

Concurso Público - NÍVEL SUPERIOR

CARGO: Tecnologista da Carreira de Desenvolvimento Tecnológico

Classe: Tecnologista Junior Padrão I

(TJ03)

CADERNO DE PROVAS

PROVA PRÁTICA DISCURSIVA

TEMA 1: Quais são as principais diferenças entre modelos atmosféricos hidrostáticos e não-hidrostáticos, e explique quais são as vantagens e desvantagens de cada um?

TEMA 2: Escreva sobre a previsão numérica por conjuntos de tempo de curto prazo (1 a 3 dias), de tempo de médio prazo (4 a 15 dias) e de clima sazonal (3 a 6 meses), abordando os tópicos apresentados abaixo:

- a) Influência das condições iniciais e de contorno.
- b) Métodos de geração de condições iniciais perturbadas.
- c) Principais produtos e informações que podem ser extraídas das previsões por conjunto.
- d) Índices estatísticos utilizados para a avaliação do desempenho das previsões por conjunto.

TEMA 3: Compare métodos variacionais com métodos fundamentados na teoria de Kalman num contexto de assimilação de dados em meteorologia/oceanografia. Destaque vantagens e desvantagens do método Variacional Quadri-dimensional (4D-Var) em comparação com o Filtro de Kalman por Conjuntos (EnKF).

PROVA OBJETIVA

Questão 1: A seguinte equação abaixo é a forma da divergência da velocidade da equação da continuidade. Esta equação determina que:

$$\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} + \nabla \cdot \vec{V} = 0$$

- a) A taxa de variação fracional de acréscimo na densidade de uma parcela de ar seguindo o movimento é igual a divergência da velocidade.
- b) A taxa de variação fracional de acréscimo na densidade de uma parcela de ar seguindo o movimento é igual a menos a divergência da velocidade.
- c) A taxa de variação fracional de acréscimo na densidade de uma parcela de ar seguindo o movimento é igual a menos a divergência de massa.
- d) A taxa de variação fracional de acréscimo na densidade de uma parcela de ar seguindo o movimento é igual a divergência de massa.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores.

Questão 2: Considere as seguintes afirmações:

- I. Para um modelo global espectral, tal como o MRF (*Medium Range Forecasting Model*), desenvolvido pelo NCEP e COLA, as condições iniciais do modelo são coeficientes espectrais de: logaritmo da pressão à superfície, temperatura virtual, divergência horizontal, vorticidade vertical e umidade específica.
- II. A condição de contorno superior de um modelo global espectral, tal como o MRF (*Medium Range Forecasting Model*), desenvolvido pelo NCEP e COLA, é uma restrição cinemática que impõe velocidade vertical, em coordenada sigma, nula em todos os pontos na superfície e no topo do modelo, para satisfazer a conservação de massa.
- III. Em um modelo regional de área limitada as condições de contorno laterais são geralmente atualizadas em frequências de horas.
- IV. A resolução espacial dos dados que servem de condição de contorno para modelos regionais de área limitada não é relevante para a qualidade da simulação, uma vez que devem ser sempre interpolados para a resolução da grade do modelo regional.
- V. Em um modelo regional de área limitada as condições de contorno podem ser extraídas de previsões do modelo global ou de outro modelo regional com área mais abrangente, tanto para previsão de tempo, quanto para clima.

Assinale a alternativa correta:

- a) Somente as afirmações I, II, IV e V estão corretas.
- b) Somente as afirmações I, III, IV e V estão corretas.
- c) Somente as afirmações I, II, III, e V estão corretas.
- d) Somente as afirmações II e IV estão corretas.
- e) Todas as afirmações estão corretas.

Questão 3: Porque as análises de dados não são geradas apenas pela interpolação de dados observados para os pontos de grade do modelo? Assinale a alternativa falsa:

- a) Porque os pontos de grade do modelo são aproximadamente duas ordens de magnitude maior do que o número de dados observacionais.
- b) Porque dados observacionais são irregularmente distribuídos no tempo e no espaço (regiões remotas como florestas tropicais, tem pouca densidade de dados, bem como os oceanos).
- c) Porque há uma deficiência em dados de ar superior, especialmente no Hemisfério Sul.
- d) Porque técnicas de assimilação de dados resultam em análises de dados mais precisas do que a simples interpolação dos dados observacionais para os pontos de grade do modelo.
- e) Porque algoritmos de interpolação tem alto custo computacional.

Questão 4: Considere as seguintes proposições.

- I. Os princípios físicos de conservação de momento, conservação da massa e conservação de energia são representados respectivamente, nos modelos numéricos de previsão de tempo, pelas equações da segunda lei de Newton, equação da continuidade e primeira lei da termodinâmica.
- II. Geralmente, a discretização numérica de modelos regionais é feita por métodos espectrais e de modelos globais por métodos de diferenças finitas.
- III. O aumento de resolução espacial de um modelo numérico, necessariamente ocasiona um aumento no custo computacional do modelo.
- IV. Técnicas de assimilação de dados e previsão por conjuntos são importantes metodologias que tem aumentado o horizonte de previsão dos modelos numéricos de previsão de tempo.
- V. O teorema fundamental da previsibilidade diz que sistemas instáveis tem limite finito de previsibilidade e sistemas estáveis tem previsibilidade infinita desde que sejam estacionários ou periódicos.

