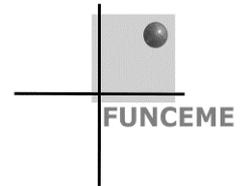




Governo do Estado do Ceará
Secretaria de Planejamento e Gestão – SEPLAG
Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME
Universidade Estadual do Ceará – UECE
Comissão Executiva do Vestibular – CEV



Concurso Público de Provas e Títulos e de Provas para Provimento de Cargos Efetivos, com Lotação na Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, e formação de Cadastro de Reserva
Edital Nº 01/2018 – FUNCEME/SEPLAG, 09 de abril de 2018

PROVA OBJETIVA PARA O CARGO DE PESQUISADOR Meteorologia – Modelagem Numérica

DATA DA APLICAÇÃO: 5 DE AGOSTO DE 2018

DURAÇÃO: 5 HORAS

INÍCIO: 9 horas TÉRMINO: 14 horas

Nome: _____ Data de Nascimento: _____

Nome de sua mãe: _____

Assinatura: _____

Após receber a sua **folha de respostas**, copie, nos locais apropriados, uma vez com **letra cursiva** e outra, com **letra de forma**, a seguinte frase:

O sábio esclarece fraternalmente.

ATENÇÃO!

- Este Caderno de Prova contém 40 questões de Conhecimentos Específicos.
- Ao sair definitivamente da sala, o candidato **deverá assinar a folha de presença e entregar ao fiscal de mesa: a FOLHA DE RESPOSTAS preenchida e assinada e o CADERNO DE PROVA.**

NÚMERO DO GABARITO

Marque, no local indicado na folha de respostas, o número 3, que é o número do gabarito deste caderno de prova. Essa informação também se encontra no rodapé de cada página.

IMPORTANTE!

- SERÁ ATRIBUÍDA NOTA ZERO, NESTA PROVA, AO CANDIDATO QUE NÃO ENTREGAR SUA FOLHA DE RESPOSTAS.
- OUTRAS INFORMAÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DESTA PROVA ENCONTRAM-SE NO VERSO DESTA PÁGINA.

LEIA COM ATENÇÃO!

INSTRUÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DA PROVA

1. O candidato deverá verificar se seu caderno de prova, com 40 questões, está completo ou se há falhas ou imperfeições gráficas que causem qualquer dúvida. A CEV poderá não aceitar reclamações após 30 minutos do início da prova.
2. O candidato deverá preencher os campos em branco da capa da prova, com as devidas informações.
3. A folha de respostas será o único documento válido para a correção da prova. Ao recebê-la, o candidato deverá verificar se seu nome e número de inscrição estão corretos. Se houver discrepância, deverá comunicar imediatamente ao fiscal de sala.
4. A folha de respostas não deverá ser amassada nem dobrada, para que não seja rejeitada pela leitora óptica.
5. Após receber a folha de respostas, o candidato deverá ler as instruções nela contidas e seguir as seguintes rotinas:
 - a. copiar, no local indicado, duas vezes, uma vez com **letra cursiva** e outra, com **letra de forma**, a frase que consta na capa do caderno de prova;
 - b. marcar, na folha de respostas, pintando completamente, com caneta transparente de tinta azul ou preta, o interior do círculo correspondente ao número do gabarito que consta no caderno de prova;
 - c. assinar a folha de respostas 2 (duas) vezes.
6. As respostas deverão ser marcadas, na folha de respostas, seguindo as mesmas instruções da marcação do número do gabarito (item **5 b**), indicando a letra da alternativa de sua opção. É vedado o uso de qualquer outro material para marcação das respostas. Será anulada a resposta que contiver emenda ou rasura, apresentar mais de uma alternativa assinalada por questão, ou, ainda, aquela que, devido à marcação, não for identificada pela leitura eletrônica, uma vez que a correção da prova se dá por meio eletrônico.
7. O preenchimento de todos os campos da folha de respostas da Prova Objetiva será da inteira responsabilidade do candidato. Não haverá substituição da folha de respostas por erro do candidato.
8. Será eliminado do Concurso Público de Provas e Títulos da FUNCEME o candidato que se enquadrar, dentre outras, em pelo menos uma das condições seguintes:
 - a. não marcar, na folha de respostas, o número do gabarito de seu caderno de prova, desde que não seja possível a identificação de tal número;
 - b. não assinar a folha de respostas;
 - c. marcar, na folha de respostas, mais de um número de gabarito, desde que não seja possível a identificação do número correto do gabarito do caderno de prova;
 - d. fizer, na folha de respostas, no espaço destinado à marcação do número do gabarito de seu caderno de prova, emendas, rasuras, marcação que impossibilite a leitura eletrônica, ou fizer sinais gráficos ou qualquer outra marcação que não seja a exclusiva indicação do número do gabarito de seu caderno de prova.
9. Para garantia da segurança, é proibido ao candidato copiar o gabarito em papel, na sua roupa ou em qualquer parte de seu corpo. No entanto, **o gabarito oficial preliminar e o enunciado das questões da prova** estarão disponíveis na página da CEV/UECE (www.uece.br), a partir das 14 horas do dia 06 de agosto de 2018 e a **imagem completa de sua folha de respostas** estará disponível a partir das 17 horas do dia 13 de agosto de 2018.
10. Qualquer forma de comunicação entre candidatos implicará a sua eliminação do Concurso Público de Provas e Títulos da FUNCEME.
11. Por medida de segurança, não será permitido ao candidato, durante a realização da prova, portar, dentro da sala de prova, nos corredores ou nos banheiros: armas, aparelhos eletrônicos, gravata, chaves, chaveiro, controle de alarme de veículos, óculos (excetuando-se os de grau), caneta (excetuando-se aquela fabricada em material transparente, de tinta de cor azul ou preta), lápis, lapiseira, borracha, corretivo e objetos de qualquer natureza (moedas, clips, grampos, cartões magnéticos, carteira de cédulas, lenços, papéis, anotações, panfletos, lanches, etc.) que estejam nos bolsos de suas vestimentas, pois estes deverão estar vazios durante a prova. Todos esses itens serão acomodados em embalagem porta-objetos, disponibilizada pelo fiscal de sala, e colocados debaixo da carteira do candidato, somente podendo ser de lá retirados após a devolução da prova ao fiscal, quando o candidato sair da sala em definitivo.
12. Bolsas, livros, jornais, impressos em geral ou qualquer outro tipo de publicação, bonés, chapéus, lenços de cabelo, bandanas ou outros objetos que não permitam a perfeita visualização da região auricular deverão ser apenas colocados debaixo da carteira do candidato.
13. Na parte superior da carteira ficará somente a caneta transparente, o documento de identidade, o caderno de prova e a folha de respostas.
14. Será permitido o uso de água para saciar a sede e de pequeno lanche, desde que acondicionados em vasilhame e embalagem transparentes, sem rótulo ou etiqueta, e fiquem acomodados debaixo da carteira do candidato, de onde somente poderão ser retirados com autorização do fiscal de sala. A inobservância de tais condições poderá acarretar a eliminação do candidato, de acordo com o inciso VII do subitem **7.18** do Edital que rege o Certame.
15. Os três últimos candidatos deverão permanecer na sala de prova e somente poderão sair do recinto juntos, após a aposição em ata de suas respectivas assinaturas; estando nessa condição, o candidato que se recusar a permanecer na sala de prova, no aguardo dos demais candidatos, será eliminado do Concurso Público de Provas e Títulos da FUNCEME, de acordo com o inciso IX do subitem **7.18** do Edital que rege o Certame.
16. O candidato, ao sair definitivamente da sala, deverá entregar a folha de respostas e o caderno de prova, assinar a lista de presença e receber seu documento de identidade, sendo sumariamente eliminado, caso não faça a entrega da folha de respostas.
17. Os recursos relativos à Prova Objetiva deverão ser interpostos de acordo com as instruções disponibilizadas no endereço eletrônico www.uece.br/cev.

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

01. Considerando a composição e a estrutura da atmosfera terrestre, assinale a afirmação verdadeira.

- A) Com exceção do vapor d'água e alguns componentes-traço, a atmosfera é "bem misturada", pelo menos em sua camada inferior, a troposfera.
- B) Devido às elevadas pressões especialmente junto à superfície, a aproximação da atmosfera como gás ideal é imprópria e, portanto, não é utilizada em modelos atmosféricos.
- C) A estratosfera é dominada por movimentos verticais significativos, associados ao aquecimento da camada pela absorção de radiação ultravioleta pelo ozônio.
- D) Em condições idênticas de temperatura e pressão, a densidade do ar úmido (que contém vapor d'água) é ligeiramente maior do que a do ar seco (que não contém vapor d'água).

