



CONCURSO PÚBLICO PARA A AMAZÔNIA AZUL
TECNOLOGIAS DE DEFESA S.A. – AMAZUL
EDITAL Nº 01/2025

(MANHÃ)

METEOROLOGISTA

NÍVEL SUPERIOR TIPO 1 – BRANCA



SUA PROVA

- Além deste caderno, contendo **60 (sessenta)** questões objetivas e **1 (uma)** redação, você receberá do fiscal de sala:
 - o cartão de respostas das questões objetivas
 - a folha de textos definitivos para a redação



TEMPO

- Você dispõe de **4 (quatro) horas** para a realização da prova, já incluído o tempo para a marcação do cartão de respostas e o preenchimento da folha destinada aos textos definitivos da redação.
- 3 (três) horas** após o início da prova é possível retirar-se da sala, sem levar o caderno de prova.
- A partir dos **30 (sessenta) minutos** anteriores ao término da prova é possível retirar-se da sala **levando o caderno de provas**.



NÃO SERÁ PERMITIDO

- Qualquer tipo de comunicação entre os candidatos durante a aplicação da prova;
- Anotar informações relativas às respostas em qualquer outro meio que não seja o caderno de questões;
- Levantar da cadeira sem autorização do fiscal de sala;
- Usar o sanitário ao término da prova, após deixar a sala.



INFORMAÇÕES GERAIS

- Verifique se seu caderno de questões está completo, sem repetição de questões ou falhas. Caso contrário, **notifique imediatamente o fiscal da sala**, para que sejam tomadas as devidas providências;
- Confira seus dados pessoais, especialmente nome, número de inscrição e documento de identidade e leia atentamente as instruções para preencher a folha de texto definitivo e cartão de respostas;
- Para o preenchimento das folhas de textos definitivos e cartão de respostas, use somente caneta esferográfica, fabricada em material transparente, com tinta preta ou azul;
- Assine seu nome apenas nos espaços reservados nas folhas de textos definitivos e cartão de respostas;
- Confira seu cargo, cor e tipo do caderno de questões. Caso tenha recebido caderno de cargo ou cor ou tipo **diferente** do impresso em suas folhas de textos definitivos e cartão de respostas, o fiscal de sala deve ser **obrigatoriamente** informado para o devido registro na ata da sala;
- Reserve tempo suficiente para o preenchimento das suas folhas de textos definitivos e cartão de respostas. O preenchimento é de sua responsabilidade e **não será permitida a troca das folhas de textos definitivos em caso de erro cometido pelo candidato**;
- Para fins de avaliação, serão levadas em consideração apenas as marcações realizadas nas folhas de textos definitivos e cartão de respostas;
- A FGV coletará as impressões digitais dos candidatos na lista de presença;
- Os candidatos serão submetidos ao sistema de detecção de metais quando do ingresso e da saída de sanitários durante a realização das provas.
- Boa prova!**

Módulo I

Língua Portuguesa

As questões da prova de Língua Portuguesa referem-se ao texto a seguir:

Por não estarem distraídos

(Clarice Lispector)

Havia a levíssima embriaguez de andarem juntos, a alegria como quando se sente a garganta um pouco seca e se vê que por admiração se estava de boca entreaberta: eles respiravam de antemão o ar que estava à frente, e ter esta sede era a própria água deles. Andavam por ruas e ruas falando e rindo, falavam e riaram para dar matéria e peso à levíssima embriaguez que era a alegria da sede deles. Por causa de carros e pessoas, às vezes eles se tocavam, e ao toque – a sede é a graça, mas as águas são uma beleza de escuras – e ao toque brilhava o brilho da água deles, a boca ficando um pouco mais seca de admiração. Como eles admiravam estarem juntos! Até que tudo se transformou em não. Tudo se transformou em não quando eles quiseram essa mesma alegria deles. Então a grande dança dos erros. O ceremonial das palavras desacertadas. Ele procurava e não via, ela não via que ele não vira, ela que estava ali, no entanto. No entanto, ele que estava ali. Tudo errou, e havia a grande poeira das ruas, e quanto mais erravam, mais com aspereza queriam, sem um sorriso. Tudo só porque tinham prestado atenção, só porque não estavam bastante distraídos. Só porque, de súbitos, exigentes e duros, quiseram ter o que já tinham. Tudo porque quiseram dar um nome; porque quiseram ser, eles que eram. Foram então aprender que, não se estando distraído, o telefone não toca, e é preciso sair de casa para que a carta chegue, e quando o telefone finalmente toca, o deserto da espera já cortou os fios. Tudo, tudo por não estarem mais distraídos.

1

O texto apresenta uma perspectiva amorosa baseada

- (A) na vigilância ao outro, a partir do zelo e cuidado com a relação.
- (B) no comprometimento, fundamentado no acordo entre os amantes.
- (C) na leveza e no contentamento, amparados na fruição do relacionamento.
- (D) na firmeza e no engajamento, considerado o pacto amoroso.
- (E) na constância, contrastando com a efemeridade das relações modernas.

2

Assinale a opção que não apresenta uma causa para o distanciamento dos amantes.

- (A) A perda da admiração mútua.
- (B) O desejo de atribuir um rótulo à relação.
- (C) O fato de estarem atentos ao enlace amoroso.
- (D) Os erros de ambos os amantes.
- (E) A vontade de estabelecer uma relação diferente da que já possuíam.

3

Na frase “Ele procurava e não via”, o conectivo destacado tem o valor de

- (A) adição.
- (B) alternância.
- (C) oposição.
- (D) complementariedade.
- (E) concomitância.

4

Na frase “Até que tudo se transformou em não”, assinale a alternativa incorrecta sobre o elemento em destaque.

- (A) Trata-se de uma palavra substantivada, precedida de preposição.
- (B) Originalmente é um advérbio de negação.
- (C) Atua, no trecho, como identificador do estado do sujeito.
- (D) Mantém sua função original como modificador do verbo.
- (E) Sofreu um processo de derivação imprópria.

5

Sobre a linguagem utilizada no texto, pode-se afirmar que

- (A) apresenta tom formal, construindo uma distância do texto em relação ao leitor.
- (B) manifesta um caráter técnico ao recorrer a expressões do ambiente literário.
- (C) expõe teor poético, já que explora a plurissignificação de muitos vocábulos.
- (D) reitera a ironia, considerando o contraditório do relacionamento amoroso.
- (E) revela a informalidade para ressaltar o estilo reflexivo do narrador.

6

Observe a frase “Ela não via que ele não vira” e julgue as sentenças.

- I. O segundo verbo, no passado, marca uma anterioridade em relação ao primeiro, também no passado.
- II. Há uma concomitância temporal entre os dois verbos, já que ambos estão no passado.
- III. Trata-se do verbo *ver* conjugado no pretérito imperfeito e pretérito mais-que-perfeito, respectivamente.
- IV. O passado contínuo, inscrito pelo primeiro verbo, intensifica a oposição do trecho, em contraste ao segundo verbo, no futuro.

Está correto o que se afirma em

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

7

Assinale a opção que apresenta sujeito expresso na oração.

- (A) Havia a levíssima embriaguez de andarem juntos.
- (B) Andavam por ruas e ruas falando e rindo.
- (C) E se vê que por admiração se estava de boca entreaberta.
- (D) Só porque, de súbitos, exigentes e duros, quiseram ter o que já tinham.
- (E) E ao toque brilhava o brilho da água deles.

8

Em “a boca ficando um pouco mais seca de admiração”, a locução destacada tem valor de

- (A) origem.
- (B) modo.
- (C) meio.
- (D) assunto.
- (E) causa.

9

- A crase em “eles respiravam de antemão o ar que estava à frente” se justifica, pois
- trata-se de um complemento do verbo.
 - é um uso facultativo, já que desfaz uma ambiguidade no trecho.
 - acompanha uma locução conjuntiva.
 - representa um caso de uso com locução adverbial feminina.
 - observa-se uma atribuição espacial condicionada pelo verbo de estado.

10

Alguns elementos linguísticos funcionam como dêiticos, ou seja, sua referência não está necessariamente no texto. Assinale a opção em que se percebe o uso de elementos dêiticos.

- As águas são uma beleza de escuras.
- Então a grande dança dos erros.
- No entanto, ele que estava ali.
- E havia a grande poeira das ruas.
- O deserto da espera já cortou os fios.

Raciocínio Lógico

11

Na segunda-feira, João fez a seguinte afirmação:

“Se Maria viajou ontem, então estou de plantão depois de amanhã”.

Se reposicionada temporalmente para o dia seguinte, terça-feira, então uma afirmação logicamente equivalente à afirmação feita por João na segunda-feira seria

- Se eu não estou de plantão depois de amanhã, então Maria não viajou ontem.
- Se eu não estou de plantão amanhã, então Maria não viajou anteontem.
- Se eu estou de plantão amanhã, então Maria viajou anteontem.
- Se Maria não viajou anteontem, então não estou de plantão amanhã.
- Se eu estou de plantão depois de amanhã, então Maria viajou ontem.

12

Originalmente, o preço de um produto era igual a P. Deseja-se obter o novo preço do produto ao final da aplicação, em incidência composta, de dois descontos sucessivos, o primeiro de 15% e o segundo de 5%.

Para isso, basta multiplicar P por

- $\frac{1}{5}$.
- $\frac{4}{5}$.
- $\frac{19}{20}$.
- $\frac{3}{400}$.
- $\frac{323}{400}$.