Assinale a alternativa correta:

- a) Somente as afirmativas I e II são falsas.
- b) Somente as afirmativas II e III são falsas.
- c) Somente as afirmativas III e IV são falsas.
- d) Somente as afirmativas IV e V são falsas.
- e) Somente as afirmativas II e IV são falsas.

Questão 5: Dada a equação de análise de dados $X^a(t_i) = X^f(t_i) + K_i[y_i^o - H_i(X^f(t_i))]$, a afirmativa incorreta é:

- a) X^f representa uma integração de "curto prazo" do modelo ou a climatologia.
- b) y_i^o representa as variáveis do modelo no ponto de grade.
- c) K_i representa uma matriz de pesos.
- d) $y_i^o - H(X^f(t_i))$ é a inovação adicionada ao campo de *background* para elaboração da análise de dados.
- e) H_i é o operador que interpola o campo de *background* para o ponto de observação.

Questão 6: Assinale a alternativa correta. Modelos acoplados oceano-atmosfera:

- a) Foram desenvolvidos exclusivamente para a realização de previsões numéricas de tempo e não são úteis para previsões de clima sazonal.
- b) Foram desenvolvidos exclusivamente para a realização de previsões numéricas de clima e não são úteis para previsões de tempo.
- c) Foram desenvolvidos para serem utilizados na realização de previsões numéricas de tempo e de clima sazonal.
- d) Foram desenvolvidos para serem utilizados para a realização de previsões numéricas de tempo e de clima sazonal, e em geral, não são úteis quando são utilizados em simulações climáticas de longo prazo.
- e) Foram desenvolvidos exclusivamente para a realização de simulações numéricas de longo prazo e não são úteis para a realização de previsões de clima sazonal.

Questão 7: Na assimilação de dados de satélite e radar, as variáveis do modelo são transformadas em radiâncias e transmitâncias através:

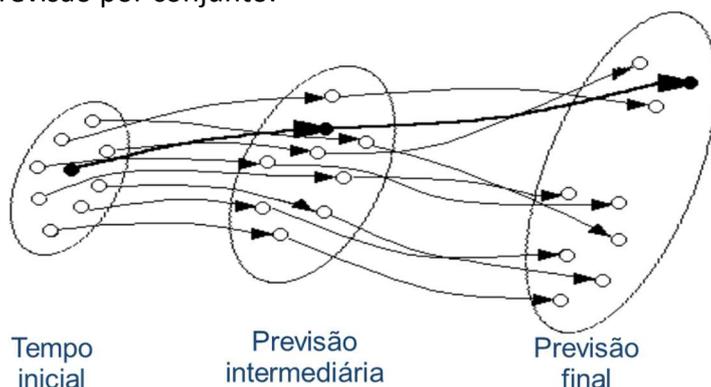
- a) Da Matriz de covariâncias dos erros de previsão.
- b) Da Matriz de covariância dos erros de análise de dados.
- c) Da minimização da função custo.
- d) Do operador H, conhecido como operador de observação.
- e) Do tratamento dos erros de observação.

Questão 8: As previsões numéricas de tempo e clima sazonal por conjuntos estão diretamente relacionadas ao comportamento caótico das soluções do conjunto de equações que representam os processos atmosféricos. Do ponto de vista das ciências atmosféricas, assinale a alternativa correta.

- a) Sistemas dinâmicos caóticos são aqueles cujas soluções apresentam comportamento quase linear à medida que evoluem no tempo.

- b) () Dado que a solução das equações que descrevem o movimento atmosférico apresentam comportamento caótico, tem-se que tais soluções são sensíveis à pequenas alterações na condição inicial de integração dos modelos numéricos de previsão de tempo.
- c) () O comportamento caótico de sistemas de equações dinâmicas que descrevem a circulação atmosférica está relacionado principalmente às interações lineares dos processos atmosféricos.
- d) () Dizer que as previsões numéricas de tempo apresentam comportamento caótico, implica que, de forma geral, as previsões de tempo de médio prazo (4 a 15 dias de antecedência) são plenamente confiáveis.
- e) () O comportamento caótico citado no enunciado refere-se à sensibilidade dos modelos numéricos de previsão de tempo quanto à mudança na resolução horizontal e vertical dos modelos numéricos.

Questão 9: As previsões numéricas de tempo por conjunto podem ser representadas esquematicamente conforme figura abaixo, onde cada linha representa uma previsão numérica por um modelo determinístico, ou seja, um membro da previsão por conjunto.