02. Sobre o balanço de energia global médio terrestre, pode-se afirmar corretamente que

- A) uma parcela diminuta da radiação terrestre (infravermelho) emitida para cima interage com a atmosfera, de tal modo que a maior parte dela escapa diretamente para o espaço em toda a faixa de comprimentos de onda dessa radiação.
- B) a radiação de onda curta (solar) incidente no topo da atmosfera terrestre é menor do que a radiação de onda longa (infravermelho) emitida para cima a partir da superfície.
- C) mais da metade da radiação solar incidente no topo da atmosfera é refletida diretamente para o espaço por nuvens, aerossóis e pela superfície, resultando num elevado valor do albedo planetário para a Terra.
- D) os fluxos turbulentos de calor latente e, principalmente, sensível, são os termos dominantes do balanço energético planetário na superfície.

03. A chamada aproximação hidrostática implica as afirmações apresentadas abaixo **EXCETO** a seguinte:

- A) O gradiente vertical de pressão é igual, em módulo, ao produto da densidade do fluido pela aceleração da gravidade.
- B) As acelerações verticais são muito pequenas em comparação com os demais termos da equação completa do momentum na vertical.
- C) A escala de movimento horizontal é muito maior do que a escala do movimento na vertical.
- D) As variações verticais de densidade são desprezíveis.

04. No que diz respeito à chamada circulação de Hadley, um dos padrões latitudinais mais relevantes da circulação geral atmosférica, assinale a afirmação verdadeira.

- A) Não é praticamente afetada pela mudança de estação do ano, de tal forma que mantém uma estrutura essencialmente simétrica, com uma célula de Hadley em cada hemisfério em posições essencialmente fixas.
- B) Sofre pouca influência da rotação da Terra, com os ramos horizontais da célula mantendo a direção e sentido esperados para uma circulação térmica direta.
- C) Caracteriza-se por movimento descendente e alta pressão em baixos níveis nos subtropicais, o que faz com que essa região tenha, em geral, menor precipitação do que as latitudes mais baixas.
- D) Caracteriza-se por movimento ascendente e alta pressão em baixos níveis em torno da região equatorial, delimitando a chamada Zona de Convergência Equatorial.

05. Considerando diferentes aspectos da circulação atmosférica de grande escala, é correto afirmar que

- A) os chamados ventos de oeste, que predominam em latitudes médias, tipicamente se intensificam durante o verão de cada hemisfério.
- B) a fase quente do fenômeno El Niño-Oscilação Sul é caracterizada geralmente por uma redução do gradiente longitudinal de temperatura da superfície do mar ao longo do Oceano Pacífico equatorial.
- C) sistemas do tipo monção são exclusividade dos continentes asiático (o mais relevante) e africano.
- D) a circulação atmosférica em baixos níveis em torno do equador é dominada pela atuação dos chamados ventos alísios, que sopram de oeste para leste.

06. As equações básicas em modelos atmosféricos usados em aplicações de tempo e clima tipicamente envolvem princípios físicos de conservação. **NÃO** considerando processos úmidos ou a presença de aerossóis e compostos químicos, destacam-se:

- A) a conservação do momentum linear, do momentum angular e da energia.
- B) a conservação da massa, do momentum linear e do momentum angular.
- C) a conservação da massa, do momentum linear e da energia.
- D) a conservação da massa, da carga e da energia.

07. A chamada aproximação de Boussinesq consiste em desprezar

- A) as perturbações horizontais de densidade a não ser que estas apareçam multiplicadas pela gravidade.
- B) as perturbações de densidade em relação ao estado médio horizontal.
- C) as perturbações horizontais na temperatura potencial.
- D) o termo do gradiente de pressão.

08. O chamado método de von Neumann é um método

- A) de linearização das equações básicas dos modelos atmosféricos.
- B) em que uma solução ondulatória é substituída em um esquema numérico, a fim de verificar a evolução da sua amplitude e, portanto, a estabilidade numérica do esquema.
- C) de expansão em série para testar a consistência de esquemas numéricos.
- D) que permite a eliminação do modo computacional em esquemas numéricos de mais alta ordem temporal.

09. A chamada condição de Courant–Friedrichs–Lewy (CFL)

- A) está associada ao fato de que os erros nas condições iniciais em modelos atmosféricos tendem a se amplificar com o tempo.
- B) é geralmente mais restritiva nos chamados métodos implícitos do que nos chamados métodos explícitos.
- C) estabelece que qualquer processo físico que ocorra na chamada “escala da subgrade” precisa ser parametrizado em modelos atmosféricos.
- D) impõe limites ao uso de passos de tempo muito pequenos em modelos atmosféricos a fim de se evitar instabilidades numéricas na solução aproximada das equações diferenciais parciais.

