROCESSO SELETIVO  
PARA INÍCIO EM 2019**

1ª FASE: **02/09/2018**

PROFISSÃO 4:  
**FÍSICA / FÍSICA MÉDICA**

**INSTRUÇÕES**

1. Só abra este caderno quando o fiscal autorizar.
2. Este caderno compõe-se de 50 questões de múltipla escolha de igual valor: 10 questões de Interpretação de texto; 10 questões de Conhecimentos gerais; 30 questões de Conhecimentos específicos.
3. Em cada questão, assinale a alternativa que você considera correta, preenchendo o círculo correspondente na folha de respostas, utilizando necessariamente caneta esferográfica de tinta azul.
4. Preencha a folha de respostas com cuidado, pois, em caso de rasura, ela não poderá ser substituída e o uso de corretivo não será permitido.
5. Duração da prova: **quatro horas**. Não haverá tempo adicional para transcrição do gabarito para a folha de respostas.
6. É proibido o uso de relógio pessoal. O candidato deve controlar o tempo disponível, com base no relógio fixado à frente da sala e nos avisos do fiscal.
7. Durante a prova, são vedadas a comunicação entre candidatos e a utilização de qualquer material de consulta, eletrônico ou impresso, e de aparelhos de telecomunicação.
8. Uma foto sua será coletada para fins de reconhecimento facial, para uso exclusivo da FUVEST e da USP, sendo que as imagens não serão divulgadas nem utilizadas para outras finalidades, nos termos da lei.
9. O candidato poderá retirar-se do prédio a partir das **17h**.
10. Ao final da prova, é obrigatória a devolução deste caderno de questões e da folha de respostas. Poderá ser levado somente o gabarito provisório de respostas.

## INTERPRETAÇÃO DE TEXTOS

### TEXTO PARA AS QUESTÕES DE 01 A 04

#### *A judicialização da saúde*

A Justiça tornou-se uma das vias, quase naturais, para resolver problemas de acesso a medicamentos, próteses e vagas para internação no SUS e hospitais privados. As demandas judiciais são dirigidas a dois endereços: empresas de planos de saúde e SUS. As tutelas aos planos privados de saúde não são inesperadas e têm sido interpretadas como estratégia de defesa de usuários contra a mesquinha das empresas que os comercializam. Mas a aceitação e a legitimação da intervenção dos magistrados em assuntos do SUS tiveram um trajeto acidentado e ainda suscitam tensões. A ingerência direta e frequente de instituições e pessoas situadas fora das linhas de comandos habituais dos serviços de saúde perturba rotinas de trabalho, baseadas no atendimento similar a todos que se encontrem na mesma situação, e não pela prioridade imposta de fora. (...)

(...)

Para tentar proteger seus pacientes, os profissionais da saúde passaram a sugerir a busca da Justiça. Enquanto as vias administrativas são lentas e a burocracia da saúde costuma mostrar-se insensível às necessidades individuais imediatas, o atendimento nos plantões judiciais é célere. Ainda assim, as ações judiciais direcionadas à ponta dos serviços também não conseguem romper determinadas barreiras assistenciais estruturais. A garantia de ações essenciais à manutenção da vida requer suficiência e boa gestão de recursos físicos, humanos e financeiros que não estão disponíveis. A elevação da carga tributária não redundou no incremento de investimentos na saúde pública. O orçamento estimado para o SUS em 2013 restringe os gastos por habitante a R\$ 2,5 por dia. Pagar mais impostos e ter serviços públicos de má qualidade estabelece um circuito perverso que desqualifica os fundamentos de justiça e democracia.

(...)

Ligia Bahia, **O Globo**, 20/01/2014.

## 01

De acordo com o texto, a judicialização da saúde, entre outros aspectos,

- (A) privilegia o setor privado em detrimento do público.
- (B) altera práticas cotidianas e princípios pré-estabelecidos.
- (C) contraria fundamentos jurídicos e democráticos.
- (D) permite ao profissional da saúde fazer justiça a pacientes.
- (E) depende de recursos físicos, humanos e financeiros.

## 02

Dos trechos abaixo, o único em que a autora trata do tema da “judicialização da saúde” de forma neutra e objetiva é:

- (A) “contra a mesquinha das empresas” (L. 7).
- (B) “perturba rotinas de trabalho” (L. 12-13).
- (C) “restringe os gastos por habitante” (L. 29).
- (D) “ter serviços públicos de má qualidade” (L. 30).
- (E) “estabelece um circuito perverso” (L. 30-31).

## 03

Tendo em vista o contexto, no lugar de “Ainda assim” (L. 21), o mais adequado seria utilizar a expressão

- (A) Apesar disso.
- (B) Então.
- (C) Senão.
- (D) Não obstante.
- (E) Além disso.

## 04

Considerando-se as relações de sentido estabelecidas no texto, constituem exemplo de argumento baseado em oposição de ideias os termos

- (A) “naturais” (L. 1) e “judiciais” (L. 4).
- (B) “estratégia” (L. 6) e “ingerência” (L. 10).
- (C) “aceitação” (L. 8) e “intervenção” (L. 9).
- (D) “lentas” (L. 19) e “célere” (L. 21).
- (E) “elevação” (L. 26) e “incremento” (L. 27).

TEXTO PARA AS QUESTÕES DE 05 A 07

*A saúde entre dois mundos*

No Rio de Janeiro do século XIX, os médicos, cirurgiões e boticários eram em sua maioria brancos e pertenciam a classes sociais mais abonadas. Já os sangradores, curandeiros, parteiras e amas de leite eram quase sempre escravos, libertos e pessoas livres empobrecidas, entre elas imigrantes e africanos livres. Era essa população desfavorecida que tratava dos problemas de saúde mais urgentes de quem precisava, não importava se ricos ou pobres. Os sangradores ofereciam seus serviços pelas ruas e praças das cidades e em lojas de barbeiros, enquanto as parteiras trabalhavam em ambientes domésticos, cuidando de questões relacionadas não apenas ao parto, mas também a abortos e doenças genitais.

Entre 1808 e 1828, a Fisicatura-mor, órgão criado pelo governo central e sediado no Rio de Janeiro, fiscalizava e regulamentava as “artes de cura”, incluindo tanto as atividades praticadas por médicos como aquelas desenvolvidas por pessoas sem formação acadêmica. O órgão estabelecia que os médicos deveriam diagnosticar e tratar de doenças internas do corpo, enquanto cirurgiões se ocupavam de moléstias externas. Já os boticários manipulavam os medicamentos receitados por médicos e cirurgiões. “Oficialmente, sangradores e parteiras deveriam lidar com casos simples de doença e fazer apenas o que médicos ou cirurgiões mandassem. Porém, a população recorria a eles porque partilhava de suas concepções de doença e saúde”, observa a historiadora Tânia Salgado Pimenta.