Considerando as características gerais dos sistemas de previsão de tempo por conjunto e com o apoio da figura acima analise as afirmações a seguir e assinale a alternativa correta:

- I. Nos métodos de previsão de tempo por conjunto, no **Tempo inicial**, as condições iniciais perturbadas diferem da condição inicial de controle (sem perturbações) por pequenas perturbações nos campos atmosféricos.
 - II. A previsão de controle, representada na figura pela linha em negrito, pode ser considerada, em geral, como a previsão mais provável de ser verificada.
 - III. Considerando a figura, pode-se afirmar que o conjunto representado possui 9 (nove) membros e que na **Previsão final**, estes membros podem claramente ser agrupados em dois cenários, um com 3 (três) membros e o outro com 6 (seis) membros.
 - IV. Nas previsões de tempo por conjunto, as perturbações devem ser incluídas apenas nos campos atmosféricos iniciais, pois os erros associados às imperfeições do modelo em representar os processos atmosféricos não podem ser utilizados para previsões por conjunto.
- a) () Somente a afirmativa I é correta.
- b) () Somente as afirmativas I e II são corretas.
- c) () Somente as afirmativas III e IV são corretas.
- d) () Somente as afirmativas I, II e III são corretas.
- e) () Somente as afirmativas I e III são corretas.

Questão 10: Os sistemas de assimilação de dados podem incluir todos os tipos de dados meteorológicos coletados pelos serviços meteorológicos e dados medidos por sensores de satélites. Os dados convencionais incluem:

- I. Padrões de medida direta de instrumentos em locais fixos.
- II. Amostras irregulares no espaço e no tempo.
- III. A concentração das medidas está principalmente sobre o Hemisfério Sul e oceanos.
- IV. Incluem velocidade do vento, pressão, temperatura de brilho, umidade e tipo de precipitação.
- V. Frequentemente as observações derivam de estações meteorológicas à superfície, aeronaves, sondagens, balões, navios, boias ancoradas e de deriva.

Assinale a alternativa correta:

- a) Somente as afirmativas I e II são corretas.
- b) Somente as afirmativas I e V são corretas.
- c) Somente as afirmativas II e IV são corretas.
- d) Somente as afirmativas I, IV e V são corretas.
- e) Somente as afirmativas II, III e V são corretas.

Questão 11: Os métodos de assimilação de dados baseados em EKF (*Extended Kalman Filter*) diferem dos métodos baseados em EnKF (*Ensemble Kalman Filter*) por:

- a) Ter uma dinâmica não linear.
- b) Definir uma matriz de covariância de erros do modelo.
- c) Incrementar a observação que é ponderada pela matriz ganho.
- d) Utilizar um conjunto de previsões para estimar a covariância de erros do modelo.
- e) Ser um método de inserção sequencial de observações.

Questão 12: Considere as afirmações abaixo:

- I. Em previsão climática sazonal consideram-se apenas escalas temporais na faixa de décadas.
- II. A técnica conhecida por *downscaling* dinâmico tem sido usada frequentemente em previsões climáticas sazonais.
- III. O *downscaling* dinâmico usa modelos regionais aninhados a modelos de circulação geral da atmosfera.
- IV. A técnica conhecida por *downscaling* Estatístico pode ser aplicada a previsão climática sazonal.

Assinale a alternativa correta:

- a) Somente as afirmações I, II, e III estão corretas.
- b) Somente as afirmações I, III, e IV estão corretas.
- c) Somente as afirmações I, e II estão corretas.
- d) Somente as afirmações II, III, e IV estão corretas.
- e) Todas as afirmações estão corretas.

Questão 13: Dentre as forças, que produzem aceleração em fluidos da atmosfera citadas abaixo, assinale a alternativa que agrupa as forças mais importantes na descrição macroscópica dos movimentos de fluidos similares àqueles da baixa Troposfera:

- a) Forças eletromagnéticas, Forças moleculares e Forças do gradiente de pressão.
- b) Forças eletromagnéticas, Forças do gradiente de pressão e Força gravitacional.
- c) Forças do gradiente de pressão, Força gravitacional e Força de viscosidade (atrito).
- d) Força centrípeta e Forças do gradiente de pressão.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores.

Questão 14: Em modelagem numérica é comum se refinar a grade espacial do modelo atmosférico na tentativa de obter resultados qualitativamente melhores. Assinale a alternativa que melhor descreve os aspectos que devem ser levados em conta quando se efetua um refinamento da grade:

- a) Custo computacional; refrigeração do computador; verificação se processos laminares não passam a ser turbulentos na grade mais refinada; e existência de parametrização de microfísica de nuvens.
- b) Refrigeração do computador; paralelização das malhas; verificação se processos laminares não passam a ser turbulentos na grade mais refinada; validade das constantes das parametrizações para aquela resolução.
- c) Tempo de processamento; uso de grades intercaladas (*staggered grid*) para velocidade e variáveis termodinâmicas; verificação da condição de Courant-Friedrichs-Lewy; adequação das equações dinâmicas a possíveis novos processos; e aninhamento de grades.
- d) Tempo total de processamento estimado; resolução temporal que mantenha estabilidade numérica; existência de parametrizações para resolução da grade mais refinada; adequação das equações e modelagem aos processos dinâmicos na grade mais refinada; e validade das constantes das parametrizações para a nova resolução de grade.