13

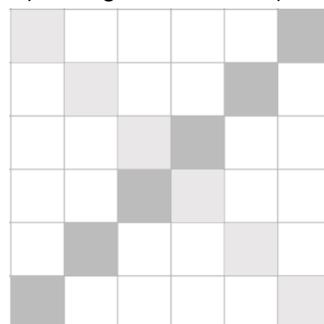
Duas urnas, A e B, estão dispostas lado a lado. No interior de cada uma das urnas há 6 bolas idênticas, exceto por suas cores. Na urna A, há 4 bolas azuis e 2 bolas verdes e, na urna B, há 2 bolas azuis e 4 bolas verdes. Uma bola será retirada ao acaso da urna A. Se a bola for verde, então ela será colocada sobre uma mesa, uma bola será retirada ao acaso da urna B e também será colocada sobre a mesa. Se a bola retirada da urna A for azul, então ela será inserida na urna B, a urna será sacudida e duas bolas serão retiradas ao acaso da urna B. As duas bolas retiradas da urna B serão colocadas sobre a mesa.

Qual é a probabilidade de que, ao final, duas bolas azuis estejam sobre a mesa?

- $\frac{2}{21}$
- $\frac{1}{7}$
- $\frac{2}{3}$
- $\frac{1}{3}$
- $\frac{1}{2}$

14

Os compartimentos de um armário se dispõem como uma matriz $n \times n$, $n > 2$. Em cada um dos n^2 compartimentos do armário será colocada uma única bola que é, necessariamente, toda branca ou toda preta. As bolas colocadas em compartimentos adjacentes de uma mesma linha ou de uma mesma coluna deverão ter cores diferentes. A figura a seguir mostra o exemplo da disposição matricial do armário quando $n = 6$, e destaca a diagonal principal (na cor cinza claro) e a diagonal secundária (na cor cinza escuro).



Todas as bolas que ocuparão essas duas diagonais terão a mesma cor quando, e apenas quando, n for

- par.
- ímpar.
- primo.
- maior que 2.
- quadrado perfeito.

15

O tempo médio de trâmite processual no setor previdenciário de uma empresa era de 2 anos e 5 meses. Todos os funcionários do setor trabalham em um mesmo ritmo, mas, recentemente, o número de funcionários foi reduzido em 25%.

Diante da manutenção do ritmo individual de trabalho e da redução do número de funcionários, espera-se que o tempo médio de trâmite processual no setor passe a ser mais próximo de

- 3 anos, 2 meses e 20 dias.
- 1 ano, 9 meses e 22 dias.
- 4 anos e 6 meses.
- 3 anos e 7 dias.
- 3 anos e 8 dias.

16

Maria fez uma afirmação sobre o carro de João e sobre o número de pessoas que estariam em seu interior. Ela disse: "O carro de João é azul ou verde e há, no máximo, 3 pessoas no carro".

Verificou-se, no entanto, que tal afirmação é falsa.

Portanto, o carro de João

- (A) não é azul, nem verde, e há, pelo menos, 3 pessoas no carro.
- (B) é azul e verde, ou há, no máximo, 3 pessoas no carro.
- (C) não é azul, nem verde, ou há, pelo menos, 4 pessoas no carro.
- (D) é azul ou verde, mas há mais do que 4 pessoas no carro.
- (E) não é azul ou não é verde, ou há, no mínimo, 3 pessoas no carro.

17

Uma distribuição é formada por seis dados distintos, já dispostos em ordem crescente:

$$6 ; 11 ; x ; 14 ; 15 ; y$$

Sabe-se que a mediana da distribuição é um número natural e que a média aritmética da distribuição é igual a 15.

O valor de $x + y$ é

- (A) 32.
- (B) 34.
- (C) 37.
- (D) 44.
- (E) 45.

18

A seguir são apresentados dois números racionais, cujas representações no sistema decimal são dízimas periódicas:

$$X = 0,\overline{84} = 0,8484\dots$$

$$Y = 0,\overline{48} = 0,4848\dots$$

A soma $X + Y$ é igual a

- (A) 1,1321...
- (B) 1,2222...
- (C) 1,3232...
- (D) 1,3233...
- (E) 1,3333...

19

Um mapa foi disposto sobre o plano cartesiano xy e representou a localização de dois pontos turísticos pelos pontos A(1, -2) e B(3,4).

As coordenadas do ponto do segmento que liga os pontos A e B, e que é equidistante desses dois pontos, é

- (A) (3,3)
- (B) (3,2)
- (C) (2,3)
- (D) (2,1)
- (E) (1,2)

20

Considere os seguintes dois subconjuntos do plano cartesiano xy :

$$A = \{(x, y) / x \in [-3, 1] \text{ e } y \in [3, 5]\}$$

$$B = \{(x, y) / x \in [-2, 2] \text{ e } y \in [1, 4]\}$$

O conjunto $A \cap B$ é definido por:

- (A) $A \cap B = \{(x, y) / x \in [-3, 1] \text{ e } y \in [2, 5]\}$
- (B) $A \cap B = \{(x, y) / x \in [-3, 2] \text{ e } y \in [2, 5]\}$
- (C) $A \cap B = \{(x, y) / x \in [-2, 1] \text{ e } y \in [3, 4]\}$
- (D) $A \cap B = \{(x, y) / x \in [-2, 1] \text{ e } y \in [3, 5]\}$
- (E) $A \cap B = \{(x, y) / x \in [-3, 1] \text{ e } y \in [3, 4]\}$

Noções de Informática

21

O Microsoft Excel 365 BR oferece como recurso fórmulas que automatizam tarefas. Cada função possui finalidade específica e comportamento próprio, não devendo ser confundidas entre si.

No âmbito do software Microsoft Excel 365 BR, a função

- (A) **DIA.DA.SEMANA()** extrai o valor dia da semana de uma data, retornando o nome completo do dia da semana como texto formatado a partir de uma data informada, variando entre 1 e 31.
- (B) **PROCX()** busca o valor informado na matriz de pesquisa e retorna o resultado correspondente em uma linha ou coluna, permitindo buscas em qualquer direção.
- (C) **REPT()** retorna os caracteres mais à direita de um valor de texto, tabulados à esquerda, direita, centralizado ou justificado. A informação sobre o idioma do texto é opcional.
- (D) **SOMASE()** conta os valores de um intervalo segundo condição fornecida, somando ao final o número de ocorrências válidas.
- (E) **SUBTOTAL()** aplica sempre soma ao intervalo e ignora linhas ocultas manualmente, sendo projetada para funcionar em linhas de dados, flexibilizando o seu uso.

22

Considerando a família de protocolos da arquitetura TCP/IP, assinale a opção que corretamente apresenta o protocolo que implementa a técnica de "lease" ou "leasing", na qual a concessão de um endereço IP pelo servidor a um cliente deve ser renovada antes de expirada.

- (A) DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol.
- (B) HTTP – Hypertext Transfer Protocol.
- (C) FTP – File Transfer Protocol.
- (D) NAT – Network Address Translation.
- (E) SSH – Secure Shell.

23

O Registro do Windows organiza informações do sistema e dos usuários em uma estrutura hierárquica.

Considerando a forma como o registro é estruturado, assinale a opção correta.

- (A) As entradas de registro subordinadas à chave HKEY_PERFORMANCE_NLSTEXT permitem acessar dados de desempenho. Os dados não são armazenados no registro em si; as funções de registro fazem com que o sistema colete os dados de sua fonte.
- (B) Cada chave possui um nome composto por um ou mais caracteres alfanuméricos, diferenciando maiúsculas de minúsculas, à exceção do caractere de barra invertida (\), que pode integrar as chaves.
- (C) Novos usuários que logam no sistema compartilham *hives* padrão das configurações básicas do sistema, em um arquivo separado por perfil do usuário (*user profile*).
- (D) O registro é um banco de dados com elementos essenciais ao funcionamento do Windows e dos aplicativos de serviço nele executados, sendo estruturados em forma colunar.
- (E) Uma *hive* de perfil de usuário (*user profile*) é um grupo de chaves, subchaves e valores no registro, subordinadas à chave HKEY_USERS, carregadas em memória quando o usuário loga ou o sistema operacional inicia.

24

No que concerne aos conceitos relacionados a redes de computadores, assinale a alternativa que apresenta uma associação incorrecta.

- (A) **Computação em nuvem**: utiliza o modelo de computação distribuída, em que não existe a demanda de conhecimento do local físico de armazenamento de recursos e/ou dados.
- (B) **Extranet**: uma rede privada estendida baseada na internet que permite acesso remoto via autenticação, permitindo, assim, o acesso externo aos serviços de uma intranet a entes credenciados.
- (C) **Internet**: rede mundial de computadores, em que a troca de informações armazenadas remotamente é realizada prescindindo, na maioria das vezes, do local onde os dados estão fisicamente armazenados.
- (D) **Intranet**: rede privada que utiliza modelo baseado nos mesmos protocolos da internet para acesso aos dados, reduzindo os custos de implementação de aplicativos frente a soluções proprietárias.
- (E) **Web**: protocolo de transferência de hiperdocumentos realizada por um site hospedeiro, e respondida por requisições de clientes navegadores, tais como: Google Chrome, Microsoft Edge e Mozilla Firefox.

25

No contexto de segurança da informação, mais especificamente sobre *malwares*, associe corretamente o cada item numerado no primeiro bloco (variando de 1 a 4) às lacunas do segundo bloco.

1. Cavalo de troia (*trojan horse*)
 2. Verme (*worm*)
 3. Bomba lógica (*logic bomb*)
 4. Zumbi (*zombie, bot*)
- () Execução autônoma com capacidade de replicação automática e propagação entre sistemas conectados.
 - () Malware ativado por condição predefinida após período hibernado.
 - () Ataque a outras máquinas executado por software malicioso instalado em host comprometido.
 - () Software aparentemente útil que possui desvio oculto e malicioso de finalidade.

Assinale a opção que corretamente associa o nome do *malware* no primeiro bloco e a característica apresentada no segundo bloco.