O cenário acima é descrito em *Escravidão, doenças e práticas de cura no Brasil (Outras Letras, 2016)*, organizado por Tânia Pimenta e pelo historiador Flávio Gomes. No livro, eles apresentam os resultados do projeto de pesquisa realizado na Fiocruz entre 2013 e 2016. Os estudos indicam que ofícios centrais à saúde da sociedade brasileira naquele momento eram desempenhados por escravos e libertos, numa época em que a medicina acadêmica disputava espaço com as práticas populares de cura.

Christina Queiroz, **Pesquisa FAPESP**, Novembro de 2017. Adaptado.

**05**

O emprego, no título, da expressão "dois mundos" justifica-se, de modo mais evidente, pela oposição verificada no texto entre

- (A) "ricos" e "pobres".
- (B) "brancos" e "negros".
- (C) "cirurgiões" e "boticários".
- (D) "médicos" e "curandeiros".
- (E) "sangradores" e "parteiras".

**06**

Deduz-se do texto que o fato de a população valer-se dos serviços de saúde prestados pelos mais desfavorecidos decorria, principalmente,

- (A) da localização em que os serviços eram prestados.
- (B) do pertencimento ao mesmo tipo de classe social.
- (C) da maneira de ver e compreender as enfermidades.
- (D) da fiscalização e regulamentação pela Fisicatura-mor.
- (E) da formação acadêmica e conhecimento que possuíam.

**07**

O grupo que mais se distanciava das "artes de cura" (L. 15), de seus praticantes e dos tipos de doenças tratadas era o dos

- (A) sangradores.
- (B) médicos.
- (C) cirurgiões.
- (D) boticários.
- (E) curandeiros.

TEXTO PARA AS QUESTÕES DE 08 A 10

*Cuidar da dor e do sofrimento humano*

- O povo fala aos cântaros metaforicamente da realidade do sofrimento. Ouvimos com frequência as pessoas dizerem: “dói o meu coração”, “dói minha alma”. Sim, estas são expressões metafóricas de um sofrimento da pessoa. O corpo não sofre, não sente dor, quem sente dor é a pessoa. A diferença entre dor e sofrimento tem um grande significado quando temos que lidar com pacientes terminais. O enfrentamento da dor exige medicamentos analgésicos, está mais ligado aos circuitos neurofisiológicos do corpo humano, enquanto que o sofrimento solicita significado e sentido, e liga-se ao todo da pessoa. A dor sem explicação geralmente se transforma em sofrimento. O sofrimento é uma experiência humana profundamente complexa que intervém na identidade e na subjetividade da pessoa bem como nos valores socioculturais e religiosos. Um dos principais perigos em negligenciar esta distinção é a tendência de os tratamentos se concentrarem somente nos sintomas e dores físicas, como se somente estes fossem a única fonte de angústias e sofrimentos para o paciente. É a tendência de reduzir o sofrimento a um simples fenômeno físico que pode ser dominado por meios técnicos. Esta tendência nos permite implementar tratamentos agressivos, na crença de que enquanto o tratamento protege os pacientes da dor física, ele protege de todos os outros aspectos também. A continuação de tais cuidados pode simplesmente impor mais sofrimentos para o paciente terminal.
- O sofrimento tem que ser cuidado em quatro dimensões fundamentais: a) dimensão física. No nível físico, a dor funciona como um claro alarme de que algo não está bem no funcionamento normal do corpo. b) dimensão psíquica. Surge constantemente no enfrentar a inevitabilidade da morte. Perdem-se as esperanças e sonhos, com a necessidade de redefinir o mundo que está para deixar. c) dimensão social. É a dor do isolamento, que surge do ser obrigado a redefinir relacionamentos e necessidade de comunicação. d) dimensão espiritual. Surge da perda do sentido, objetivo de vida e esperança. Todos necessitam de um horizonte de sentido — uma razão para viver e uma razão para morrer. Em pesquisas recentes nos EUA descobriu-se que o aconselhamento sobre questões espirituais está entre as três necessidades mais solicitadas pelos doentes terminais e familiares. O cultivo desta perspectiva holística é fundamental para garantir dignidade de cuidados e sentido neste momento preciso de vida, em que teremos que aprender a viver e aprender com elegância a dizer “adeus”, como uma expressão de amor e respeito pela pessoa!

Profa. Dra. Maria Isabel Strong, **Bioética: uma diversidade temática.**  
Adaptado.

**08**

Deduz-se corretamente do texto que

- (A) a expressão "fala aos cântaros" (L. 1) evidencia que o povo evita falar do sofrimento.
- (B) a dor e o sofrimento, embora com diferenças, podem ser tratados com analgésicos.
- (C) a dor é um sentimento que varia de pessoa para pessoa quando sem explicação e sem sentido.
- (D) o sofrimento pode ser reduzido por meio de procedimentos técnicos avançados.
- (E) o cuidado da dor e do sofrimento abrange uma esfera medicinal e outra mais humana.

**09**

Segundo o texto, a “perspectiva holística” (L. 41) deve

- (A) priorizar a dimensão espiritual, em detrimento da dimensão física.
- (B) considerar a dimensão espiritual sem desprezar as demais.
- (C) compensar o isolamento causado na dimensão social.
- (D) substituir a dimensão psicológica pela espiritual.
- (E) cuidar do sofrimento antes de enfrentar a inevitabilidade da morte.

**10**

Os termos "dor" e "sofrimento", segundo o texto, equivalem, respectivamente, aos seguintes aspectos:

- (A) físico e psíquico.
- (B) reação e percepção.
- (C) sentimento e compreensão.
- (D) realidade e ilusão.
- (E) emoção e sensação.

## CONHECIMENTOS GERAIS

**11**

Clínica Ampliada **NÃO** consiste em

- (A) assumir um compromisso radical com o sujeito doente, visto de modo singular.
- (B) assumir a responsabilidade sobre os usuários dos serviços de saúde.
- (C) buscar ajuda em outros setores, aos quais se dá o nome de intersetorialidade.
- (D) utilizar a psicologia e a fisiologia para promover a cura.
- (E) assumir um compromisso ético profundo com o usuário do serviço.

**12**

Dentre os conceitos-chave da Classificação Internacional de Segurança do Paciente, o único **NÃO** adequado é:

- (A) Segurança do paciente: reduzir a um mínimo aceitável o risco de dano desnecessário associado ao cuidado de saúde.
- (B) Risco: probabilidade de ocorrer um incidente.
- (C) Circunstância Notificável: incidente que resulta em dano ao paciente.
- (D) Incidente sem lesão: incidente que atingiu o paciente, mas não causou dano.
- (E) Incidente: evento ou circunstância que poderia ter resultado, ou resultou em dano desnecessário ao paciente.