10. Processos tipicamente parametrizados em modelos atmosféricos incluem

- A) convecção cumulus, turbulência, microfísica de nuvens e transferência radiativa.
- B) transferência radiativa, eletricidade atmosférica, turbulência e advecção.
- C) turbulência, eletricidade atmosférica e movimentos verticais de grande escala.
- D) ondas atmosféricas (Rossby etc.), convecção cumulus, advecção e turbulência.

11. Em modelos atmosféricos mais antigos, era bastante comum encontrarmos a chamada “aproximação anelástica” para a equação da continuidade. O objetivo principal dessa aproximação era

- A) eliminar a reflexão de ondas de gravidade no topo do modelo atmosférico.
- B) reduzir a velocidade das ondas de som no modelo atmosférico.
- C) reduzir a velocidade das ondas de gravidade no modelo atmosférico.
- D) eliminar as ondas de som como solução do sistema de equações diferenciais parciais.

12. Considerando a equação termodinâmica em modelos atmosféricos, assinale a afirmação verdadeira.

- A) Na maioria dos modelos atmosféricos, utiliza a temperatura absoluta, isto é, em Kelvin, como variável preditiva.
- B) Na maioria dos modelos atmosféricos utiliza a temperatura potencial (ou alguma de suas versões úmidas como temperatura potencial virtual, potencial equivalente etc.) como variável preditiva.
- C) Na maioria dos modelos atmosféricos, utiliza a temperatura virtual como variável preditiva.
- D) Ela é consequência direta da Segunda Lei da Termodinâmica.

13. Em modelos atmosféricos globais que utilizam métodos espectrais, a solução é sempre encontrada como uma expansão em funções dos ângulos polares conhecidas como harmônicos esféricos. Sobre esses métodos é correto afirmar que

- A) a limitação computacional impõe que essa expansão em série seja truncada em algum ponto, sendo o chamado truncamento triangular o mais comumente usado hoje em dia.
- B) o chamado truncamento romboidal é o que proporciona, em comparação com outros esquemas, maior resolução espacial nas regiões tropicais.
- C) um modelo global cuja resolução espectral é T106 usa truncamento triangular com 106 termos na expansão em harmônicos esféricos.
- D) quanto mais alta a resolução espacial, mais o custo computacional dos modelos espectrais se torna comparativamente menor do que o de modelos de grade com resolução semelhante.

14. No que concerne a modelos atmosféricos, assinale a afirmação **FALSA**.

- A) Em diversos casos os modelos utilizam grades em que as variáveis prognósticas não estão localizadas nos mesmos pontos.
- B) Chama-se “aninhamento de grade” o uso uni ou bidirecional de uma grade mais refinada no interior de uma grade de mais baixa resolução.
- C) A grade horizontal da maior parte dos modelos atmosféricos é simplesmente constituída de paralelos e meridianos.
- D) As grades verticais dos modelos atmosféricos tipicamente são mais refinadas junto à superfície com resolução menor acima.

15. No que diz respeito às coordenadas verticais em modelos atmosféricos, é **INCORRETO** afirmar que

- A) as chamadas coordenadas sigma contornam a topografia, podendo ser construída a partir de coordenadas de altitude (sigma-z) ou de pressão (sigma-p).
- B) uma vantagem das coordenadas sigma em relação às coordenadas eta, por exemplo, está na melhor representação do termo do gradiente de pressão.
- C) no sistema de coordenadas verticais eta original, a topografia é representada em forma de degraus.
- D) modelos mais recentes têm usado as chamadas “coordenadas híbridas”, por exemplo, utilizando coordenadas sigma em altitudes mais baixas e coordenadas isobáricas em altitudes maiores.

16. Sobre as parametrizações de convecção é correto afirmar que

- A) um conceito fundamental na maioria dos esquemas de convecção, desde Arakawa-Schubert, é o chamado fluxo de massa, grandeza dada em unidades de massa por volume por tempo.
- B) velhos esquemas tipo Kuo baseiam-se no ajuste da coluna atmosférica a um perfil vertical de maior estabilidade.
- C) esquemas de convecção existem apenas para representar nuvens convectivas profundas, precipitantes, mas não convecção rasa.
- D) modelos capazes de simular nuvens explicitamente podem ser utilizados para encontrar diversas estatísticas relevantes para a construção e calibração de esquemas de convecção a serem usados em modelos de mais baixa resolução.