- (A) 1-2-4-3
- (B) 4-1-3-2
- (C) 2-3-4-1
- (D) 1-3-2-4
- (E) 3-4-2-1

Língua Inglesa

READ THE TEXT AND ANSWER THE FOLLOWING QUESTIONS

Social Dimensions of Climate Change

Extreme weather events are deeply intertwined with global patterns of inequality. The poorest and most vulnerable people bear the brunt of climate change impacts yet contribute the least to the crisis. As the impacts of climate change mount, millions of vulnerable people face disproportionate challenges in terms of loss of jobs; physical harm; disease; mental health effects; food insecurity; access to water; migration and forced displacement; loss of shelter, assets, and community ties, and other related risks. Some people are more vulnerable to climate change than others. For example, workers in sectors such as agriculture, fishing, and tourism rely on natural resources that are particularly sensitive to increasingly unpredictable weather and seasonal patterns. Female-headed households, children, persons with disabilities, Indigenous Peoples and ethnic minorities, landless tenants, migrant workers, displaced persons, older people, and other socially marginalized groups often have fewer financial and other resources to cope with and recover from shocks which might threaten their wellbeing and the wellbeing of their families. The root causes of their vulnerability lie in a combination of their geographical locations; their financial, socio-economic, cultural, and social status; and their access to resources, services, and decision-making power.

The poor are often not just among the most vulnerable to climate change, but also disproportionately impacted by measures to address it. These impacts can include increased costs of living, loss of livelihoods, and limited access to resources and support systems, which exacerbate existing inequalities and poverty trends. In the absence of well-designed and citizen-centered policies, efforts to tackle climate change can have unintended consequences for the livelihoods of certain groups, including placing a higher financial burden on poor households [...].

While much progress has been made on the science and the types of policies needed to support a transition to low carbon, climate-resilient development, a challenge facing many countries is engaging citizens who are concerned that they will be unfairly impacted by climate policies. Citizen-centered programs play a vital role in ensuring that resources are used efficiently. Engaging people in shaping climate action is equally critical for achieving lasting impact. This means ensuring transparency, access to information, and active citizen engagement on climate risks and green growth. Such involvement can help build public support to reduce climate impacts, overcome behavioral and political barriers to decarbonization, as well as foster both new ideas and a sense of ownership over solutions.

Moreover, communities bring unique perspectives, skills, and a wealth of knowledge to the challenge of strengthening resilience and addressing climate change. They should be engaged as partners in resilience-building rather than being regarded merely as beneficiaries. Research and experience show that community leaders can successfully set priorities, influence ownership, as well as design and implement investment programs that are responsive to their community's own needs. A 2022 report by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) recognizes the value of diverse forms of knowledge — such as scientific, Indigenous, and local knowledge — in building climate resilience. Innovations in the architecture of climate finance can connect communities and marginalized groups to the policy, technical, and financial assistance that they need for locally relevant and effective development outcomes.

From: <https://www.worldbank.org/en/topic/social-dimensions-of-climate-change>

26

Based on the text, mark the statements below as TRUE (T) or FALSE (F).

- () Harsh climate conditions exert a uniform impact across populations.
- () Supporting citizen involvement is key to building commitment.
- () At this stage, the challenges have been wholly addressed and handled.

The statements are, respectively:

- (A) T, F, T.
- (B) F, T, F.
- (C) T, T, F.
- (D) F, T, T.
- (E) F, F, T.

27

The idiom in “bear the brunt of climate change impacts” (1st paragraph) means to:

- (A) dodge.
- (B) bypass.
- (C) be spared.
- (D) put up with.
- (E) keep out of.

28

“Yet” in “yet contribute the least” (1st paragraph) introduces an idea of:

- (A) time.
- (B) contrast.
- (C) condition.
- (D) emphasis.
- (E) repetition.

29

The verb in “efforts to tackle climate change” (3rd paragraph) is semantically equivalent to:

- (A) turn away from.
- (B) battle against.
- (C) grapple with.
- (D) leave out.
- (E) brush off.

30

The modal verb in “They should be engaged as partners” (5th paragraph) indicates a(n):

- (A) obligation.
- (B) prediction.
- (C) suggestion.
- (D) permission.
- (E) willingness.

Módulo II

Meteorologia

31

Preocupado com a confiabilidade de um anemômetro digital que seria usado em uma torre micrometeorológica, um meteorologista recorreu ao Parque de Material de Eletrônica da Aeronáutica do Rio de Janeiro, laboratório acreditado pela ISO/IEC 17025, para realizar sua calibração. O instrumento foi calibrado em túnel de vento, com velocidade nominal de 10 m/s. Durante o procedimento, foram realizadas medições nos sentidos ascendente e descendente para avaliar o erro de histerese: leitura ascendente (subindo): 10,15 m/s; leitura descendente (descendo): 9,90 m/s; e valor de referência: 10,00 m/s.

Assinale a opção que apresenta o valor do erro de histerese no ponto de 10 m/s e a ação obrigatória que é exigida pela norma ISO 17025 em relação a esse valor.

- (A) A histerese é de 0,15 m/s e a ISO 17025 exige que o laboratório descarte o equipamento e não emita o certificado de calibração.
- (B) A histerese é de 0,25 m/s e a ISO 17025 exige que o laboratório use a média aritmética das duas leituras como resultado, ignorando a histerese no cálculo da incerteza.
- (C) A histerese é de 0,25 m/s e a ISO 17025 exige que o valor seja quantificado e incluído como um componente no orçamento de incerteza de medição total do certificado.
- (D) A histerese é de 0,10 m/s e a ISO 17025 considera que esse erro é desprezível e permite que o laboratório escolha o valor mais favorável.
- (E) A histerese é de 0,05 m/s e a ISO 17025 apenas exige que o laboratório registre o valor em um relatório interno, sem necessidade de informar no certificado.

32

Com o objetivo de aprimorar o desenvolvimento de modelos atmosféricos para a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), um meteorologista decidiu analisar o comportamento de modelos simplistas, especificamente o que assume uma atmosfera homogênea (densidade não varia com a altura). Ele determinou que a combinação da equação hidrostática e da equação de estado, comumente utilizada em Meteorologia, resulta em uma atmosfera de altura finita que é função apenas da temperatura da superfície. Para este modelo atmosférico, ele calculou a taxa de variação da temperatura com relação à altura (gradiente térmico vertical) usando constantes típicas, como a gravidade média global ($g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$) e a constante específica do ar seco ($R_d = 287 \text{ J K}^{-1} \text{ Kg}^{-1}$).

O valor obtido, expresso em $^{\circ}\text{C}/(100 \text{ m})$, permitiu classificar a estabilidade atmosférica de acordo com a classe de Pasquill contida na norma CNEN NN 1.22, que foi

- (A) Classe A – extremamente instável.
- (B) Classe C – ligeiramente instável.
- (C) Classe D – neutra.
- (D) Classe F – moderadamente estável.
- (E) Classe G – fortemente estável.

33

O XOOQDOQ é um modelo computacional clássico de dispersão atmosférica, desenvolvido para calcular rotineiramente a razão entre concentração média de efluentes radioativos e a taxa de liberação da fonte de emissão (χ/Q), bem como a razão entre deposição média para localizações específicas e para distâncias radiais padrões à fonte de emissão (D/Q). Ele foi escrito em uma linguagem científica bastante popular nas décadas de 1970 e 1980, conhecida por sua eficiência em cálculos numéricos e processamento de matrizes.

Observe o trecho a seguir, retirado de uma das rotinas do código-fonte do XOOQDOQ a seguir:

```

SUBROUTINE ANNUAL
C
C--- SUB ANNUAL -----
C
COMMON//COMM //DEPADJ(16,14,7,3)
COMMON//COMM0//DPLTAD(16,14,7,3)
COMMON//COMM1/ XQ(16,14,7), EFF(16,14,7)
COMMON//COMM2// FREQ(16,14,7), SAVEQS(5,30,5)
COMMON//COMM3//DIST(16,10), HT(16,10), KDIR(5,30), PTDIST(5,30)
1   ,TITLE(5,20), FQ(14,7), TITLPT(5,4), KOPT(80)
2   ,BDY(16), DMX(16), XM(16), COMP(16), FORD(14)
3   ,UAVE(14), IPURGE(5), RLSID(5), NPOINT(5), DECAYS(3)
4   ,W, DIA, HS, WINDHT, D, A, Q, PLEV, COR(7), XPO(1764)
5   ,UGU, UGS, UES, UEV, URE, C, NDIR, IEX, NPRTYPE
6   ,FQ15(100), NSTA, NUM, NDIS, UMAX(14), XQ15(100), NVEL,
7   TAF(16,22), PTAF(5,30)
DIMENSION XQS(16,11), FS(16), SAVE(10), WORD(2)
1   ,SSMO(16,10), XALL(16,22), XSMA(16,22), R(22), HA(16,10)
COMMON /DUMDUM/I8S(16,14,7), I6S(16,14,7), I3S(16,14,7)
DATA R/.25.,.5,.75.,1.,1.5,2.,2.5,3.,3.5,4.,4.5,5.,7.5,10.,15.,20.
X,25.,30.,35.,40.,45.,50./
CHARACTER WORD*4
DATA WORD/' ',' UN'/
Z0=0.0
IF(KOPT(75).EQ.1) WRITE(6,121)
FORMAT('ICHECK ANNUAL'/'0')
DO 3000 ITHRU=1,3
DECAY = DECAYS(ITHRU)
HFL=ABS(DEACY)
IF(HFL.LT.1.0E-10) GOTO 3000
121

```

Assinale a opção correta.