**13**

Considere as seguintes características de um sistema de notificação de incidentes relativo à segurança do paciente para que ele seja efetivo:

- I. não punitivo e confidencial;
- II. com capacidade de identificar o tipo de incidente e quem cometeu;
- III. independente e seus dados analisados por organizações;
- IV. baseado em dados georeferenciados;
- V. com respostas oportunas para os usuários e orientado para soluções dos problemas notificados.

Estão corretas as características indicadas em

- (A) I, II e IV, apenas.
- (B) I, III e V, apenas.
- (C) II, IV e V, apenas.
- (D) I, III e IV, apenas.
- (E) I, II, III, IV e V.

**14**

*Espaços estaduais de articulação e pactuação política que objetivam orientar, regulamentar e avaliar os aspectos operacionais do processo de descentralização das ações de saúde. São constituídas, paritariamente, por representantes do governo estadual – indicados pelo Secretário de Estado da Saúde – e dos secretários municipais de Saúde – indicados pelo órgão de representação do conjunto dos municípios do Estado, em geral, denominado Conselho de Secretários Municipais de Saúde (Cosems).*

Esse texto refere-se à definição de

- (A) Comissões Intergestores Bipartites (CIB).
- (B) Comissão Intergestores Tripartite (CIT).
- (C) Colegiados de Gestão Regional.
- (D) Comissão Permanente de Integração Ensino-Serviço.
- (E) Comissão Intergestores do ProgeSUS (CIP).

**15**

Considere as seguintes afirmações relacionadas ao SUS:

Segundo o Art. 17, da Lei n. 8080, de 19 de setembro de 1990, à direção ESTADUAL do Sistema Único de Saúde (SUS) compete

- I. promover a descentralização para os Municípios dos serviços e das ações de saúde;
- II. acompanhar, controlar e avaliar as redes hierarquizadas do Sistema Único de Saúde (SUS);
- III. prestar apoio técnico e financeiro aos Municípios e executar supletivamente ações e serviços de saúde;
- IV. coordenar e, em caráter complementar, executar ações e serviços: vigilância epidemiológica, vigilância sanitária, vigilância da alimentação e nutrição e vigilância da saúde do trabalhador.

Está correto o que se afirma em

- (A) I e III, apenas.
- (B) I, II e IV, apenas.
- (C) II e IV, apenas.
- (D) I, III e IV, apenas.
- (E) I, II, III e IV.

**16**

De acordo com a Lei Orgânica da Saúde 8080/90, **NÃO** são considerados princípios do SUS (Sistema Único de Saúde):

- (A) universalidade de acesso e integralidade de assistência.
- (B) igualdade na assistência e preservação da autonomia.
- (C) participação da comunidade e direito a informação.
- (D) segmentação e focalização aos mais necessitados.
- (E) utilização da epidemiologia e estabelecimento de prioridades.

**17**

Com relação às redes de atenção à saúde no SUS, conforme definidas pelo Decreto 7508 de 2011, é correto afirmar que elas

- (A) estarão compreendidas no âmbito de uma região de Saúde, ou de várias delas, em consonância com diretrizes pactuadas nas comissões intergestores.
- (B) tem como única porta de entrada a atenção primária em saúde e são pactuadas na Comissão Intergestora Tripartite.
- (C) incluem obrigatoriamente a população indígena nas pactuações de âmbito municipal, independentemente de suas especificidades.
- (D) organizam apenas as ações da atenção especializada e hospitalar pelo Contrato Organizativo de Ação Pública da Saúde com a finalidade de planejar as ações de cada serviço.
- (E) são espaços geográficos contínuos, constituídos por agrupamentos de Municípios limítrofes e delimitados a partir de identidades culturais, econômicas e sociais.

**18**

As diretrizes para a organização de redes de atenção definidas na Portaria 4279 de 2010 consideram que

- (A) a economia de escala ocorre quando os custos médios de longo prazo aumentam, à medida que aumenta o volume das atividades, e os custos fixos se distribuem por um maior número dessas atividades.
- (B) o acesso pode ser analisado através da disponibilidade, da comodidade e da aceitabilidade do serviço pelos usuários.
- (C) a qualidade na atenção em saúde compreende três dimensões: eficácia, efetividade e integração horizontal e vertical.
- (D) a suficiência significa o conjunto de ações e serviços disponíveis em quantidade para atender às prioridades de saúde da população, garantindo a segurança do paciente.
- (E) uma atenção primária de qualidade estrutura-se segundo três atributos: primeiro contato, longitudinalidade e eficiência.

**19**

Considere as seguintes diretrizes relativas aos NASFs - AB (Núcleo de apoio à Saúde da Família), conforme descritas na atual PNAB (Política Nacional de Atenção Básica):

- I. Constitui uma equipe multiprofissional e interdisciplinar composta por categorias de profissionais da saúde, complementar às equipes que atuam na Atenção Básica, formada por diferentes ocupações (profissões e especialidades) da área da saúde.
- II. A definição das categorias profissionais cabe ao gestor federal, considerando o financiamento e o número de profissionais disponíveis em cada território.
- III. Compete à Equipe do Núcleo Ampliado de Saúde da Família e Atenção Básica (NASF - AB) participar do planejamento conjunto com as equipes que atuam na Atenção Básica a que está vinculada.
- IV. Compete à Equipe do Núcleo Ampliado de Saúde da Família e Atenção Básica (NASF - AB) realizar discussão de casos, atendimento individual, compartilhado, interconsulta, construção conjunta de projetos terapêuticos, educação permanente e intervenções no território.
- V. Os NASF-AB se constituem como serviços com unidades físicas independentes ou especiais, mas não são de livre acesso para atendimento individual ou coletivo.

Estão corretas as diretrizes

- (A) I, II, III, IV e V.
- (B) I e V, apenas.
- (C) I, IV e V, apenas.
- (D) II, III e IV, apenas.
- (E) I, III e IV, apenas.