17. Sobre parametrizações de microfísica de nuvens, assinale a proposição verdadeira.

- A) Graças ao aumento da capacidade computacional, esquemas de microfísica detalhada (bin-microphysics na literatura em inglês) são hoje o padrão em modelos regionais e globais de previsão de tempo.
- B) Em esquemas de microfísica totalizada (bulk-microphysics na literatura em inglês), assume-se que as partículas seguem uma função-distribuição, em geral simétrica em torno do diâmetro médio, como a distribuição normal.
- C) Esquemas tipo bulk são ditos de um momento quando apenas a razão de mistura (ou grandeza similar) é prevista para cada categoria microfísica e multimomento se outras variáveis (concentração, refletividade de radar etc) são também prognosticadas.
- D) Na fase sólida, em geral, não é possível distinguir diferentes tipos de partículas, o que limita a capacidade de representar adequadamente os processos físicos de interação entre elas e entre elas e as gotas e gotículas líquidas.

18. Sobre a conhecida “parametrização de Mellor-Yamada” para representação da turbulência atmosférica, é correto afirmar que

- A) a maior parte dos modelos utiliza o chamado “nível 3.5” de complexidade, intermediário entre os níveis 3 e 4 do estudo original.
- B) em níveis intermediários de complexidade envolve uma equação prognóstica para a chamada “energia cinética turbulenta”.
- C) tem a desvantagem, em relação a outros esquemas, de ignorar os termos de correlação entre as velocidades turbulentas e as perturbações nas variáveis termodinâmicas.
- D) é baseada em uma “hierarquia” de 5 níveis de complexidade, em que, no caso mais complexo, os termos de stress de Reynolds são todos calculados via equações prognósticas.

19. Assinale a opção que corresponde a dois métodos de assimilação de dados em modelos atmosféricos.

- A) Método Variacional Tridimensional (3DVAR) e Método Variacional Quadridimensional (4DVAR)
- B) Filtro de Kalman e Esquema de Smagorinsky
- C) Método de Runge-Kutta e Interpolação Ótima
- D) Esquema de Arakawa-Schubert e Filtro de Kalman

20. Sobre a interação entre vegetação e atmosfera e sua representação em modelos atmosféricos, é correto afirmar que

- A) modelos de vegetação dinâmica foram rapidamente desenvolvidos nas últimas décadas mas sua aplicação em geral é limitada às previsões climáticas sazonais.
- B) parâmetros como a resistência estomática e a profundidade do sistema radicular aparecem como relevantes para a determinação dos fluxos de umidade via evapotranspiração.
- C) a chamada razão de Bowen, ou seja, a razão entre os fluxos de calor sensível e latente, tende a aumentar quando se vai de áreas com vegetação de clima semiárido ou gramíneas para florestas, especialmente florestas tropicais.
- D) ao diminuir o albedo da superfície em comparação com o solo nu e promover sombreamento, a presença de vegetação de grande porte e compacta reduz drasticamente a temperatura sobre a copa, estabilizando a atmosfera e inibindo a convecção.

21. O chamado “relaxamento Newtoniano” ou “*nudging*” representa a introdução, nas equações básicas, de um termo

- A) que amplifica ou reduz artificialmente o efeito de difusão turbulenta para evitar instabilidades numéricas sem afetar substancialmente os padrões simulados pelo modelo.
- B) que periodicamente reduz a zero a diferença entre o campo modelado e observações disponíveis em certos pontos de grade a fim de manter a simulação dentro de condições realistas.
- C) que faz com que a solução tenda, gradualmente ao longo do tempo, ao valor esperado, seja este determinado a partir de observações ou de um modelo de escala maior.
- D) de suavização espacial dos campos das variáveis prognósticas, a fim de eliminar perturbações acentuadas de pequena escala capazes de produzir instabilidade numérica.

22. São considerados gases de efeito estufa de vida longa e produzidos como subproduto de atividades humanas:

- A) ozônio, dióxido de carbono e metano.
- B) dióxido de carbono, metano e óxido nitroso.
- C) dióxido de carbono, vapor d’água e metano.
- D) vapor d’água, monóxido de carbono e dióxido de carbono.