- e) Custo computacional; refrigeração do computador; verificação da condição de Courant-Friedrichs-Lewy; uso de grades intercaladas (*staggered grid*) para velocidade e variáveis termodinâmicas.

Questão 15: Durante a integração de modelos numéricos de previsão de tempo, ondas de gravidade de alta frequência podem amplificar-se pelo domínio, mascarando os movimentos meteorológicos importantes, como as ondas de Rossby. Tais oscilações de alta frequência surgem devido ao desequilíbrio existente entre os campos de massa e velocidade nos dados iniciais. Assinale a alternativa que **não** pode ser considerada como causa deste desequilíbrio:

- a) Erros nos dados observados.
b) Imperfeição do método numérico.
c) Erro de truncamento em modelos espectrais.
d) Erros nas leis físicas de conservação.
e) Dificuldade em representar os termos não-lineares das equações do modelo.

Questão 16: A abordagem Bayesiana de métodos de assimilação (EnKF e filtro de Partículas) aplicada a matriz de covariância de erro:

- a) Assume que os erros de observação e os erros do modelo de previsão são correlacionados.
b) Usa o teorema de Bayes que afirma que a probabilidade posterior de um evento acontecer não é proporcional à probabilidade anterior conhecida.
c) Modela as funções de probabilidade conjuntas por funções multidimensionais não Gaussianas.
d) Descreve um conjunto de modelos de estado com certezas inerentes às observações.
e) Usa funções de distribuição de probabilidades para descrever a precisão do conhecimento sobre os eventos passados.

Questão 17: Assinale a alternativa correta:

- a) As observações provenientes de satélites geoestacionário e de órbita terrestre geram dados reconstituídos para serem usados em assimilação de dados.
b) Observações provenientes de satélites GPS são todas utilizadas em sistemas de assimilação de dados.
c) Observações de radiâncias provenientes de satélites podem ser assimiladas diretamente nos sistemas de assimilação de dados, sem necessidade de nenhuma conversão da observação ou do modelo.
d) As observações da superfície terrestre provenientes de satélites são sempre de boa qualidade e não são afetadas por efeitos locais.
e) As observações provenientes de satélites oferecem melhor cobertura espacial e são mais informativas e de melhor qualidade que as observações convencionais de estações em solo.

Questão 18: Assinale a alternativa correta. Em previsões numéricas de clima sazonal:

- a) As condições de contorno, tais como temperatura da superfície do mar, gelo, neve, são importantes para o resultado das previsões. As condições iniciais (análise) são menos importantes.
b) As condições iniciais (análise) são importantes para o resultado das previsões. As condições de contorno, tais como temperatura da superfície do mar, gelo, neve, são menos importantes.
c) Somente as condições iniciais (análise) são importantes para o resultados das previsões.
d) Devem ser consideradas somente as condições de contorno da superfície terrestre. As condições de contorno de variáveis sobre os oceanos e as condições iniciais (análise) não são importantes.
e) Devem ser consideradas somente as condições iniciais (análise) e as condições de contorno de variáveis sobre os oceanos em latitudes médias.

Questão 19: A respeito das previsões numéricas por conjunto assinale a alternativa **incorreta**:

- a) O espalhamento entre os membros do conjunto está diretamente relacionado à confiabilidade da previsão, ou seja, quanto menor (maior) o espalhamento, maior (menor) a confiabilidade da previsão.
b) Previsões numéricas por conjunto tanto de tempo como de clima sazonal justificam-se exclusivamente em função das imperfeições dos modelos em representar os processos atmosféricos reais.
c) Considerando que os membros do conjunto apresentam a mesma probabilidade de ocorrência, o conjunto médio é, numa aproximação determinística, a previsão mais provável.

- d) () Conjunto médio, espalhamento, diagrama espaguete, previsões de probabilidade, plumas de probabilidade, análise de agrupamentos (*cluster*), anomalia sazonal e probabilidade do tercil mais provável são exemplos de produtos derivados das previsões numéricas por conjunto.
- e) () A qualidade das previsões numéricas por conjunto podem ser medidas por meio de índices estatísticos como o erro quadrático médio, a correlação de anomalias, o *brier score*, o *brier skill score*, o diagrama de confiabilidade e o *Relative Operating Characteristics* (ROC).

Questão 20: Em relação às parametrizações físicas dos modelos de previsão numérica de tempo e de clima sazonal é correto afirmar que:

- a) () É preciso incluir as parametrizações físicas nos modelos numéricos para que os processos de grande escala sejam considerados durante o processo de integração dos mesmos.
- b) () Os modelos numéricos representam perfeitamente os processos físicos que ocorrem na atmosfera e por isso não é preciso incluir parametrizações físicas nos modelos.
- c) () Os únicos processos físicos da atmosfera que podem ser parametrizados dentro dos modelos numéricos são os processos radiativos e a física de nuvens.
- d) () As parametrizações físicas dos modelos numéricos são necessárias para descrever o impacto dos mecanismos subgrades (processos em escalas menores do que aquelas resolvidas pelos modelos) no fluxo de grande escala da atmosfera.
- e) () Entre os processos físicos comumente parametrizados nos modelos numéricos de previsão de tempo e clima sazonal está a parametrização do ciclo da atividade solar.