**20**

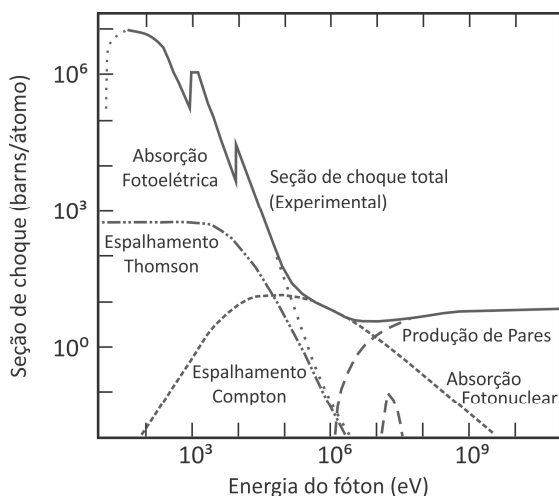
A Política Nacional de Humanização (PNH) procura pôr em prática os princípios do SUS no cotidiano dos serviços de saúde, construindo mudanças nos modos de gerir e cuidar. Dentre as diretrizes da PNH, **NÃO** se inclui o (a)

- (A) Clínica ampliada.
- (B) Acolhimento.
- (C) Priorização do trabalhador.
- (D) Defesa dos direitos do usuário.
- (E) Fomento das grupidades.

FÍSICA/FÍSICA MÉDICA

21

O gráfico (em escala log) representa as *seções de choque* em função da energia para diferentes modos de interação de fótons com o chumbo (Pb), bem como a seção de choque total  $\sigma$  (curva sólida).



Hermanns, C.F. X-ray absorption studies of metalloporphyrin molecules on surfaces: Electronic interactions, magnetic coupling, and chemical switches. PhD thesis, Freie Universität Berlin, 2013. Adaptado.

Considerando a interação de fótons com o Pb, escolha a alternativa que indica, simultaneamente,

- o modo de interação com o chumbo mais provável para fótons provenientes de uma fonte de  $^{60}\text{Co}$  (que emite fótons de energia média igual a 1,25 MeV), bem como o valor *aproximado* da *seção de choque total* (em barns/átomo) nesse caso;
- a interação que melhor justifica o comportamento de  $\sigma$  na faixa de energia dos raios X usados em diagnóstico (até 150 keV).

	I	II
(A)	Efeito fotoelétrico, 10 barns/átomo	Produção de pares
(B)	Efeito fotoelétrico, $10^3$ barns/átomo	Espalhamento Compton
(C)	Espalhamento Compton, 10 barns/átomo	Efeito fotoelétrico
(D)	Espalhamento incoerente, 1,0 barns/átomo	Espalhamento coerente
(E)	Produção de pares, $10^3$ barns/átomo	Efeito fotoelétrico

Dados:

$$hc \cong 1,99 \times 10^{-25} \text{ J.m}$$

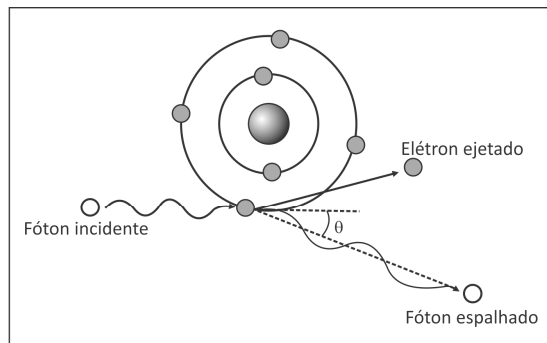
$$1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$$

22

A radiação eletromagnética espalhada durante a realização de exames radiológicos não é desprezível e requer providências adequadas para proteção radiológica. Considere que, em um exame radiológico, os fótons incidentes no paciente têm uma energia de 105,2 keV, e a radiação espalhada em um certo ângulo tem 97,8 keV.

Escolha a alternativa que apresenta corretamente:

- Um efeito produzido pelos fótons espalhados no exame radiológico.
- A *energia cinética transferida aos elétrons de recuo*.



(<https://efeitofotoeletricoecompton.webnode.com.br/efeito-compton/>)

	I	II
(A)	Redução de dose no paciente	7,4 MeV
(B)	Maior contraste na imagem	148 keV
(C)	Aumento da dose no paciente	155 keV
(D)	Borrimento da imagem	7,4 keV
(E)	Escape de radiação	511 keV

23

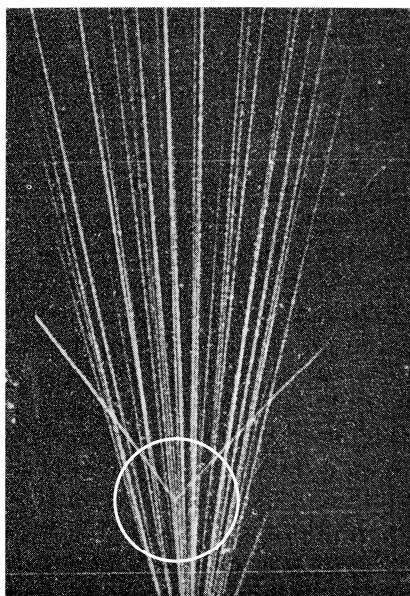
A teoria atômica de Niels Bohr (1914) complementou o modelo de Ernst Rutherford (1911), explicando o espectro da radiação emitida pelos átomos hidrogenoides. Uma das hipóteses de Bohr consistia na existência de órbitas permitidas e de órbitas não permitidas para o elétron em torno do núcleo atômico. Em 1924, Louis De Broglie, considerando que as partículas apresentavam também comportamento ondulatório, tentou justificar teoricamente algumas das hipóteses de Bohr.

Assinale a alternativa coerente com essas teorias.

- As órbitas permitidas de Bohr (de raios  $r$ ) correspondem a ondas eletrônicas estacionárias em torno do núcleo, com comprimento de onda  $= 2\pi r/n$  ( $n$  é um número inteiro).
- O espectro luminoso dos átomos hidrogenoides é contínuo e pode ser explicado apenas pela teoria atômica de Rutherford.
- A emissão de luz ocorre quando as ondas eletrônicas interagem para produzir ressonância.
- A teoria de Bohr não consegue justificar a emissão dos raios X característicos.
- A energia dos fótons emitidos pelo átomo não está relacionada às órbitas de Bohr.

## 24

A foto abaixo mostra trajetórias de partículas alfa obtidas no interior de uma câmara de nuvens de Wilson preenchida com gás He ( ${}^4_2\text{He}$ ). A região destacada na foto mostra uma colisão com um átomo, com desvio brusco de uma partícula alfa.