- (A) O trecho foi escrito em Assembly, devido ao uso de comandos curtos e numéricos.
- (B) Trata-se de um código em linguagem Fortran, típica de aplicações científicas e meteorológicas, mas que precisa ser atualizado para versão F90.
- (C) É um exemplo de código em C, o mesmo usado amplamente em placas microcontroladoras.
- (D) O código pertence ao GRADS, amplamente usado em modelagem meteorológica.
- (E) Trata-se de um *script* moderno em Python usado em simulações atmosféricas.

34

Um algoritmo foi desenvolvido para estimar a intensidade do vento (U) em diferentes alturas (z) dentro da Camada Limite Atmosférica (CLA), a partir de valores simulados por um modelo de mesoescala, cujo ponto de grade fornece dados de vento a 50 m acima do nível do solo na região de um complexo industrial. O cálculo utiliza o fluxo de momento turbulento para determinar a velocidade de fricção (u_*) e a escala de comprimento de rugosidade do terreno (z_0). A extrapolação da intensidade do vento é feita pela expressão: $U(z) = \frac{u_*}{k} \left[\ln \left(\frac{z}{z_0} \right) - \psi_m \left(\frac{z}{L} \right) \right]$, onde k é a constante de von Kármán, L é a escala de comprimento da teoria envolvida e ψ_m é a função de correção de estabilidade, que depende das condições térmicas da atmosfera (estável, neutra ou instável).

Assinale a opção que identifica corretamente a teoria utilizada no algoritmo.

- (A) Teoria do escoamento (laminar, transição e turbulento) do número de Reynolds.
- (B) Teoria da estabilidade/instabilidade da frequência de Brunt-Väisälä.
- (C) Teoria de Camada Limite de Prandtl.
- (D) Teoria da Similaridade de Monin-Obukhov.
- (E) Teoria da estabilidade/instabilidade do número de Richardson.

35

Um meteorologista experiente, sem o uso de instrumentos, observa a pluma de fumaça de uma chaminé industrial em um dia muito quente e ensolarado. Ele nota que a pluma apresenta um comportamento ondulado e errático, com grandes oscilações verticais, chegando ocasionalmente a atingir o nível do solo em curtas distâncias conforme a figura abaixo.



Com base nessa observação, assinale a opção que apresenta a conclusão mais provável do meteorologista sobre o tipo de pluma e a estabilidade atmosférica local.

- (A) É uma pluma do tipo fanning onde a atmosfera está extremamente estável, o que suprime a dispersão vertical dos poluentes.
- (B) Essa situação é de pluma coning, onde a atmosfera está neutra, resultando em uma dispersão controlada e simétrica e em formato de cone.
- (C) A pluma está em looping, logo a atmosfera está instável, com forte mistura vertical que provoca o comportamento ondulado da pluma.
- (D) É uma característica de trapping, uma camada de inversão está acima da chaminé e outra abaixo, impedindo a pluma de subir e descer completamente.
- (E) Ocorre um fenômeno de *fumigation*, onde uma inversão está se desfazendo e forçando a pluma para o solo.

36

Um meteorologista trabalha em uma usina nucleoelétrica que necessita monitorar a dispersão de poluentes radioativos. Ele precisa modelar a turbulência e a dispersão vertical na camada limite adequadamente, mas não sabe o valor da velocidade de fricção (u_*) sob condições de neutralidade atmosférica para o local de interesse. Na torre anemométrica principal da usina, os sensores foram instalados inicialmente nos dois níveis obrigatórios determinados na Norma CNEN NN 1.22. Em um dia com condições atmosféricas neutras, o meteorologista fez as seguintes medições: velocidade do vento no nível mais próximo da superfície (z_1): 6,2 m/s; e velocidade do vento no nível mais acima conforme Norma CNEN NN 1.22 (z_2): 9,8 m/s. O meteorologista, sem acesso a uma calculadora e precisando de uma estimativa, lembrou-se da lei do perfil logarítmico do vento para condições neutras: $U(z) = \frac{u_*}{k} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$. Ele assumiu que a constante de von Kármán (κ) é 0,4, mas não arriscou estimar o valor do comprimento de rugosidade (z_0) por tabelas.

Diante das considerações e assumindo que o logaritmo neperiano de 6 é aproximadamente 1,8, realize as operações algébricas necessárias e assinale a opção que mais se aproxima do cálculo da velocidade de fricção estimada pelo meteorologista.

- (A) 0,80 m/s
- (B) 1,38 m/s
- (C) 1,58 m/s
- (D) 2,18 m/s
- (E) 2,59 m/s

37

Em modelagem matemática, a resolução numérica das equações diferenciais parciais que descrevem o transporte e dispersão de poluentes na atmosfera – como o clássico modelo de pluma gaussiana - frequentemente utiliza o método de diferenças finitas que é facilmente programável nas mais diversas linguagens computacionais. Tal abordagem, embora prática, é um tanto contraditória, pois introduz uma representação de esquema discreto de um meio que originalmente é considerado contínuo no espaço e no tempo. O equacionamento dos esquemas desenvolvidos pelo método de diferenças finitas baseia-se na expansão em série de Taylor, conforme as expressões a seguir:

$$C(x_0 + \Delta x, y_0) = C(x_0, y_0) + \left. \frac{\partial C}{\partial x} \right|_0 \Delta x + \left. \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \right|_0 \frac{(\Delta x)^2}{2!} + \left. \frac{\partial^3 C}{\partial x^3} \right|_0 \frac{(\Delta x)^3}{3!} + \dots$$

$$C(x_0 - \Delta x, y_0) = C(x_0, y_0) - \left. \frac{\partial C}{\partial x} \right|_0 \Delta x + \left. \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \right|_0 \frac{(\Delta x)^2}{2!} - \left. \frac{\partial^3 C}{\partial x^3} \right|_0 \frac{(\Delta x)^3}{3!} + \dots$$

onde C é uma variável escalar, tal como a concentração de um poluente, x_0 e y_0 são os pontos centrais da grade e Δx é o espaçamento entre dois pontos adjacentes. Truncando as séries até os termos de terceira ordem e realizando as operações algébricas, obtém-se o esquema de diferenças centradas para derivada primeira.

Nesse caso, a equação diferencial parcial é aproximada pela equação em diferenças finitas somada a um erro de truncamento, cuja ordem de grandeza é

- (A) $\vartheta[(\Delta x)^{-1}]$
- (B) $\vartheta[(\Delta x)^{1/2}]$
- (C) $\vartheta[(\Delta x)]$
- (D) $\vartheta[(\Delta x)^2]$
- (E) $\vartheta[(\Delta x)^3]$

38

Um meteorologista de uma empresa foi solicitado a estimar a intensidade do vento no nível da chaminé de uma fábrica, pois uma operação de emissão de poluentes estava prestes a ocorrer. Ao consultar os dados da torre meteorológica próxima, percebeu que o sistema estava fora do ar. Sem alternativa, decidiu testar um protótipo em desenvolvimento: um anemômetro embarcado em um drone. O drone foi lançado e seguiu em direção ao norte com velocidade de 50 m/s. No nível de voo, a intensidade do vento aumenta em direção ao norte à razão de 0,03 m/s por quilômetro. A bordo do drone, a intensidade do vento cresce à taxa de 36 m/s por hora. Com base nesses dados, o meteorologista calculou a tendência local da intensidade do vento, ou seja, a variação temporal da intensidade medida por um observador quase-estacionário próximo ao drone, no instante em que ele se aproximava da saída da chaminé.

Sabendo que a condição inicial de vento era nula e considerando um intervalo de 10 min, a velocidade estimada pelo meteorologista foi de

- (A) 12,0 m/s
- (B) 8,0 m/s
- (C) 6,9 m/s
- (D) 6,0 m/s
- (E) 5,1 m/s

39

A Comissão Reguladora Nuclear dos EUA (NRC) estabelece metodologias distintas para a avaliação da dispersão atmosférica em usinas nucleares, formalizadas em guias (*Regulatory Guides* – RG - 1.111 e 1.145). Estes guias orientam o cálculo dos fatores de concentração relativa (χ/Q) essenciais para estimar doses radiológicas e convencionais em receptores sensíveis. Como exemplo de metodologias computacionais adotadas podemos citar o modelo AERMOD, utilizado para efluentes atmosféricos convencionais e que ajudou na tomada de decisões para construção da usina de Angra III.

Assinale a opção que descreve corretamente a principal distinção e aplicação dessas duas metodologias da NRC e como elas se relacionam com o cálculo do χ/Q .

- (A) O RG 1.111 utiliza o modelo AERMOD para calcular o χ/Q em cenários de acidentes, enquanto o RG 1.145 ignora o χ/Q e foca apenas nos efeitos da brisa marítima de Angra dos Reis.
- (B) O RG 1.145 foca em liberações rotineiras e utiliza dados meteorológicos médios anuais para calcular o χ/Q de longo prazo, enquanto o RG 1.111 é focado em acidentes e emprega parâmetros conservadores de curto prazo.
- (C) Ambas os guias calculam o χ/Q para fins idênticos; a única diferença é que o RG 1.145 permite o uso do modelo AERMOD, enquanto o RG 1.111 exige um modelo de pluma gaussiana simplificado.
- (D) O RG 1.111 aborda a avaliação de liberações rotineiras/normais (longo prazo) utilizando dados meteorológicos de longo termo para calcular o χ/Q médio, enquanto o RG 1.145 foca nas consequências de acidentes potenciais (curto prazo), utilizando condições meteorológicas extremamente conservadoras e desfavoráveis para maximizar o valor do χ/Q de pico.
- (E) O termo χ/Q refere-se exclusivamente ao cálculo da dose de radiação ionizante e não tem relação com o cálculo de concentrações de poluentes convencionais por modelos como o AERMOD.