Questão 21: Considere as seguintes afirmações:

- I. A umidade do solo exerce importante papel sobre o balanço local de umidade e de calor à superfície, através de sua influência sobre a taxa de evaporação na superfície e sobre o albedo e condutividade térmica do solo.
- II. A precipitação prevista por modelos numéricos de tempo e clima deve, para a maioria dos casos, ser utilizada em associação com outras ferramentas estatísticas, para corrigir alguns erros antes de dar entrada no modelo hidrológico.
- III. Apesar da atmosfera ser um sistema caótico sensivelmente dependente das condições iniciais, pode-se afirmar que os padrões de vento e precipitação são também fortemente determinados pela Temperatura da Superfície do Mar (TSM).
- IV. No Hemisfério Norte, as correntes de ar são defletidas para a esquerda e no Hemisfério Sul, para a direita.

Assinale a alternativa correta:

- a) () Somente as afirmações I, e II estão corretas.
- b) () Somente as afirmações I, III, e IV estão corretas.
- c) () Somente as afirmações I, II, e III estão corretas.
- d) () Somente as afirmações I, e IV estão corretas.
- e) () Todas as afirmações estão corretas.

Questão 22: Suponha um sistema de pré-processamento de observações de superfície com controle de qualidade, que tem como propósito assinalar um grau de confiança a cada valor de parâmetro informado da observação para decisão posterior. Assinale a afirmativa incorreta a este sistema:

- a) () Cada observação é considerada individualmente sem levar em conta dados de vizinhança, e é colocada a vários testes.
- b) () Verificar a relação entre a altura reduzida e a pressão reduzida pode ser derivada usando a equação hidrostática.
- c) () Inicialmente é fixado um grau de confiança máxima a todos os parâmetros. Na verificação de consistência interna, é ajustada a confiança para cada parâmetro envolvido.
- d) () Na comparação do parâmetro com um limite grosseiro, a observação será rejeitada se o parâmetro testado exceder ao limite fixado.
- e) () O sistema de assimilação de dados terá possibilidade de manusear estes valores de confiabilidade diretamente.

Questão 23: A minimização da função custo

$$J(T) = \frac{1}{2} \left[\frac{(T-T_1)^2}{\sigma_1^2} + \frac{(T-T_2)^2}{\sigma_2^2} \right]$$

resulta em:

- a) $T = \left(\frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} \right) T_1 + \left(\frac{\sigma_1^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} \right) T_2$
- b) $T = \left(\frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} \right) T_2 + \left(\frac{\sigma_1^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} \right) T_1$
- c) $T = \left(\frac{\sigma_1^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} \right) T_1 + \left(\frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} \right) T_2$
- d) $T = \left(\frac{\sigma_2^2}{2\sigma_1^2} \right) T_1 + \left(\frac{\sigma_1^2}{2\sigma_2^2} \right) T_2$
- e) $T = \left(\frac{\sigma_1^2}{2\sigma_2^2} \right) T_1 + \left(\frac{\sigma_2^2}{2\sigma_1^2} \right) T_2$

Questão 24: Em relação a modelos atmosféricos globais de previsão numérica de tempo e clima sazonal, analise as afirmações abaixo:

- I. Os processos úmidos de convecção profunda e convecção rasa não podem ser representados separadamente nos modelos numéricos, pois poderia prejudicar o balanço de umidade do modelo.
- II. Os processos radiativos representados nos modelos numéricos incluem os processos de transferência radiativa de onda curta, onda longa e a interação destas com as nuvens.
- III. A parametrização da camada limite planetária é necessária para a simulação dos efeitos das trocas de calor, umidade e momento entre a atmosfera e a superfície terrestre.
- IV. As parametrizações da convecção profunda e da convecção rasa são essenciais para o transporte vertical de calor e umidade nos modelos numéricos, contribuindo para a manutenção do *lapse rate* troposférico.

Assinale a alternativa correta:

- a) Somente a afirmativa II é correta.
- b) Somente as afirmativas I e II são corretas.
- c) Somente as afirmativas III e IV são corretas.
- d) Somente as afirmativas I, II e III são corretas.
- e) Somente as afirmativas II, III, e IV são corretas.

Questão 25: Em simulações climáticas de longo prazo é importante que os modelos numéricos representem bem:

- a) Os fluxos de radiação, energia, massa e o ciclo do carbono.
- b) Somente os fluxos de radiação e massa.
- c) Somente o ciclo do carbono.
- d) Apenas os fluxos de massa.
- e) Apenas os fluxos de radiação de processos não radiativos.