23. Modelos atmosféricos, em geral, utilizam, na representação da transferência radiativa, o chamado “método de dois fluxos” (*two-stream*). Essa terminologia se refere

- A) à complementação do balanço de radiação pela introdução dos dois fluxos turbulentos de calor: sensível e latente.
- B) à consideração de que há dois fluxos de espalhamento horizontal de radiação de onda curta na atmosfera terrestre por aerossóis e nuvens: um na direção zonal, outro na direção meridional.
- C) ao fato de que os fluxos radiativos de onda longa e curta são bem separados em função das temperaturas muito distintas das fontes emissoras (solar e terrestre.)
- D) à solução da equação de transferência radiativa via integração do campo de radiação, resultando em dois fluxos verticais irradiantes: um para cima, outro para baixo.

24. Dentre os comentários sobre fontes de emissões de gases de efeito estufa apresentados a seguir, assinale o que é **FALSO**.

- A) A queima global de combustíveis fósseis produz uma quantidade gigantesca de dióxido de carbono, cerca de duas ordens de magnitude maior do que o total emitido a partir do conjunto de vulcões do planeta.
- B) Dentre as principais fontes antrópicas de emissão de metano estão a fermentação entérica associadas aos rebanhos de animais ruminantes, e as chamadas emissões fugitivas.
- C) Os clorofluorcarbonetos (CFCs) são gases de efeito estufa muito potentes, além de degradarem a camada de ozônio estratosférica, mas felizmente seus substitutos na refrigeração, propulsão etc. como os hidrofluorcarbonetos (HFCs) estão livres desses dois efeitos deletérios.
- D) A produção de cimento, embora seja uma fonte secundária, também produz emissões de dióxido de carbono, por conta da calcinação de carbonatos.

25. Em modelos atmosféricos junto à superfície, como condição de fronteira, é tipicamente necessário calcular fluxos turbulentos das seguintes variáveis:

- A) momentum, calor sensível e calor latente.
- B) momento linear, momento angular e energia.
- C) entropia, umidade e vorticidade.
- D) energia, água e substâncias químicas.

26. No que diz respeito a retroalimentações climáticas (*feedbacks*), é correto afirmar que

- A) o “feedback gelo-albedo” se relaciona ao aumento da precipitação na forma de neve, em latitudes mais altas, como a Antártica, causada pela maior presença de vapor d’água na atmosfera. A maior produção de neve tende a ampliar a superfície coberta por gelo, que é um forte refletor, reduzindo a quantidade de radiação de onda curta absorvida na superfície. É um fator importante que reduz de forma natural o efeito antrópico de aquecimento.
- B) uma possível retroalimentação positiva capaz de amplificar o aquecimento global antrópico está relacionado com a possibilidade de mortandade da vegetação de florestas tropicais sob altas temperaturas ou maior variabilidade de precipitação, já que a decomposição das árvores mortas tende a produzir emissões de dióxido de carbono e metano.
- C) o chamado “feedback do vapor d’água” é uma retroalimentação negativa tal que o aumento da temperatura provoca um aumento na evaporação e evapotranspiração na superfície que, por sua vez, induz, com maior quantidade de vapor d’água na atmosfera, uma maior formação de nuvens, o que reduz a radiação solar incidente, reduzindo também o aquecimento.
- D) o “feedback do permafrost” corresponde ao efeito de retroalimentação causado pelo descongelamento do solo de latitudes altas que expõe matéria orgânica à decomposição levando à liberação de metano e dióxido de carbono. É desde já o mais relevante para a amplificação do efeito de aquecimento causado pelo aumento antrópico da concentração de gases de efeito estufa.

27. Dentre as principais evidências observacionais das mudanças climáticas estão:

- A) o aumento da frequência de ondas de calor, a redução na precipitação média global, a intensificação dos tornados.
- B) a elevação da temperatura média global na superfície, o aumento da ocorrência de secas severas, o aumento da atividade vulcânica.
- C) a elevação da temperatura média global sobre os continentes, o aumento na precipitação média nas regiões subtropicais, o aumento da frequência de ciclones extratropicais.
- D) a elevação da temperatura média global na superfície, a elevação do nível dos oceanos, a redução da cobertura de gelo no Ártico.

28. Modelos oceânicos acoplados a modelos atmosféricos em geral têm, como variáveis prognósticas:

- A) correntes, temperature e salinidade.
- B) correntes, densidade e turbidez.
- C) temperatura, salinidade e densidade.
- D) correntes, pressão e densidade.