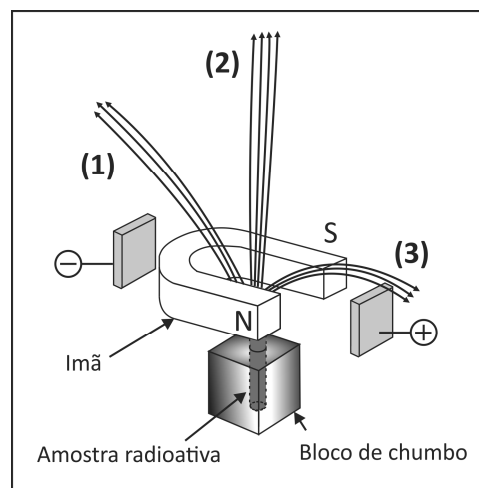
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5b/Experiments\\_by\\_Blackett\\_in\\_a\\_Wilson\\_Cloud\\_Chamber,\\_Wellcome\\_M0015316.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5b/Experiments_by_Blackett_in_a_Wilson_Cloud_Chamber,_Wellcome_M0015316.jpg).  
Adaptada

Sobre essa interação, é correto dizer que se trata de uma

- (A) colisão elástica com o núcleo de um átomo de He, que pode ser descrita a partir do modelo atômico de Rutherford (1911).
- (B) interação inelástica com o núcleo do átomo de He, com emissão de raios X.
- (C) interação elástica com os elétrons do átomo de He, sem emissão de radiação eletromagnética.
- (D) colisão suave, com ionização do átomo de He, e liberação de um elétron, cuja trajetória também aparece na foto.
- (E) colisão dura com produção de fissão do núcleo atômico.

## 25

O esquema abaixo representa um material radioativo hipotético, dentro de uma caixa de chumbo, emitindo radiações alfa, beta menos e gama. As radiações entram num ambiente onde há um campo magnético (criado por um ímã) e um campo elétrico (criado por placas paralelas), com polaridades conforme o esquema.



Escolha a alternativa que contiver, simultaneamente,

- I. o tipo de radiação para cada trajetória esquematizada;
- II. um processo físico pelo qual o núcleo emite radiação *gama*;
- III. o tipo de radiação que necessita de menor blindagem radiológica.

	I	II	III
(A)	(1) - alfa (2) - gama (3) - beta	captura eletrônica	gama
(B)	(1) - alfa (2) - beta (3) - gama	desexcitação nuclear	beta
(C)	(1) - alfa (2) - gama (3) - beta	captura eletrônica	alfa
(D)	(1) - gama (2) - beta (3) - alfa	transição interna	alfa
(E)	(1) - alfa (2) - gama (3) - beta	transição interna	alfa



## 26

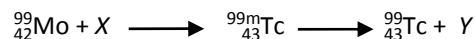
A Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET) é uma tecnologia que produz imagens tomográficas a partir de processos nucleares. O radioisótopo mais usado em PET é o  $^{18}\text{F}$  (flúor-18, que emite partículas  $\beta^+$  (pósitrons) com energia máxima 633 keV), como marcador em uma molécula de FDG (*Fluorodesoxiglicose*). O FDG é injetado na corrente sanguínea do paciente e pode ser utilizado para conseguir imagens de tecidos e órgãos do corpo, como o cérebro, que estejam consumindo mais glicose do que outros. Externamente, conjuntos de pares simétricos de detectores circundam o paciente para registrar a radiação liberada dele, para a formação das imagens.

Assinale a alternativa que descreve corretamente o processo físico básico envolvido nessa técnica.

- (A) O FDG é levado ao cérebro pela corrente sanguínea e os pósitrons emitidos pelo  $^{18}\text{F}$  sofrem *Bremsstrahlung* no interior do paciente, e os detectores registram os raios X emitidos.
- (B) Os pósitrons atacam células do sangue que entram no cérebro, combatendo eventuais tumores em início de formação.
- (C) Os pósitrons emitidos pelo  $^{18}\text{F}$  sofrem aniquilação ao interagirem com elétrons locais no cérebro, com emissão simultânea de 2 fótons, que são detectados exteriormente.
- (D) As partículas  $\beta^+$  emitidas pelo FDG induzem reações nos núcleos de carbono existentes no cérebro, com produção de raios gama, que são detectados exteriormente.
- (E) A energia das partículas  $\beta^+$  é suficientemente grande para que elas, após a interação no cérebro, escapem do paciente e sejam detectadas exteriormente.

## 27

A reação abaixo descreve a produção de um radioisótopo utilizado atualmente em Medicina Nuclear. Considere X e Y, radiações emitidas ou absorvidas nesse processo.



Considerando-se essas informações é correto afirmar:

- (A) O isótopo  $^{99}_{43}\text{Tc}$  é produzido pelo decaimento do isótopo  $^{99}_{42}\text{Mo}$  por emissão beta mais (X).
- (B) O isótopo  $^{99}_{43}\text{Tc}$  é resultado do decaimento gama do isótopo  $^{99\text{m}}_{43}\text{Tc}$  (Tc metaestável), o qual é utilizado para diagnóstico médico.
- (C) O isótopo  $^{99}_{43}\text{Tc}$  é produzido pelo decaimento do isótopo  $^{99}_{42}\text{Mo}$  seguido de emissão alfa (Y).
- (D) O isótopo  $^{99}_{42}\text{Mo}$  é produzido por fissão nuclear do isótopo  $^{235}_{92}\text{U}$  e tem meia-vida longa, sendo, assim, adequado para um diagnóstico contínuo de certas doenças.
- (E) O isótopo  $^{99}_{42}\text{Mo}$  tem meia-vida curta (6,02 h), por isso tem de ser aplicado para diagnóstico médico pouco tempo após sua produção.

## 28

A teleterapia é a radioterapia que utiliza uma fonte de radiação externa ao corpo do paciente e distante dele. Historicamente, tubos de raios X e fontes radioativas de  $^{222}\text{Ra}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  e  $^{60}\text{Co}$  foram ou ainda são utilizados em teleterapia. Atualmente, a maioria dos centros de radioterapia utiliza feixes de raios X de energia máxima de 4 a 20 MeV, produzidos por aceleradores lineares de elétrons.

Considere as afirmações abaixo.

- I. O uso de tubos de raios X para teleterapia foi praticamente abandonado por não ultrapassar o limite de 400 keV.
- II. A produção de raios X nos aceleradores ocorre apenas devido à radiação característica produzida no alvo do feixe de elétrons.
- III. Um dos problemas com a radioterapia com “bombas de cobalto” é que ela perde eficiência quando a atividade da fonte cai abaixo de certo limite.

Está correto o que se afirma em

- (A) I e II, apenas.
- (B) II e III, apenas.
- (C) I, II e III.
- (D) I e III, apenas.
- (E) II, apenas.

29

A figura da esquerda representa a primeira radiografia obtida na Austrália, em 1896, usando um tubo de raios catódicos de Crookes. A radiografia da direita é mais recente e evidencia a diferença de qualidade de imagem que se obtém hoje.