Questão 26: Assinale a alternativa incorreta:

- a) Os métodos sequenciais de assimilação de dados são feitos em dois passos: (1) passo de atualização e (2) passo de previsão.
- b) No filtro de Kalman assume-se que os erros são Gaussianos.
- c) O método dos mínimos quadrados é uma técnica de assimilação de dados que procura encontrar o melhor ajustamento para um conjunto de dados.
- d) Os métodos variacionais (3D/4D) são resolvidos por algoritmos numéricos que requerem o gradiente da função.
- e) A essência do método variacional é reescrever um problema de mínimos quadrados como a minimização de uma função custo.

Questão 27: Considere as afirmações abaixo:

- I. Simulações numéricas climáticas de longo prazo pode ajudar na previsão de mudanças climáticas globais

- II. A nível local, simulações numéricas climáticas de longo prazo podem ser úteis na investigação dos efeitos sobre a agricultura de uma dada região
- III. Simulações numéricas climáticas de longo prazo recebem forte influência de modelos oceânicos.
- IV. Simulações numéricas climáticas de longo prazo geralmente incluem previsão por conjuntos cujos membros incluem modelos regionais, globais e acoplados oceano-atmosfera.

Assinale a alternativa correta:

- a) Apenas as afirmações I, II, e III estão corretas.
- b) Apenas as afirmações II, III, e IV estão corretas.
- c) Apenas as afirmações I, e II estão corretas.
- d) Apenas as afirmações I, III, e IV estão corretas.
- e) Todas as afirmações estão corretas.

Questão 28: Há duas maneiras distintas de se estudar o movimento de um fluido, isto é, de definir um campo de escoamento: pelos métodos euleriano e lagrangiano. Sobre esses métodos, assinale a alternativa correta:

- a) Quando é fácil seguir elementos identificáveis da massa em um fluido, empregamos o método euleriano.
- b) Quando lidamos com volume de controle, isto é, que orienta a atenção para as propriedades de escoamento em um dado ponto do espaço em função do tempo, emprega-se o método lagrangiano.
- c) O método lagrangiano fornece uma visão instantânea, sinótica, do escoamento.
- d) O método lagrangiano acompanha o movimento de partículas específicas de um fluido com o tempo.
- e) O método lagrangiano considera a velocidade de diferentes partículas do fluido, simultaneamente.

Questão 29: Sabe-se que: a equação de estado de um gás ideal, a primeira lei da termodinâmica, a equação de equilíbrio hidrostático, a equação geral do movimento e a equação da continuidade conseguem explicar os fenômenos meteorológicos mais relevantes e que algumas delas expressam leis físicas fundamentais de conservação. Assim, é correto afirmar:

- a) A equação geral do movimento expressa a lei de conservação do momento linear, e a equação de estado expressa a lei da conservação de massa.
- b) A equação de estado de um gás ideal expressa a lei da conservação de energia, e a equação de equilíbrio expressa a lei de conservação de massa.
- c) A equação da continuidade expressa a lei de conservação de energia, e a equação de equilíbrio hidrostático expressa a lei da conservação do momento linear.
- d) A primeira lei da termodinâmica expressa a lei da conservação de energia, e a equação da continuidade expressa a lei de conservação de massa.
- e) A equação geral do movimento expressa a lei da conservação do momento angular, e a equação de um gás ideal expressa o balanço de radiação.

Questão 30: No Brasil, quais as regiões com maior previsibilidade do clima sazonal:

- a) Parte da Região Nordeste e da Região Norte.
- b) Região Sudeste e parte da Região Nordeste.
- c) Região Sul e parte da Região Sudeste.
- d) Regiões Sul e Sudeste.
- e) Região Norte e parte da Região Centro-Oeste.

Questão 31: Dentre as limitações dos resultados de previsões numéricas de clima sazonal, podemos citar algumas, tais como:

- a) A relação entre as condições iniciais (análise) e o modelo utilizado.
- b) A relação entre os fenômenos climáticos e as condições iniciais utilizadas (análise).
- c) Não há limitações em regiões de latitudes altas, principalmente no Hemisfério Norte.
- d) Intensidade de fenômenos climáticos, nível de detalhamento espacial e temporal.
- e) Há limitações somente em latitudes baixas, principalmente próximo ao equador, e não há limitações em latitudes médias.

Questão 32: Assinale a alternativa verdadeira. Dadas duas análises A e B, avalia-se através de técnicas de verificação, que a análise A é melhor do que a análise B. Entretanto, a análise B gera previsões melhores do que a análise A, segundo as mesmas técnicas estatísticas de verificação. Portanto:

- a) A melhor análise depende de qual uso se fará da mesma, ou seja, se o objetivo é utilizá-la para previsão, a melhor análise é a B.
- b) Conclui-se que há um erro na metodologia de verificação.
- c) Os erros do modelo compensam os erros das análises.
- d) Deve-se utilizar uma verificação subjetiva, ou seja, baseada apenas no conhecimento empírico do avaliador para se concluir qual a melhor análise.
- e) Não se pode afirmar qual a melhor análise.

Questão 33: Utilizar modelos numéricos no modo "não-hidrostático" significa que:

- a) A aproximação geostrófica não é válida.
- b) O modelo será numericamente mais estável do que no modo hidrostático.
- c) A escala espacial do fenômeno que se pretende representar é da ordem de 10 Km ou menor.
- d) Fenômenos de escala planetária serão previstos com maior precisão.
- e) O número de Rossby é aproximadamente 1.