29. Define-se como forçamento radiativo (ou forçante radiativa) o saldo de energia, em geral calculado na altura da tropopausa, resultante de uma eventual diferença entre os fluxos para cima e para baixo de radiação de onda curta e longa. De acordo com o mais recente relatório (AR5) do Painel Intergovernamental para Mudança do Clima, o IPCC, este forçamento seria de 2,29 [1,13 a 3,33] $W.m^{-2}$ (ou seja, produzindo aquecimento). Ainda segundo esse relatório, as maiores contribuições positivas para o forçamento vêm, em ordem decrescente, de mudanças nos seguintes fatores ou nas concentrações dos seguintes constituintes atmosféricos:

- A) radiação solar, aerossóis, vapor d’água.
- B) dióxido de carbono, radiação solar, aerossóis.
- C) dióxido de carbono, metano, monóxido de carbono
- D) dióxido de carbono, metano, óxido nitroso.

30. Sobre a avaliação de modelos de previsão numérica de tempo ou climática, é correto afirmar que

- A) em geral não é possível avaliar adequadamente o desempenho de um modelo utilizando apenas uma única métrica estatística.
- B) se diz que o modelo contém um viés ou um erro sistemático quando a diferença entre os valores modelados e observados sistematicamente excede um valor aceitável, por exemplo, o desvio-padrão da própria variável.
- C) embora não seja a única, o erro quadrático médio é sempre a melhor métrica para avaliar o desempenho de um modelo em comparação com observações interpoladas para sua grade.
- D) um modelo numérico pode produzir uma elevada correlação estatística entre seus resultados para uma variável e as observações correspondentes, mesmo contendo um viés significativo mas não subestimando ou superestimando a amplitude das flutuações dessa variável.

31. Existem diferentes cenários nos quais um modelo atmosférico (global ou regional) pode ser forçado por campos de temperatura da superfície do mar (TSM) para fins de previsão climática sazonal. Dentre estes, provavelmente o menos apropriado, especialmente para previsões vários meses adiante, seria adotar um campo de TSM no qual

- A) as anomalias de temperatura são prognosticadas por um modelo estatístico e somadas mensalmente ao campo climatológico de TSM.
- B) as anomalias de temperatura são mantidas constantes e somadas mensalmente ao campo climatológico de TSM.
- C) as temperaturas são previstas por um modelo numérico oceânico em todo o globo.
- D) os campos de TSM são mantidos constantes por toda a previsão.

32. Sobre a chamada previsão por conjuntos ou superconjuntos (“*ensemble*”/“*superensemble*”) é **INCORRETO** afirmar que

- A) previsões por conjunto e superconjunto permitem estimar as incertezas na previsão determinística mas não oferecem, pelo menos ainda, a possibilidade de estender o prazo de validade.
- B) a combinação de dados de um conjunto de soluções de vários modelos removendo-se os seus erros sistemáticos produz o que costumamos denominar de um superconjunto.
- C) existem pelo menos duas fontes importantes de incerteza em simulações de previsão de tempo: as condições iniciais e a física do modelo.
- D) um conjunto (*ensemble*) para previsão de tempo pode ser gerado a partir de perturbações na condição inicial fornecida ao modelo numérico

33. Um problema comum no uso de esquemas numéricos de advecção em modelos de grade é o aparecimento de oscilações espúrias, que eventualmente podem produzir valores negativos de variáveis que são, por definição, positivas, como a razão de mistura de água em estado líquido. A alternativa correta para contornar esse tipo de problema é

- A) simplesmente impor, no código, que a referida variável não pode ser negativa, e trocar todos os valores negativos por zero.
- B) adotar esquemas de baixa ordem espacial para amortecer a amplitude dos modos de oscilação de menor comprimento de onda.
- C) utilizar esquemas numéricos ditos preservadores de sinal ou monotônicos que utilizam correção de fluxos.
- D) aumentar artificialmente a difusão numérica.

34. O uso de um modelo numérico atmosférico regional (acoplado ou não), alimentado na fronteira por dados de um modelo de maior escala e mais baixa resolução (por exemplo, global), constitui uma técnica usualmente conhecida como

- A) downscaling dinâmico.
- B) gradeamento de Arakawa.
- C) downscaling estatístico.
- D) modelagem refinada.

35. O chamado “diagrama de Taylor” é

- A) um diagrama utilizado para verificar se a tendência de uma determinada série temporal é ou não significativa do ponto de vista estatístico.
- B) um diagrama matemático mostrando simultaneamente o desvio padrão normalizado e a correlação, e que permite comparar graficamente o desempenho de diferentes modelos (por exemplo, modelos climáticos).
- C) o típico diagrama de fluxos de energia do sistema Terra, incluindo fluxos radiativos de ondas curta e longa e fluxos turbulentos de calor sensível e latente.
- D) análogo ao diagrama de fase, capaz de mostrar a nuvem de previsão ou projeção para um par de variáveis (por exemplo, temperatura e precipitação) para diferentes modelos e/ou diferentes membros de um conjunto ou superconjunto.