(Early X-ray Production in Melbourne, Equipment and its Effects, [http://pdf.posterng.netkey.at/download/index.php?module=get\\_pdf\\_by\\_id&poster\\_id=119228&congress=rancras2013](http://pdf.posterng.netkey.at/download/index.php?module=get_pdf_by_id&poster_id=119228&congress=rancras2013)). Fig. Esquerda.  
(Case courtesy of Dr Jeremy Jones, Radiopaedia.org, rID: 29044, <https://radiopaedia.org/cases/foot-annotated-x-ray-1>). Fig. Direita.

Analise as seguintes afirmações:

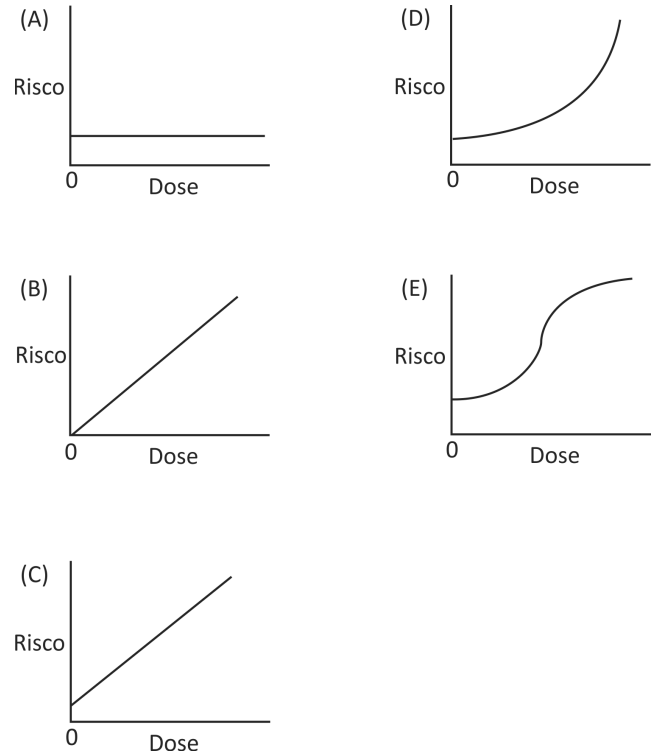
- I. Os raios X não são idênticos aos raios catódicos, mas *são produzidos pelos raios catódicos* quando estes incidem na parede de vidro dos tubos de descarga de Crookes, utilizados na época da descoberta dos raios X.
- II. O único fenômeno responsável pela produção dos raios X nos tubos de Crookes é a ionização.
- III. A produção de imagens melhores (como a da direita) foi acompanhada por avanços tecnológicos que melhoraram a *proteção radiológica* de pacientes e trabalhadores ao lidar com tubos de raios X; entre eles, estão o cabeçote metálico do tubo e a tela intensificadora de imagens.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, II e III.
- (B) I e III, apenas.
- (C) II e III, apenas.
- (D) I e II, apenas.
- (E) III, apenas.

30

Assinale a alternativa que representa o gráfico que mostra a dependência entre o risco de dano biológico e a dose de radiação ionizante, para baixas doses, seguindo o modelo aceito pela Comissão Regulatória Nuclear dos Estados Unidos (USNRC).



31

Assinale a alternativa correta sobre mecanismos diretos ou indiretos de ação das radiações ionizantes em tecidos biológicos.

- (A) A ação direta é o processo dominante na interação de partículas de baixa transferência linear de energia (LET).
- (B) A ação direta ocorre quando a radiação quebra moléculas da água, formando, assim, radicais livres, que podem atacar outras moléculas.
- (C) A ação indireta acontece quando a radiação interage com o DNA, podendo causar desde mutação genética até morte.
- (D) Na ação direta, o DNA pode ser ionizado ou excitado pela radiação, levando à cadeia de eventos físicos e químicos que eventualmente produzem o dano biológico.
- (E) A ação direta é causada por fótons de raios X ou de raios gama ao produzirem radiólise da água.

**32**

Assinale a alternativa correta a respeito de efeitos biológicos causados por raios X de alta energia.

- (A) Toda a energia transferida ao tecido produz ionizações de átomos ou moléculas.
- (B) O período de latência de aparecimento de leucemia é de, no mínimo, dez anos após exposição à radiação.
- (C) As fases do ciclo celular mais resistentes à radiação são a fase M (fase mitótica) e a G2 da interfase (pós-sintética).
- (D) O efeito de uma certa dose de radiação independe do intervalo de tempo durante o qual ela é aplicada.
- (E) Na sequência de eventos que ocorrem para o aparecimento de um dano biológico, a fase físico-química dura cerca de  $10^{-10}$  s e, nela, os radicais livres podem atacar moléculas importantes da célula.

**33**

A quantidade de energia depositada no tecido de um paciente que faz um exame radiológico é bem menor do que a de outro que é submetido a um tratamento de radioterapia. Comparando os efeitos que podem ocorrer nos dois casos, é correto afirmar que

- (A) o paciente radiológico vai sofrer reações teciduais (efeitos não estocásticos).
- (B) o paciente radiológico não vai sofrer efeitos estocásticos.
- (C) o paciente radioterápico pode sofrer reações teciduais.
- (D) o paciente radioterápico não pode sofrer efeitos estocásticos.
- (E) ambos os pacientes vão sofrer reações teciduais imediatas.

**34**

Assinale a alternativa correta a respeito de efeitos estocásticos e reações teciduais (efeitos não estocásticos).

- (A) O estocástico tem limiar de dose para ocorrer e as reações teciduais não.
- (B) O estocástico se apresenta em curto prazo (imediato).
- (C) As reações teciduais são a longo prazo (tardio).
- (D) A gravidade de ambos os efeitos depende da dose recebida.
- (E) A probabilidade de ocorrência de um efeito estocástico depende da dose.

**35**

Quando danificada pela radiação, a estrutura da célula responsável pelo aparecimento de um efeito estocástico é

- (A) o citoplasma.
- (B) o cromossomo.
- (C) a mitocôndria.
- (D) a membrana nuclear.
- (E) o lisossoma.

**36**

O Sistema Internacional de Unidades é fundamentado utilizando algumas grandezas físicas de base. Indique qual das grandezas abaixo não faz parte desse conjunto básico.

- (A) massa – quilograma (kg).
- (B) comprimento – metro (m).
- (C) atividade – curie (Ci).
- (D) corrente elétrica – ampère (A).
- (E) tempo – segundo (s).

**37**

A definição *O quociente entre  $dQ$  e  $dm$ , onde  $dQ$  é o valor absoluto da carga total de íons de um dado sinal, produzidos no ar, quando todos os elétrons (negativos e positivos) liberados por fótons no ar, em uma massa  $dm$ , são completamente freados no ar* refere-se à grandeza:

- (A) dose absorvida.
- (B) exposição.
- (C) dose equivalente.
- (D) ionização específica.
- (E) kerma.