Questão 34: Os esquemas de parametrização descritos por Arakawa e Schubert (1974) e Lacis e Hansen (1974) são utilizados em modelos numéricos de previsão de tempo e clima sazonal para representar, respectivamente, os seguintes processos físicos:

- a) Radiação de Onda Longa e Convecção Profunda.
- b) Radiação de Onda Curta e Camada Limite Atmosférica.
- c) Convecção Profunda e Radiação de Onda Longa.
- d) Convecção Rasa e Radiação de Onda Curta.
- e) Convecção Profunda e Radiação de Onda Curta.

Questão 35: As previsões numéricas de tempo apresentam erros que podem ser avaliados a partir de índices estatísticos que medem o desempenho das previsões. Considerando o desempenho das previsões numéricas de tempo para campos dinâmicos como Altura Geopotencial em 500 hPa ou Temperatura no nível de 850 hPa, analise as sentenças abaixo:

- I. Em geral, os erros de previsões numéricas mais recentes (Ex.: $t = 24$ horas) são menores do que os erros de previsões mais distantes (Ex.: $t = 120$ horas).
- II. Os erros das previsões numéricas de tempo podem ser atribuídos a dois fatores principais: deficiências do modelo em representar os processos dinâmicos e físicos da atmosfera real, e por incertezas contidas na estimativa do estado inicial da atmosfera utilizada para iniciar os modelos numéricos.
- III. A maior parte dos erros das previsões numéricas de tempo deve-se aos arredondamentos numéricos realizados pelos computadores, nos quais os modelos são executados.
- IV. O cálculo de correlações entre as anomalias previstas e as anomalias observadas para um dado campo atmosférico é um índice comumente utilizado para avaliar o desempenho das previsões numéricas de tempo.

Assinale a alternativa correta:

- a) Somente as afirmativas I e II são corretas.
- b) Somente as afirmativas I e IV são corretas.
- c) Somente as afirmativas II, III e IV são corretas.
- d) Somente as afirmativas I, II e IV são corretas.
- e) As afirmativas I, II, III e IV são corretas.

Questão 36: Um dos processos úmidos parametrizados nos modelos numéricos atmosféricos é a chamada condensação de grande escala. Em relação a este processo é correto afirmar que:

- a) Atua no sentido de transportar calor e umidade das camadas inferiores do modelo para as camadas superiores.

- b) Atua removendo o excesso de umidade da coluna atmosférica representada pelo modelo, e sua contribuição é mais significativa nas latitudes médias e altas.
- c) Representa a principal fonte de precipitação produzida pelo modelo nas regiões tropicais.
- d) Não produz precipitação, pois atua apenas no sentido de produzir condensação, gerando nuvens.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores.

Questão 37: Relativo aos processos de transferência radiativa de onda curta parametrizados nos modelos numéricos de previsão de tempo e clima sazonal é correto afirmar que:

- a) A nebulosidade calculada pelos modelos numéricos é usada pelos esquemas de parametrização de radiação de onda curta no cálculo do aquecimento atmosférico e da superfície terrestre pela radiação solar.
- b) De forma geral, a parametrização de radiação de onda curta dos modelos numéricos não é resolvida a cada passo de tempo de integração do modelo, porque esse processo não influencia significativamente a evolução da dinâmica atmosférica.
- c) A parametrização de radiação de onda curta inclui a simulação do impacto do ciclo de atividade solar no aquecimento da superfície terrestre.
- d) Harshvardhan et al (1984) é um exemplo de parametrização de radiação de onda curta utilizada em modelos numéricos.
- e) Por questões de simplificação, os esquemas de parametrização de radiação de onda curta consideram que os raios solares atingem perpendicularmente a superfície terrestre em toda a área iluminada do globo.

Questão 38: Considerando as aproximações utilizadas na derivação dos métodos sequenciais de assimilação de dados, a afirmativa incorreta é:

- a) As medidas não são tendenciosas (*unbiased*).
- b) Assume-se que as variâncias dos erros de observação são conhecidas.
- c) Assume-se que as médias das análises sejam iguais as médias das previsões.
- d) Assume-se que os erros nas medidas não sejam correlacionados (*uncorrelated*).
- e) Assume-se que a análise não deve ser tendenciosa.

Questão 39: Uma definição de análise mais próxima do estado da atmosfera é aquela que gera a melhor previsão subsequente, para isso:

- I. Os ajustes e as configurações próprias do modelo não devem interferir na metodologia de assimilação.
- II. O modelo tem uma base discreta que deve ser consistente com os valores observados.
- III. Considerar o modelo de previsão particular a ser usado independente da metodologia de assimilação de dados.
- IV. Os dados são distribuídos de forma uniforme e se faz necessário adicionar estas informações “a priori”.

Assinale a alternativa correta:

- a) Somente as afirmativas I e II são corretas.
- b) Somente as afirmativas I e IV são corretas.
- c) Somente as afirmativas II e III são corretas.
- d) Somente as afirmativas I, III e IV são corretas.
- e) Somente as afirmativas II, III e IV são corretas.