36. No que diz respeito a mudanças climáticas do passado, é correto afirmar que

- A) durante o Último Máximo Glacial, há aproximadamente 21 mil anos, devido ao crescimento das calotas polares, os oceanos estiveram cerca de 25 metros abaixo dos níveis atuais.
- B) testemunhos de dendrocronologia apontam para a persistência de condições relativamente quentes sobre o mundo inteiro ao longo de boa parte da Idade Média, configurando o período conhecido como Anomalia Climática Medieval, cujas temperaturas foram bastante semelhantes às do início do século XXI.
- C) evidências de múltiplas fontes concorrem para, há mais de 55 milhões de anos, a ocorrência de um evento de significativo aquecimento global (o mais importante da Era Cenozóica), o Máximo Térmico do Paleoceno-Eoceno.
- D) registros de colunas de gelo na Groenlândia e na Antártica sugerem a ocorrência de períodos mais quentes do que o atual, com concentrações de CO₂ mais elevadas do que as dos dias de hoje, há cerca de 125 mil anos.

37. A interação entre solo e atmosfera é um fator relevante para os fluxos de energia e umidade. Com base nessa premissa, assinale a afirmação que descreve corretamente o impacto de determinados parâmetros do solo sobre a interação deste com a circulação atmosférica.

- A) A condutividade térmica de um solo diminui à medida em que aumenta a sua umidade pois a água passa a ocupar os poros.
- B) Solos mais secos tipicamente apresentam menor albedo e por absorverem mais radiação solar em geral aquecem mais rapidamente que solos úmidos.
- C) Solos arenosos retêm muita água junto à superfície porque seu grande espaço poroso funciona como reservatórios.
- D) Solos arenosos em geral possuem maior condutividade hidráulica do que solos argilosos, o que aumenta a infiltração da água superficial para camadas mais profundas.

38. Resultados da previsão climática sazonal podem ser utilizados na agricultura. Para tal, a abordagem correta da parte da instituição de meteorologia/climatologia que produz a informação é

- A) apresentar soluções individualizadas por usuário indicando, com o máximo nível de detalhe, a decisão correta (por exemplo, não plantar ou plantar).
- B) traduzir de forma acessível os dados da previsão climática (incluindo suas incertezas), comunicando a informação climática de maneira a subsidiar governantes, formuladores de política e usuários com ferramentas para que estes possam tomar decisões com base na leitura de tendências e riscos.
- C) apontar qual deve ser o posicionamento dos tomadores de decisão para que estes apliquem a política de Estado junto ao setor agrícola como um todo.
- D) simplesmente disponibilizar os dados brutos de todos os modelos, permitindo que os tomadores de decisão tenham acesso à informação climática e a interprete como julgar mais conveniente.

39. Considerando o conhecimento científico vigente no que diz respeito às mudanças climáticas atuais, é correto afirmar que

- A) são majoritariamente causadas pela queima de combustíveis fósseis, que leva à acumulação de dióxido de carbono na atmosfera, cuja concentração muito provavelmente ultrapassou o intervalo de variação dos últimos 800 mil anos.
- B) têm como principal fator contribuinte a mudança no uso e ocupação do solo com a substituição de florestas por pastagens e culturas agrícolas.
- C) fazem parte de um ciclo natural, provavelmente associado a alterações de parâmetros orbitais da Terra.
- D) são em parte causadas pelas atividades humanas, em especial a emissão de gases de efeito estufa, e em parte associadas a um aumento de atividade solar nas últimas décadas.

40. Considerando-se Δt o passo de tempo de um modelo numérico, uma representação consistente da derivada local de uma certa variável no m -ésimo passo de tempo $\left(\frac{\partial \varphi}{\partial t}\right)^m$ por um esquema de diferenças finitas que permita encontrar soluções para o estado futuro do sistema seria

- A) $\frac{\varphi^{m+1} - \varphi^m}{2\Delta t}$.
- B) $\frac{\varphi^m - \varphi^{m-1}}{\Delta t}$.
- C) $\frac{\varphi^{m+1} - \varphi^{m-1}}{2\Delta t}$.
- D) $\frac{\varphi^{m+1} - \varphi^{m-1}}{\Delta t}$.