40

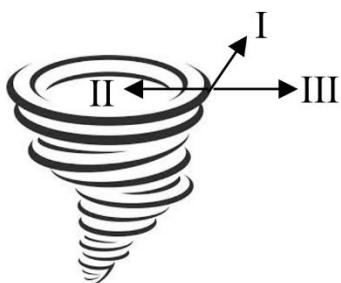
Ventos verticais subsidentes de 216 km/h (60 m/s) sopram com a força de um furacão em direção à entrada superior de um bunker vertical subterrâneo de um complexo industrial, onde funcionários se abrigam de desastres, inclusive os ambientais. O bunker possui 5 m de altura e o fundo é impermeável. A densidade inicial do ar no interior do bunker é 1 kg m^{-3} .

Considerando a equação de conservação de massa escrita em termos da divergência do campo de velocidade, sob as assunções do contínuo aplicadas a um domínio discretizado, fluxo predominantemente vertical, escoamento 1-D, e desprezando trocas laterais e compressibilidade, além da implicada pela continuidade, assinale a alternativa que representa a taxa local de aumento da densidade do ar no bunker calculada pelo meteorologista que atua no complexo industrial.

- (A) $-0,08 \text{ kg m}^{-3} \text{ s}^{-1}$
- (B) $+0,08 \text{ kg m}^{-3} \text{ s}^{-1}$
- (C) $+0,42 \text{ kg m}^{-3} \text{ s}^{-1}$
- (D) $-12 \text{ kg m}^{-3} \text{ s}^{-1}$
- (E) $+12 \text{ kg m}^{-3} \text{ s}^{-1}$

41

Durante as obras de terraplanagem para a instalação de uma nova unidade no Complexo Nuclear de Angra (Angra III), a equipe de segurança e Meteorologia monitorava as condições de tempo, conforme exigido para o licenciamento da obra. Sob condições sinóticas de céu claro e forte aquecimento diurno, um fenômeno meteorológico local conhecido como *Dust Devil* se formou, gerando uma grande nuvem de poeira que reduzia drasticamente a visibilidade e criava um risco operacional (risco não radiológico). O meteorologista de plantão, parte integrante do programa de apoio meteorológico da instalação, ilustrou o fenômeno no esquema a seguir para explicá-lo ao responsável técnico da obra e ao supervisor de radioproteção.



No diagrama, o item I representa o vento tangencial, resultante do equilíbrio entre os itens II e III, que correspondem às principais forças atuantes no fenômeno.

À luz da Norma CNEN NN 3.01 e das responsabilidades do titular/requerente, assinale a opção correta em relação aos itens I, II e III.

- (A) I: Vento ciclostrófico; II: Força do gradiente de pressão; III: Força de Coriolis.
- (B) I: Vento ciclostrófico; II: Força do gradiente de pressão; III: Força centrífuga.
- (C) I: Vento gradiente; II: Força do gradiente de pressão; III: Força de Coriolis.
- (D) I: Vento gradiente; II: Força do gradiente de pressão; III: Força centrífuga.
- (E) I: Vento gradiente; II: Força de Coriolis; III: Força centrífuga.

42

Em uma área relativamente plana ao nível médio do mar de um complexo nuclear em fase inicial de construção, reservada para experimentação meteorológica, centrado entre duas estações meteorológicas separadas por 200 km, demarcado pelo "x" na figura, observa-se a plotagem do vento sinótico em ambas as estações. Por conveniência pode-se considerar 1 nó igual a 0,5 m/s, que a atmosfera em questão é hipoteticamente incompressível e que derivadas locais podem ser aproximadas por diferenças finitas (valores discretos).



Assinale a opção correta a respeito da componente vertical da velocidade w no local indicado pelo "x".

- (A) Diminui com altitude e seu valor é igual a $-5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$.
- (B) O seu valor é exatamente igual a $+5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$.
- (C) Ela aumenta com a altitude.
- (D) A componente de velocidade vertical é nula.
- (E) Não é possível concluir absolutamente nada em relação a velocidade vertical.

43

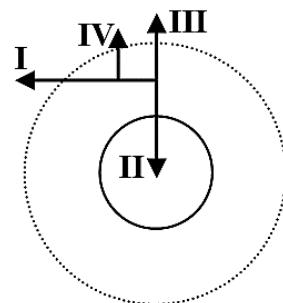
Uma brigada de incêndio florestal opera na região da Costa Verde, em Angra dos Reis, uma área de Mata Atlântica próxima às instalações nucleares que exigem monitoramento rigoroso. Para avaliar as condições meteorológicas locais e prever o comportamento do fogo, os brigadistas utilizam um psicrômetro ventilado portátil (psicrômetro de manivela), composto por dois termômetros (bulbo seco e bulbo molhado) montados lado a lado em uma base de metal que é girada manualmente.

Com base nesse cenário e em conhecimentos técnicos sobre Meteorologia, combate a incêndios e legislação nuclear, é incorreto afirmar que

- (A) a leitura do psicrômetro é fundamental, pois permite calcular a umidade relativa do ar. Em condições de baixa umidade relativa, a vegetação fica mais seca, aumentando a velocidade de propagação do fogo, um fator crítico na previsão do risco.
- (B) o princípio de funcionamento do termômetro de bulbo molhado baseia-se na evaporação da água do pavio que o envolve. Se houver poluição atmosférica intensa, como a fumaça do próprio incêndio, a taxa de evaporação pode ser ligeiramente alterada devido à presença de material particulado, mas essa alteração é geralmente insignificante para as decisões táticas imediatas dos brigadistas.
- (C) o comportamento do fogo é diretamente afetado pela Camada de Mistura. Durante o dia, o aquecimento do solo gera uma camada mais instável e profunda, favorecendo a convecção e a turbulência que podem intensificar o incêndio e gerar *pyrocumulus*, enquanto à noite, a camada tende a ser estável e intermitente, diminuindo a intensidade do fogo.
- (D) a utilização dos dados meteorológicos coletados pelos brigadistas, embora focada no combate ao incêndio, é um requisito indireto da Norma CNEN-NN-3.01, que exige a integração da segurança radiológica em um sistema de gestão, incluindo a capacidade de resposta a emergências externas que possam afetar a instalação nuclear, como a dispersão de material radioativo em caso de um acidente agravado pelo fogo.
- (E) a direção que o fogo tomará é influenciada primariamente pelo vento local e pela topografia. A medida do psicrômetro (especificamente a diferença entre os bulbos) apenas indica a umidade e não tem relação direta com a direção de propagação do fogo.

44

Para explicar ao engenheiro que mecanismos de transporte de poluentes em grande escala podem atuar independentemente da altura da chaminé, o meteorologista-chefe elaborou o esquema a seguir. Ele representa a circulação fechada anticiclônica do vento, que sopra paralelamente às isolinhas de pressão ou altura geopotencial, e se baseia no balanço de três forças.



Assinale a opção que indica o hemisfério em que o sistema atua, o tipo de vento indicado em I e as forças indicadas por II, III e IV, respectivamente.

- (A) Hemisfério Sul; I: Vento gradiente; II: Força de Coriolis; III: Força do gradiente de pressão; IV: Força centrífuga.
- (B) Hemisfério Norte; I: Vento gradiente; II: Força do gradiente de pressão; III: Força de Coriolis; IV: Força centrífuga.
- (C) Hemisfério Sul; I: Vento geostrófico; II: Força do gradiente de pressão; III: Força de Coriolis; IV: Força centrífuga.
- (D) Hemisfério Norte; I: Vento geostrófico; II: Força centrífuga; III: Força do gradiente de pressão; IV: Força de Coriolis.
- (E) Hemisfério Sul; I: Vento ciclostrófico; II: Força centrífuga; III: Força do gradiente de pressão; IV: Força de Coriolis.

45

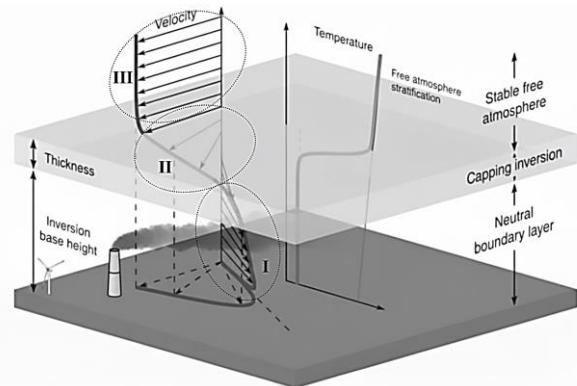
Uma indústria química na periferia de São Paulo - SP enfrenta um aumento inesperado na demanda por um produto, exigindo uma produção contínua de alta intensidade nas próximas 24 horas. Para atender à demanda e maximizar o lucro, a produção deve operar com a capacidade máxima, o que resultará em uma emissão significativa de poluentes pela chaminé. A diretoria da empresa, preocupada com a imagem e com possíveis multas ambientais, solicitou a um meteorologista que avalie se as condições atmosféricas serão favoráveis à dispersão desses poluentes. Para a análise e devido a um apagão de dados, o meteorologista utilizou apenas dados de vento real em dois níveis atmosféricos distintos, fora da Camada Limite Atmosférica, onde o vento geostrófico é uma boa aproximação. Em 850 mb o vento sopra de sudoeste (SW), com velocidade moderada e em 200 mb o vento sopra de oeste (W), com velocidade maior que a do nível inferior.

Assinale a opção que representa a conclusão mais precisa do meteorologista sobre as condições para a emissão de poluentes pela chaminé.