Questão 40: Acerca da parametrização dos processos físicos das superfícies dos continentes, assinale a alternativa correta:

- a) A quantidade de umidade no solo e a quantidade de neve na superfície variam lentamente com o tempo e não impactam as previsões atmosféricas sobre os continentes nas escalas de tempo e de clima sazonal.
- b) Os fluxos de calor e umidade entre a atmosfera e as superfícies continentais são influenciados por fatores como cobertura de neve, tipo de vegetação, cobertura do solo, disponibilidade de água no solo, podendo estes efeitos serem resolvidos explicitamente por meio de modelos de superfície acoplados a modelos atmosféricos.

- c) () Dentre os fatores que impactam os fluxos de calor e umidade nas superfícies dos continentes, pode-se dizer que a quantidade de umidade no solo é a que apresenta menor relevância.
- d) () A estimativa do *runoff* depende unicamente do tipo de solo considerado no ponto de grade do modelo.
- e) () Os modelos de superfície acoplados aos modelos atmosféricos precisam necessariamente apresentar grade horizontal idêntica àquela do modelo atmosférico para evitar inconsistências nas trocas de calor, umidade e momento.

Questão 41: Os invernos e os verões, no Hemisfério Norte, costumam ser, em média, mais intensos do que no sul. Sobre esse fenômeno, não se pode afirmar que:

- a) () As amplitudes térmicas são iguais sobre oceanos e continentes.
- b) () As amplitudes térmicas são maiores no Hemisfério Norte porque a concentração de terras nesse hemisfério as acentua.
- c) () As amplitudes térmicas são mais baixas no Hemisfério Sul em função da predominância de oceanos, condicionando maior retenção de energia pela água.
- d) () As amplitudes térmicas não são derivadas diretamente da exposição à insolação.
- e) () As amplitudes térmicas sofrem influência de diversos fenômenos atmosféricos e oceânicos.

Questão 42: A análise é o ponto de partida para a integração evolutiva do modelo atmosférico e é produzida através de um ciclo de assimilação. O ciclo de assimilação:

- a) () Caracteriza as abordagens de assimilação de dados devido a forma de inserção de observações no sistema.
- b) () Caracteriza-se como intermitente quando considera as observações feitas no passado.
- c) () Caracteriza-se como sequencial se as observações são processadas em pequenos lotes.
- d) () Caracteriza-se como contínuo quando os períodos dos lotes de observações são curtos.
- e) () Compõe-se da evolução do modelo de estado, aproveitando restrições de consistência com as leis de evolução de tempo e propriedades físicas.

Questão 43: Considerando as características gerais das previsões de clima sazonal por conjunto é correto afirmar que:

- a) () A capacidade dos modelos numéricos em simular e prever o clima sazonal está diretamente relacionada à capacidade destes modelos em captar a influência das anomalias das condições de contorno, tais como, a temperatura da superfície do mar, a umidade no solo e a quantidade de gelo marinho, nas condições climáticas da atmosfera na escala de tempo sazonal.
- b) () A previsão numérica de clima sazonal pode ser considerada como sendo essencialmente um problema matemático dependente da condição inicial.
- c) () Devido ao comportamento caótico da atmosfera, as previsões numéricas perdem a qualidade após alguns dias de integração dos modelos, por isso as previsões numéricas de clima sazonal não são realizadas operacionalmente pelos centros de meteorologia ao redor do mundo.
- d) () Em geral, sobre o Brasil, as Regiões Centro-Oeste e Sudeste são aquelas nas quais os modelos numéricos de previsão de clima sazonal apresentam melhor desempenho.
- e) () A forma comumente utilizada para o cálculo das anomalias previstas pelos modelos numéricos de previsão de clima sazonal consiste em realizar a subtração do campo climatológico observado (climatologia do período) daquele previsto pelo modelo numérico.

Questão 44: Justificam-se as pesquisas em assimilação de dados através de técnicas de inteligência artificial (Redes Neurais Artificiais - RNA) pois:

- a) () RNA, uma vez treinadas, tem custo computacional menor do que técnicas fundamentadas no cálculo variacional e filtragem de Kalman.
- b) () Métodos variacionais e filtros de Kalman são imprecisos.
- c) () Há vários pacotes gratuitos com algoritmos de RNA.
- d) () Métodos variacionais e filtros de Kalman não permitem a assimilação direta de radiações.
- e) () RNA resultam em análises mais precisas do que análises geradas por demais técnicas.

Questão 45: Para representar que há alguma incerteza no modelo, nas observações e na análise em uma metodologia sequencial de assimilação de dados, considera-se:

- a) A função de densidade de probabilidade para o modelo, observações e análise.
- b) As matrizes de covariância de erros do modelo, observações e análise.
- c) Erros de instrumento e de representatividade das observações.
- d) A variância dos erros de discretização do modelo.
- e) A diagonal da matriz quadrada simétrica dos erros da previsão.