**38**

O kerma e a dose absorvida são grandezas que estão relacionadas entre si.

A partir da profundidade de penetração no meio irradiado em que a dose é máxima, a variação destas duas grandezas é mais bem descrita pelo(a)

- (A) diminuição da dose e pelo aumento do kerma.
- (B) aumento da dose e pela diminuição do kerma.
- (C) constância tanto da dose quanto do kerma.
- (D) diminuição tanto da dose quanto do kerma igualmente.
- (E) diminuição da dose mais rapidamente que a diminuição do kerma.

**39**

Assinale a alternativa que define corretamente a grandeza dosimétrica denominada kerma.

- (A) É o quociente entre a soma de todas as energias cinéticas iniciais de todas as partículas carregadas, liberadas por partículas neutras incidentes em um material, e a massa do material.
- (B) É o quociente entre a energia média depositada pela radiação num ponto de interesse em um material e a massa do material.
- (C) É o quociente entre o número de partículas incidentes sobre uma seção de esfera e a área dessa seção.
- (D) É o produto entre a dose absorvida em um material e o fator de qualidade da radiação.
- (E) É o quociente entre o valor absoluto da carga total de íons de um dado sinal, produzida no ar, quando todos os elétrons liberados pelos fótons numa determinada massa de ar são completamente freados.

**40**

Um detector de raios gama, tendo 100% de eficiência de contagem, é posicionado em um campo uniforme de radiação e realiza 10 medições de igual duração, durante intervalos de tempo de 100 s cada medição. O número médio de contagens por medição é  $4 \times 10^5$ . O valor médio da taxa de contagens é

- (A) 5.000 contagens/s.
- (B) 4.000 contagens/s.
- (C) 3.000 contagens/s.
- (D) 2.000 contagens/s.
- (E) 1.000 contagens/s.

**41**

Assinale a alternativa que expressa corretamente o conceito de eficiência intrínseca de um detector.

- (A) É o percentual de sinais registrados pelo detector em relação à quantidade de radiações que incidem no mesmo.
- (B) A habilidade que o detector tem para realizar contagens de diferentes energias.
- (C) O percentual de energia da radiação gama para produzir um par de íons.
- (D) A contagem total observada no detector menos a radiação de fundo natural.
- (E) A contagem total para radiação beta – gama observada com um detector tecido-equivalente.

**42**

Comparando possíveis aplicações de câmaras de ionização e detectores Geiger Müller (GM) na monitoração radiológica, é correto afirmar que

- (A) o GM não é um dispositivo adequado para medir dose, já que ele pode subestimar os níveis de radiação, pois tem um tempo de recuperação grande.
- (B) o GM é muito menos sensível que a câmara de ionização por causa do tipo de amplificação interna das cargas.
- (C) o GM pode ser utilizado para a detecção de nêutrons em função da alta seção de choque de interação dos gases comumente utilizados para interações com nêutrons.
- (D) a câmara de ionização indica níveis de radiação errados quando usada para medir radiação próxima de máquinas pulsadas, como os aceleradores usados em radioterapia.
- (E) o sinal, nos detectores GM, é proporcional à energia da radiação incidente, enquanto, nas câmaras de ionização, esta proporcionalidade não ocorre.

**43**

A respeito dos efeitos da radiação ionizante em tecidos do corpo humano, **NÃO** é correto afirmar:

- (A) A ocorrência de quebra das ligações químicas se dá quando a energia da radiação é superior à energia de ligação entre os átomos.
- (B) Um dos grupos de mutações que ocorrem nas células somáticas ou germinativas são as mutações pontuais, que são alterações na sequência de bases do DNA.
- (C) Toda a energia transferida pela radiação ao tecido induz excitações.
- (D) De modo geral, os efeitos da radiação dependem da dose, taxa de dose, do fracionamento da dose, do tipo de radiação e do tipo de célula ou tecido.
- (E) Doses absorvidas devido a radionuclídeos de meia-vida curta incorporados nos sistemas respiratórios podem causar danos maiores que iguais doses de radiação X ou gama.

**44**

Comparando a técnica de dosimetria termoluminescente (TL) com a técnica de dosimetria fotográfica para a aplicação em monitoração individual, a dosimetria termoluminescente tem a vantagem do dosímetro TL ser reutilizável, mas tem a seguinte desvantagem:

- (A) a dosimetria TL é um método relativo.
- (B) o detector TL é muito pequeno.
- (C) a dosimetria TL é dificilmente automatizável.
- (D) na dosimetria TL, a informação é destruída no processo de leitura.
- (E) a resposta do detector TL é fortemente influenciada pelas condições climáticas.

45



(<https://mammographybreastscreening.files.wordpress.com/2015/08/962px-mammographyinprocessgraphic.jpg> )

Para a obtenção de mamografias de boa qualidade, é usualmente necessário que a mama feminina seja comprimida de modo a assumir espessura a mais uniforme possível. Além disso, são necessárias verificações periódicas da adequação de parâmetros do feixe de raios X.

Assinale a alternativa que indica, respectivamente, a melhor resposta para:

- I. a necessidade da compressão de mama em mamografia;
- II. fatores de risco de indução de câncer devido a exames de mamografia.

(A)	I – facilitar a transmissão dos raios X; II – não depende da idade, somente da dose.
(B)	I – reduzir a superposição de tecidos na imagem; II – depende da idade da paciente e da dose de radiação.
(C)	I – uniformizar a espessura de atenuação dos raios X; II – depende apenas da idade da paciente.
(D)	I – diminuir o espalhamento da radiação; II – não depende da idade, somente de fatores genéticos.
(E)	I – aumentar a nitidez da imagem; II – depende apenas da dose de radiação e de fatores genéticos.

46

A tabela 1 apresenta os limites primários anuais de *dose efetiva* e *dose equivalente* no cristalino, na pele, nas mãos e nos pés, estipulados pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) em sua norma CNEN-NN-3.01. Um IOE (indivíduo ocupacionalmente exposto) recebeu, em um ano, dose absorvida uniforme, no corpo todo, de 10 mGy de radiação gama e 1 mGy de nêutrons de 6 keV.

Tabela 1: Limites máximos de dose para trabalhadores e indivíduos do público.

Grandeza	Órgão	IOE	Público
Dose Efetiva	Corpo Inteiro	20 mSv *	1 mSv
Dose Equivalente	Cristalino	20 mSv **	15mSv
	Pele	500 mSv	50mSv
	Mãos e Pés	500 mSv	--

\* Limite de Dose Efetiva de 100 mSv em 5 anos consecutivos e 50 mSv em único ano

\*\* Limite de Dose Equivalente de 100 mSv em 5 anos consecutivos e 50 mSv em único ano.