- (A) A rotação do vento no sentido horário com a altura (de SW para W) indica advecção quente, que, combinada com a velocidade moderada do vento, cria as condições ideais para a dispersão dos poluentes.
- (B) A mudança na direção do vento entre os dois níveis indica uma advecção fria. A atmosfera estará instável, promovendo a mistura vertical e, portanto, a dispersão dos poluentes, o que sugere que a produção pode operar com menor risco de acúmulo de poluição.
- (C) A mudança na direção do vento entre os dois níveis indica uma advecção quente. A atmosfera estará estável, favorecendo a formação de uma inversão térmica que impedirá a dispersão vertical dos poluentes. Portanto, a produção nas próximas 24 horas pode levar a uma concentração de poluição em níveis perigosos.
- (D) A velocidade do vento maior no nível de 200 mb do que no em 850 mb garante uma boa dispersão dos poluentes, independentemente do tipo de advecção. Portanto, a produção pode prosseguir sem preocupações.
- (E) A análise de apenas dois níveis de vento não é suficiente para determinar o tipo de advecção e, portanto, não permite uma conclusão sobre a dispersão dos poluentes.

46

Durante o treinamento de técnicos em Meteorologia, o sábio instrutor, atento à crescente preocupação com a qualidade do ar nas grandes metrópoles, abordou a estrutura vertical da atmosfera, destacando como ela influencia tanto a dispersão de poluentes quanto o aproveitamento do vento para a instalação de parques eólicos. Para ilustrar, apresentou um esquema da estrutura vertical da Camada Limite Atmosférica (CLA) em condição neutra, na qual podem ser observadas três regiões bem definidas de acordo com o comportamento do perfil de velocidade do vento. Em uma dessas regiões, o vento apresenta perfil potencial; em outra, perfil logarítmico; e em outra, o perfil em espiral, resultante da combinação entre funções trigonométricas e exponenciais.

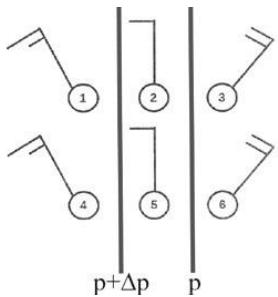


Com base nessas informações, assinale a opção que indica corretamente a nomenclatura das regiões I, II e III, respectivamente.

- (A) I: Camada Limite Superficial; II: Balanço geostrófico; III: Camada de Ekman.
- (B) I: Balanço subgeostrófico; II: Camada de Ekman; III: Balanço geostrófico.
- (C) I: Balanço ciclostrófico; II: Balanço subgeostrófico; III: Lei da parede.
- (D) I: Camada de Ekman; II: Lei da parede; III: Balanço geostrófico.
- (E) I: Lei da parede; II: Camada de Ekman; III: Balanço geostrófico.

47

O esquema abaixo representa ventos horizontalmente balanceados, ou seja, ventos que se aproximam do vento realmente observado, seja em níveis superiores da atmosfera ou em níveis da Camada Limite Atmosférica, no mesmo horário, em 6 pontos que simulam a localização de estações meteorológicas. Isso faz parte da tecnologia de monitoramento adotado para subsidiar a modelagem matemática da dispersão atmosférica de potenciais poluentes e efluentes, conforme exigido pelas normas ambientais e de segurança (incluindo diretrizes que se alinham à CNEN-NN-3.01 para instalações nucleares). Observa-se que os pontos 1 e 4 estão sobre uma mesma isotaca, assim como os pares de pontos 2-5 e 3-6. Além disso, notam-se isóbaras paralelas (linhas contínuas) na região.

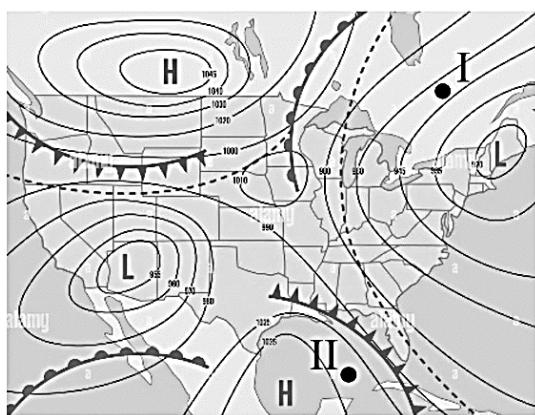


Com base nessas informações e nos princípios das escalas meteorológicas, assinale a opção correta.

- (A) O escoamento na região é predominantemente zonal.
- (B) A mesma isotaca pode ser traçada passando sobre as estações 5 e 6.
- (C) Os ventos nas estações 1 e 4 são subgeostróficos, presentes na Camada de Ekman.
- (D) Os ventos nas estações 3 e 6 são geostróficos, e sopram fora da Camada Limite.
- (E) Os ventos nas estações 2 e 3 são geostrófico e subgeostrófico, respectivamente.

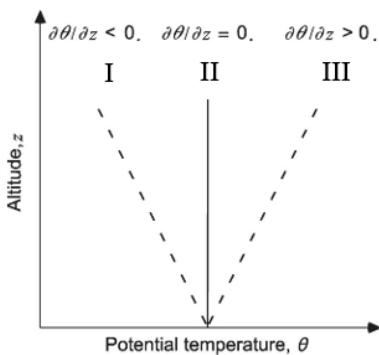
48

Uma empresa que apoia um complexo de usinas nucleoelétricas enviou um dos seus meteorologistas para um treinamento nos Estados Unidos, com o objetivo de capacitá-lo e ampliar sua experiência em diferentes regiões do planeta. Após algumas aulas de Meteorologia Sinótica, foi aplicado um teste prático que envolvia aspectos da circulação atmosférica. A figura a seguir representa o campo de pressão ao nível médio do mar sobre os Estados Unidos.



49

A temperatura potencial é a temperatura que uma parcela de ar teria se fosse expandida ou comprimida adiabaticamente de um nível de pressão qualquer até um nível de pressão de referência tomado como 1000 mb. Esse conceito é fundamental para determinar a estabilidade atmosférica, que rege a dispersão de poluentes. Nos gráficos abaixo é possível observar o comportamento da temperatura potencial e o valor dos respectivos gradientes.

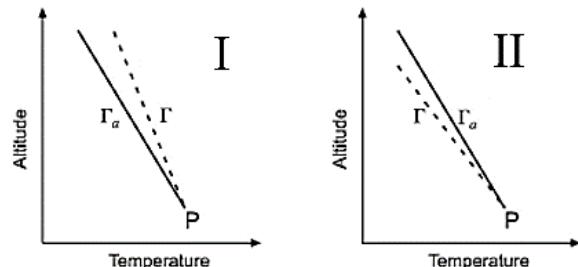


De acordo com essas informações, assinale a opção correta para os itens I, II e III, respectivamente, desde que a afirmação associada a essa classificação também seja verdadeira.

- (A) I: instável; II: estável; III: neutra. A modelagem matemática considera a condição I (instável) como a mais segura para a liberação de efluentes.
- (B) I: instável; II: neutra; III: estável. Condições de estabilidade como a III (estável) requerem atenção especial nos programas de Meteorologia da CNEN devido ao baixo potencial de dispersão atmosférica.
- (C) I: estável; II: neutra; III: instável. O gradiente de temperatura potencial positivo na condição I (estável) indica uma forte inversão térmica. Isso impede a ascensão da pluma de efluentes, podendo causar 'trapping'.
- (D) I: estável; II: instável; III: neutra. A condição III (neutra) é frequentemente usada como um cenário de referência simplificado em certas modelagens matemáticas, mas a realidade da CLA é dominada por condições I ou II, que requerem uma análise mais detalhada para a segurança e controle da poluição.
- (E) I: neutra; II: estável; III: instável. A condição II (estável) promove a convecção e uma mistura vertical robusta dentro da Camada Limite Atmosférica, o que a torna a condição menos preocupante em termos de segurança radiológica imediata.

50

A norma CNEN NN 1.22 adota a classificação de estabilidade atmosférica de Pasquill-Gifford, baseada nas condições de turbulência e na estrutura térmica da Camada Limite Atmosférica. A seguir, estão representadas as curvas de Taxa de Variação Vertical da Temperatura (TVVT), também conhecida como *lapse-rate*, tanto do ambiente (Γ) quanto da parcela de ar (Γ_a).



Considerando a hipótese de uma atmosfera estática e seca, é correto afirmar que

- (A) A temperatura aumenta com a altura já que se observa inversão térmica.
- (B) A parcela de ar não ascende, pois em ambos os casos o terreno é plano.
- (C) A diferença entre Γ e Γ_a não tem significância alguma.
- (D) A atmosfera em I é instável e em II está estável.
- (E) A atmosfera em I é estável e em II está instável.

51

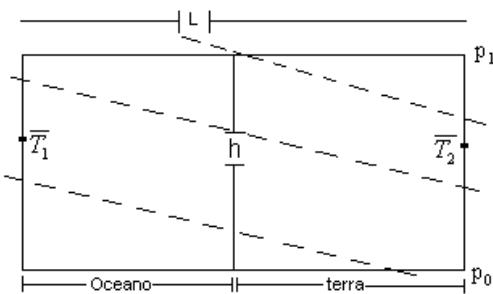
A instrutora de um curso de capacitação promovido por uma indústria foi questionada por um dos alunos, funcionário do setor ambiental, sobre o comportamento da pluma de um poluente emitido por uma chaminé. Considerando uma atmosfera neutra e seca, ela fez uma analogia comparando a pluma a um balão de ar quente mantido estacionário a certa altura na atmosfera. Solicitou, então, que os funcionários imaginassem duas colunas de ar: uma do lado de fora e outra dentro do balão, sendo a coluna interna ligeiramente mais alta a externa. A instrutora destacou que, apesar da diferença de altura, a pressão é a mesma no topo das duas colunas.