Tabela 2 - Fatores de Ponderação da Radiação,  $w_R$

TIPO DE RADIAÇÃO E ENERGIA	$w_R$
Fótons de todas as energias	1
Elétrons de todas as energias	1
Nêutrons de energia E:	
E < 10 keV	5
10 keV ≤ E ≤ 100 keV	10
100 keV < E ≤ 2 MeV	20
2 MeV < E ≤ 20 MeV	10
E > 20 MeV	5
Prótons (exceto os de retrocesso) E > 2MeV	5
Partículas Alfa, fragmentos de fissão, núcleos pesados	20

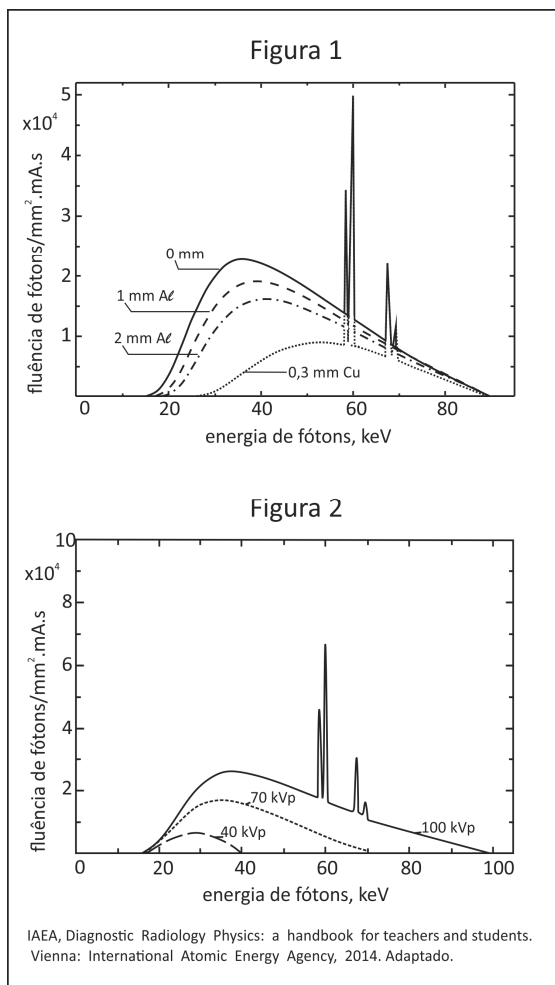
Considerando os dados fornecidos nas tabelas 1 e 2, indique a alternativa que mostra o valor mais próximo da dose efetiva anual nesse trabalhador e como esse valor pode ser comparado aos limites recomendados pela norma CNEN-NN-3.01.

- (A) 30 mSv; acima do limite máximo.
- (B) 11 mGy; abaixo do limite máximo.
- (C) 15 mSv; igual ao limite máximo.
- (D) 30 mSv; abaixo do limite máximo, considerando-se 5 anos consecutivos.
- (E) 15 mSv; abaixo do limite máximo.

Dados:

$$H_T = D_T \cdot w_R \quad E = \sum_T w_T \cdot H_T \quad \sum_T w_T \cong 1 \text{ (corpo inteiro)}$$

47



As figuras representam espectros de feixes de tubos de raios X (fluência de fótons/mm<sup>2</sup> (normalizada por mAs) vs. energia do fóton). A figura 1 apresenta espectros correspondentes à tensão de pico de 90 kVp, obtidos com diferentes filtrações adicionais (FA). A figura 2 apresenta espectros obtidos com a mesma filtração adicional, mas com diferentes tensões de pico (kVp).

O Princípio da Otimização, na Proteção Radiológica, indica a necessidade de se manter a exposição à radiação tão baixa quanto razoavelmente exequível, de modo a obter imagens com qualidade suficiente para o diagnóstico ou para o resultado terapêutico desejado (ALARA). Tendo como orientação o princípio ALARA, é correto afirmar que, numa radiografia de tórax de um adulto, uma boa combinação de FA e kVp seria:

- (A) FA = 0,1 mm Cu e kVp = 40 kV.
- (B) FA = 0,3 mm Cu e kVp = 100 kV.
- (C) FA = 0,3 mm Al e kVp = 40 kV.
- (D) FA = 0 mm Al e kVp = 40 kV.
- (E) FA = 0 mm Al e kVp = 100 kV.

48

Indique a alternativa que apresenta somente grandezas cujos valores podem ser obtidos a partir dos espectros de raios X.

Adote as seguintes siglas:

CSR: Camada semirredutora  
kVp: Tensão de pico  
E<sub>ef</sub>: Energia efetiva do feixe de radiação  
E<sub>m</sub>: Energia média  
FA: Filtração adicional  
mA: Corrente no tubo  
mAs: Produto corrente-tempo

- (A) CSR, kVp e E<sub>ef</sub>.
- (B) CSR, kVp e FA.
- (C) kVp, mA e E<sub>m</sub>.
- (D) kVp, FA e mAs.
- (E) CSR, E<sub>ef</sub> e mAs.

49

A cardiologia intervencionista está entre as modalidades radiológicas de mais altas doses de radiação nos profissionais que utilizam esta técnica.

Assinale a alternativa que contém providências de proteção radiológica cabíveis e eficazes para a proteção de profissionais ocupacionalmente expostos nesse tipo de procedimento.

- (A) Utilização de luvas de borracha pelos médicos.
- (B) Manter os auxiliares (enfermeiros) mais próximos do médico, dentro da sala de cirurgia.
- (C) Aproximar mais o tubo de raios X do paciente e abrir o campo de radiação.
- (D) Utilização de visores plumbíferos entre o médico cirurgião e o paciente.
- (E) Uso mais frequente do pedal de acionamento do tubo de raios X do equipamento de fluoroscopia.

50

O Plano de Proteção Radiológica é um dos documentos exigidos pela CNEN para a solicitação de licença de operação de qualquer instalação que utilize fontes de radiação ionizante.

Esse documento obrigatório só **NÃO** precisa conter

- (A) a descrição das fontes de radiação, dos sistemas de controle e de segurança e de sua aplicação.
- (B) a descrição dos programas e procedimentos de monitoração individual, das áreas e do meio ambiente.
- (C) o programa de garantia de livre acesso à instalação.
- (D) o programa de treinamento dos IOE e demais trabalhadores da instalação.
- (E) as instruções de proteção radiológica e segurança fornecidas, por escrito, aos trabalhadores.