Assim, é correto afirmar que

- (A) a pressão atmosférica decresce com a altura mais rapidamente em uma camada de ar frio do que em uma camada quente.
- (B) a temperatura dentro e fora da pluma (ou do balão) são iguais no topo das duas colunas.
- (C) a espessura da camada atmosférica diminui se a temperatura média da camada aumenta.
- (D) a altura geopotencial aumenta lentamente com a altura se a temperatura média da camada de ar diminui.
- (E) a espessura da camada atmosférica aumenta apenas em função do aumento da variação de pressão.

52

Uma indústria em Salvador – BA, construída a mais de 50 anos e situada a cerca de 20 km da linha de costa, está passando por um processo de modernização para atender as novas exigências tecnológicas e legislações vigentes. Entre as medidas, busca-se avaliar a dispersão dos poluentes na região, de forma a evitar impactos à saúde de uma comunidade de pescadores localizada mais adentro do continente, a aproximadamente 40 km da costa. Para isso, um meteorologista contratado pela indústria foi solicitado a estimar a aceleração do vento associado à brisa marítima. Sem dispor de um histórico de dados *in situ*, ele adotou um modelo simplificado de circulação da brisa e utilizou dados de satélite para estimar a temperatura média da camada de ar sobre o mar (\bar{T}_1) e sobre a terra (\bar{T}_2). Além disso, ele determinou, por meio de GPS, a altura da célula de circulação da brisa (h) e a extensão horizontal da brisa (L).



Considerando o teorema da circulação de Kelvin aplicado a uma circulação absoluta no plano vertical da brisa, dado por $\frac{dc_a}{dt} = -\oint R_d \bar{T} d(\ln p)$, onde $R_d = 287 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ é a constante dos gases para o ar seco, \bar{T} é a temperatura média da camada de ar e $d(\ln p)$ representa o diferencial do logaritmo natural da pressão (de p_0 na superfície até p_1 no nível h), determine a expressão da aceleração do vento associada à brisa marítima, sabendo que $C_a := \oint \vec{U} \cdot d\vec{l} = \oint U \cos(\alpha) dl$, onde U é a velocidade do vento, dl é a variação infinitesimal ao longo do perímetro do circuito fechado, que representa a célula de circulação da brisa (vide figura) e α é o ângulo entre vetores U e dl .

- $$\frac{dU}{dt} = \frac{R_d \ln(\bar{T}_2 - \bar{T}_1)}{2L} (p_0 - p_1)$$
- $$\frac{dU}{dt} = \frac{R_d \ln(p_0/p_1)}{2(L+h)} (\bar{T}_1 - \bar{T}_2)$$
- $$\frac{dU}{dt} = \frac{R_d \ln(p_1/p_0)}{2(L+h)} (\bar{T}_2 - \bar{T}_1)$$
- $$\frac{dU}{dt} = \frac{R_d \ln(p_0/p_1)}{2(L+h)} (\bar{T}_2 - \bar{T}_1)$$
- $$\frac{dU}{dt} = \frac{R_d \ln(p_0/p_1)}{(\bar{T}_2 - \bar{T}_1)} (L + h)$$

53

Um meteorologista descobriu que se uma pluma circular, de um determinado poluente convencional, de raio 200 km, centrada na linha do polo sul (90°), inicialmente em repouso em relação à Terra, for levada para linha do equador (0°), ao longo de uma superfície isobárica (barotropia), conservando a sua área, a circulação relativa em torno da circunferência, na latitude do equador $C = C_f$, pode ser calculada pela expressão derivada do teorema de Bjerknes: $C = C_0 - 2\Omega A(\operatorname{sen}(\operatorname{latitude}_{final}) - \operatorname{sen}(\operatorname{latitude}_{inicial}))$, onde C_0 é a circulação inicial (no polo sul) e A é a área circular da pluma.

Sabendo que o valor da velocidade de rotação da Terra Ω é aproximadamente igual a $7,292 \times 10^{-5} \text{ rad s}^{-1}$, e que por definição $C := \oint \vec{U} \cdot d\vec{l}$, onde \vec{U} é o vetor velocidade do vento e $d\vec{l}$ é vetor variação infinitesimal ao longo da pluma circular, determine o valor aproximado da velocidade tangencial da pluma e o tipo de rotação que ela adquiriu.

- +14,6 m / s; anticiclônica.
- 14,6 m / s; ciclônica.
- +7,3 m / s; ciclônica.
- 7,3 m / s; anticiclônica.
- +1,0 m / s; ciclônica.

54

De acordo com a Norma CNEN-NN-3.01 – Requisitos Básicos de Radioproteção e Segurança Radiológica de Fontes de Radiação, incluindo situações em que condições meteorológicas podem influenciar na segurança radiológica, e considerando seus desdobramentos práticos em situações de exposição de emergência, é incorrecto afirmar que

- A Norma estabelece limites de dose específicos que não se aplicam a doses resultantes de exposições de emergência, sendo que, nestas situações, a eficácia de ações protetoras, como a abrigagem, pode ser influenciada por variáveis ambientais, como a velocidade e direção do vento.
- As fontes seladas devem ser inspecionadas quanto à integridade e possíveis vazamentos sempre que houver suspeita de dano, conforme item 5.4.3 da CNEN-NN-3.01, o que inclui situações decorrentes de eventos ambientais severos, como ventos fortes ou chuvas intensas.
- A dispersão atmosférica de radionuclídeos em acidentes deve ser calculada usando apenas modelos estatísticos, sem necessidade de dados meteorológicos em tempo real (Anexo H).
- Medidas meteorológicas, como direção do vento e precipitação, devem ser consideradas no planejamento de emergências envolvendo liberação de material radioativo, de acordo com o Anexo B da norma.
- Entre as obrigações do titular da instalação, no que tange ao plano de proteção radiológica, está a inclusão da "descrição dos tipos de acidentes previsíveis", a qual, em cenários de liberação atmosférica, pressupõe a avaliação de condições atmosféricas para o cálculo de dispersão.

55

Uma pluma de poluentes, misturada ao ar úmido, é forçada a subir por uma encosta montanhosa devido à direção do escoamento, à geometria da topografia e à conservação de massa. Ao atingir o topo, a 3000 m de altitude, a temperatura local é de 0 °C. Em seguida, a pluma desce a sotavento, onde o ar se aquece e se torna seco em razão do efeito *föhn*.

Assinale a opção que apresenta o valor aproximado da temperatura da pluma quando ela atinge a superfície, ao nível médio do mar.

- (A) 0 °C
- (B) 6,5 °C
- (C) 10 °C
- (D) 19,5 °C
- (E) 30 °C

56

Nos estudos de poluição atmosférica, energia eólica e aplicações de engenharia, modelos de mesoescala baseados na física do escoamento newtoniano, tais como: ARPS, RAMS, MM5 e WRF vêm sendo adaptados para escalas mais resolutas, incorporando o tensor de difusividade turbulenta adequado e abordagens híbridas RANS–LES, em função da chamada “Terra Incógnita”. Esse termo descreve o intervalo de transição em que a escala de comprimento característico de energia e fluxo turbulento (l), contido nas parametrizações da turbulência incorporados aos modelos, torna-se da mesma ordem de grandeza da escala espacial vertical do modelo (Δz). Enquanto na modelagem RANS tem-se tipicamente $l \ll \Delta z$ e em LES $l \gg \Delta z$, na zona intermediária ($l \approx \Delta z$), ou seja, na “Terra Incognita”, os modelos de subescala (SFS – *subfilter-scale*), concebidos para regimes bem separados, perdem validade. Com base nesse contexto, analise os itens a seguir:

- I. O método DNS (Direct Numerical Simulation) resolve todas as escalas de movimento descritas pelas equações de Navier–Stokes, sem necessidade de modelos de fechamento. Seu custo computacional é extremamente elevado, tornando-o impraticável para escoamentos geofísicos em domínios numéricos globais.
- II. No método RANS (Reynolds Averaged Navier–Stokes equations), a modelagem enfrenta o problema de fechamento dos fluxos turbulentos, exigindo o uso de esquemas semiempíricos, como os modelos de viscosidade turbulenta e de camada de mistura, além do modelo de ordem 1,5-TKE.
- III. Em LES (Large-Eddy Simulation), as equações de Navier–Stokes são filtradas para descrever apenas as grandes estruturas turbulentas, através do tensor de *Leonard*, enquanto as escalas subgrade são modeladas. Essa técnica baseia-se na teoria de similaridade de Kolmogorov.

Está correto o que se afirma em

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

57

Uma indústria está preocupada em quantificar o fluxo de CO₂ proveniente de uma área adjacente de restinga, que apresenta vegetação arbustiva e acúmulo de serapilheira, para garantir que as licenças ambientais estejam em conformidade. Para isso, foi solicitado um estudo que permite distinguir a contribuição das emissões biogênicas da restinga daquelas originadas pela própria indústria. No entanto, uma fase pré-analítica foi conduzida por um meteorologista júnior, considerando amostras (ver tabela) de três pares de dados instantâneos da componente vertical de velocidade do vento (w) e da concentração de CO₂ (C_{CO_2} em ppm), coletados em escala de segundos, para o cálculo do fluxo de CO₂, isto é, $F_c = \bar{\rho}_a \cdot K \cdot \overline{w' C_{CO_2}}$, onde $\bar{\rho}_a$ (= 1,2 kg · m⁻³) é a densidade média do ar úmido para o período de medição; K (= 1,5 × 10⁻⁶ kg · kg⁻¹ · ppm⁻¹) é o fator de conversão molar de unidades (ppm para kg/kg) para o CO₂; $\overline{w' C_{CO_2}}$ é a covariância, média do produto entre a flutuação da componente vertical de velocidade do vento (w') e a flutuação da concentração de CO₂ (C'_{CO_2}).

Instante de Medição	w (m · s ⁻¹)	C_{CO_2} (ppm)
1	+ 0,2	440
2	- 0,1	410
3	+ 0,2	440

Reproduza o cálculo do fluxo de CO₂ (F_c) em kg/m²s realizado pelo meteorologista júnior, e assinale a opção que contenha o valor do fluxo e a justificativa mais adequada para o cenário.

- (A) $F_c = 0$ kg · m⁻² · s⁻¹. A ausência de fluxo indica equilíbrio entre absorção e emissão de CO₂, o que seria esperado em uma área natural estável e mínima influência antrópica.
- (B) $F_c = +3,6 \times 10^{-6}$ kg · m⁻² · s⁻¹. O fluxo positivo sugere que a área está absorvendo CO₂ (sumidouro de carbono), o que contradiz a presença da indústria e da serapilheira.
- (C) $F_c = -3,6 \times 10^{-6}$ kg · m⁻² · s⁻¹. O fluxo negativo indica que a área está absorvendo CO₂ da atmosfera (fotossíntese dominante), o que não faz sentido para o cenário descrito.
- (D) $F_c = +3,6 \times 10^{-6}$ kg · m⁻² · s⁻¹. O fluxo positivo indica que o ecossistema está emitindo CO₂ para a atmosfera (fonte), o que é consistente com a emissão da serapilheira e a influência industrial.
- (E) $F_c = +3,6 \times 10^{-3}$ kg · m⁻² · s⁻¹. O fluxo positivo está correto, mas o valor é muito alto para um ecossistema natural, indicando forte contaminação industrial.

58

Um meteorologista visionário, vinculado ao setor de pesquisa de um complexo industrial, reflete sobre um cenário climático crítico, no qual a temperatura média global ultrapassa permanentemente 2,0 °C acima dos níveis pré-industriais, limiar associado à transgressão de *tipping points*. Neste cenário projeta-se mudanças significativas nos padrões da Circulação Geral da Atmosfera (CGA), aumento na frequência e persistência de ondas de calor urbanas, intensificação de eventos atmosféricos extremos (ciclones, tempestades severas, tornados), dentre outros. A Camada Limite Urbana (CLU), especificamente, tornar-se-ia mais instável durante o dia (maior turbulência), e as inversões térmicas noturnas tornar-se-iam mais intensas e duradouras, agravando a retenção de poluentes. Paralelamente, discutem-se a substituição de termelétricas fósseis por matrizes nucleares, eólicas e solares para descarbonização.

Considerando as teleconexões entre os fenômenos de grandes escalas, a dinâmica da Camada Limite Atmosférica (CLA), o transporte de poluentes (convencionais e radiológicos) e a cascata de energia turbulenta de Kolmogorov, que rege a transferência da energia dos grandes aos pequenos turbilhões (eddies) e a consequente dispersão de substâncias na atmosfera, a avaliação mais adequada para o cenário de presságio do meteorologista é de que

- (A) o aumento da turbulência diurna na CLA é a consequência dominante e suficiente para garantir uma melhor dispersão de poluentes de usinas nucleares e convencionais, tornando a opção nuclear intrinsecamente mais segura sob qualquer condição climática futura.
- (B) a intensificação das inversões térmicas noturnas, um efeito das mudanças na dinâmica da Camada Limite Atmosférica influenciadas pela cascata de energia, potencializa o risco de acúmulo severo de poluentes convencionais e material radiológico no nível do solo durante acidentes, o que mitiga a vantagem da energia nuclear.
- (C) a mudança da fonte de energia para nuclear é irrelevante, pois a alteração na CLA e a nova cascata de energia anularão os efeitos da poluição local, garantindo que a pluma de contaminação seja sempre transportada para regiões remotas e oceânicas.
- (D) a maior instabilidade diurna da CLA causada pelo aquecimento facilita a ocorrência de "chuvas ácidas" radioativas, o que inviabiliza o uso da energia solar e eólica, que dependem de um clima estável para sua eficiência.
- (E) a ultrapassagem dos "pontos de inflexão" garante um clima global mais homogêneo e estável, o que melhora a previsibilidade do transporte de poluentes e favorece a construção de grandes centrais nucleares em regiões costeiras, onde a ventilação é constante.

59

A formação do ozônio troposférico (O_3), componente principal do smog fotoquímico, é um desafio complexo que envolve modelagem numérica, Climatologia, Meteorologia, qualidade do ar, saúde pública, dentre outros. Diferente dos efluentes de uma usina nuclear (regidos por normas como a CNEN NN 1.22), que envolveriam a difusão de radionucléos, o O_3 é um poluente secundário formado por reações fotoquímicas, envolvendo precursores como NO_x e compostos voláteis (COVs). De acordo com o contexto sobre fatores que afetam a concentração de ozônio na baixa atmosfera, e o papel da camada de mistura em relação a dispersão desses poluentes, analise os itens a seguir:

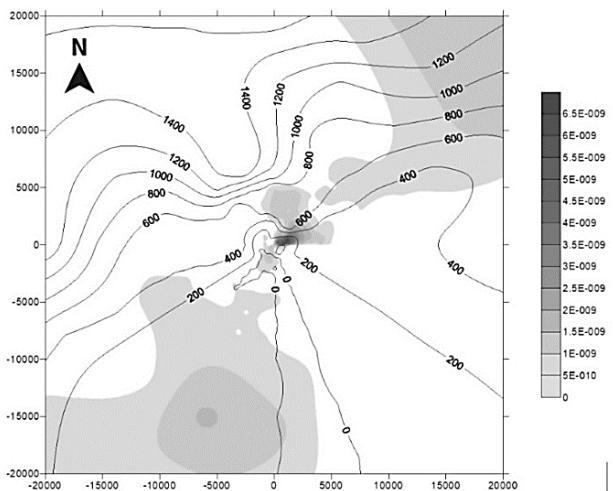
- I. A formação de O_3 troposférico é favorecida em dia de forte insolação e ventos calmos, pois a radiação solar fornece energia para as reações fotoquímicas e a ausência de ventos reduz a dispersão e difusão dos poluentes, permitindo seu acúmulo.
- II. À noite, a camada de mistura dá lugar a camada limite estável, onde apesar de ter uma altura mais baixa, apresenta escoamento intermitente, desafiador para os esquemas de parametrização da turbulência. Principalmente em condições de inversão térmica, o volume de ar disponível pode concentrar poluentes primários perto do solo, mesmo que haja formação de jato noturno de baixos níveis, mas inibe a formação de ozônio que requer luz solar.
- III. O ozônio na troposfera é benéfico, pois contribui para a proteção contra a radiação UV, e não interfere no efeito estufa, o que ajuda a mitigar o aquecimento global.
- IV. Existem resoluções que estabelecem padrões de qualidade do ar para o ozônio e que, quando ultrapassados, indicam a necessidade de ações de controle de emissões, mesmo em situações de forte mistura dentro da Camada Limite Urbana. Entre essas emissões destacam-se as provenientes de tráfego de veículos, importantes fontes móveis de COVs e NO_x que podem ser reduzidas por medidas com o rodízio de automóveis nas grandes cidades.

Está correto o que se afirma em

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

60

A figura a seguir apresenta o campo de concentração média (20 anos - mês de fevereiro) de radionuclídeos normalizados pela intensidade da fonte (χ/Q , em $s \cdot m^{-3}$), em torno (20 km x 20 km) de uma instalação nuclear hipotética, simulada segundo metodologia compatível com os Regulatory Guides 1.111 e 1.145 da U.S. NRC e com a norma CNEN NN 1.22 – Programas de Meteorologia de Apoio a Usinas Nucleares.



As áreas hachuradas representam a distribuição de χ/Q , enquanto as isolinhas contínuas em preto representam a topografia (altitude em metros).

Com base nas informações fornecidas e nos princípios de dispersão atmosférica, analise os itens a seguir:

- I. Os maiores valores de χ/Q ocorrem nas áreas próximas à fonte emissora e indicam maior potencial de dose para receptores localizados a jusante da direção do vento predominante.
- II. O formato alongado das regiões hachuradas sugere vento predominante de sudeste e noroeste durante o período simulado.
- III. A presença de relevo mais elevado, destacado pelo forte gradiente das isoíspas, pode influenciar a dispersão, canalizando ou bloqueando parcialmente a pluma de poluentes.
- IV. A norma CNEN NN 1.22 e o Regulatory Guide 1.145 recomendam o uso de dados meteorológicos locais e modelagem de dispersão em função da estabilidade atmosférica e da topografia local.

Está correto o que se afirma em

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

Redação

Texto I

Por que as pessoas têm medo da energia nuclear?

Estudos apontam que esta é a forma mais segura de eletricidade

É cada vez mais frequente a quantidade de estudos publicados nas principais revistas científicas do mundo que apontam que as usinas nucleares são, de longe, a maneira mais segura de produzir eletricidade. Durante as duas primeiras décadas de produção, as pessoas apresentaram certa euforia com a novidade. Porém, o que veio na sequência foi o receio generalizado – para muitos, o medo está relacionado à associação histórica das usinas nucleares com armas nucleares.

<https://forbes.com.br/colunas/2018/07/por-que-as-pessoas-tem-medo-da-energia-nuclear/>

Texto II



QUINO. 10 anos com Mafalda. Tradução de Monica Stahel. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2010. (Adaptada)

Com base na leitura dos Textos I e II e em seus próprios conhecimentos sobre a temática, redija um texto dissertativo-argumentativo de, no mínimo 15 (quinze) linhas e, no máximo, 30 (trinta) linhas, sobre o tema:

Como mudar a perspectiva negativa da população sobre o uso de energia nuclear?

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

Realização

