



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL – INPE

PROVA DISCURSIVA

TG34

PROCESSAMENTO DE DADOS METEOROLÓGICOS, MODELOS NUMÉRICOS E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS NA ESCALA SUBSAZONAL E SAZONAL



SUA PROVA

- Além deste caderno contendo 5 (cinco) questões discursivas **com as respectivas folhas de rascunho**, você receberá do fiscal de prova as folhas de textos definitivos;



TEMPO

- Você dispõe de **4 (quatro) horas** para a realização da prova;
- **2 (duas) horas** após o início da prova, é possível retirar-se da sala, sem levar o caderno de questões;
- A partir dos **30 (trinta) minutos** anteriores ao término da prova é possível retirar-se da sala **levando o caderno de questões**.



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 no caderno de questões e nas folhas de textos definitivos;
- 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 as folhas de textos definitivos;
- Para o preenchimento das folhas de textos definitivos, use somente caneta esferográfica, fabricada em material transparente, com tinta preta ou azul;
- Assine seu nome apenas no(s) espaço(s) reservado(s) no cartão de respostas;
- Caso você tenha recebido caderno de cargo **diferente** do impresso em suas folhas de textos definitivos, o fiscal deve ser **obrigatoriamente** informado para o devido registro na ata da sala;
- O preenchimento das folhas de textos definitivos é de sua responsabilidade e **não será permitida a troca de folha de texto definitivo em caso de erro cometido pelo candidato**;
- Para fins de avaliação, serão levadas em consideração apenas os textos das folhas de textos definitivos;
- 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!**

Questão 1

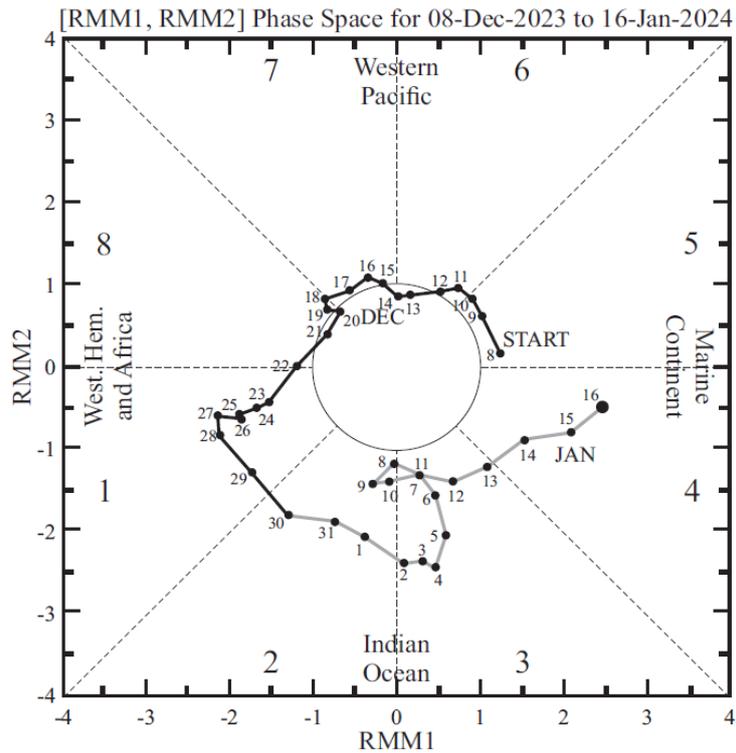
Impactos do El Niño, da La Niña e da Oscilação Sul, coletivamente chamados de ENOS, são manifestos em escalas globais, com impactos proeminentes em diversas atividades humanas, incluindo saúde pública, transporte, agricultura, entre outras. Apesar dos esforços e das melhoras em termos de modelagem, monitoramento e observação, a previsibilidade do ENOS permanece limitada, em parte devido à falta de entendimento da sua natureza fundamental que pode ser (i) um modo oscilatório instável autossustentado, (ii) modo estável forçado pela alta frequência ou, inclusive, (iii) uma combinação de ambas. Entretanto, uma das versões mais simplificadas do ENOS aceita pela comunidade científica foi o modelo de Zebiak-Cane, modelo que foi obtido mediante uma concatenação de vários submodelos correspondentes aos subsistemas das componentes atmosféricas, oceânicas e seus respectivos acoplamentos.

Descreva o modelo Zebiak-Cane com atenção aos seguintes quesitos:

- A) Quais são os pontos essenciais que permitiram sua adoção pela comunidade (variabilidade, amplitude e periodicidade)?
- B) Os padrões espaciais presentes no modelo.
- C) Quais elementos presentes no modelo da atmosfera que permitem uma caracterização espacial da componente atmosférica do ENOS (forçamentos, parametrização de acoplamentos e resposta atmosférica)?
- D) Quais elementos estão presentes no modelo oceânico que permitem uma caracterização da componente oceânica do ENOS (forçamentos, aproximações, parametrização de acoplamento e resposta).
- E) Como é tratado o cisalhamento e presente os efeitos que ele produz no oceano?
- F) Os elementos essenciais da dinâmica que permite a periodicidade neste modelo.

Questão 2

O diagrama a seguir mostra a trajetória de um importante sistema na escala subsazonal no período de dez/2023 a jan/2024.



- Qual é o sistema cuja trajetória está representada no diagrama? Por que este sistema é importante para a previsão subsazonal? Descreva sucintamente as principais características deste sistema.
- Mencione duas outras fontes de previsibilidade subsazonal em escala global e descreva os principais mecanismos pelos quais essas fontes podem conferir previsibilidade na escala subsazonal. (*Obs.: este item da questão não se refere a padrões de teleconexão.*)
- Quais as influências conhecidas da OMJ na chuva durante o trimestre DJF no Brasil? Qual a influência geral sobre a precipitação diária e a frequência de extremos de precipitação diária? Use a classificação das fases da OMJ (Wheeler and Hendon, 2004) para descrever sucintamente como os padrões de chuva nas principais regiões do país podem ser influenciados em cada uma das fases.

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

Questão 3

Desenvolver produtos meteorológicos na escala subsazonal e sazonal requer não apenas conhecimento técnico em programação e em sistemas operacionais, mas também uma compreensão profunda das características climáticas regionais e globais. Considerando a especialidade em processamento de dados meteorológicos e modelos numéricos, explique como a linguagem de programação Python e os sistemas operacionais Linux/Unix são fundamentais nesse processo.

Destaque a importância da integração entre linguagem de programação e sistemas operacionais na produção eficiente e análise de dados meteorológicos, enfatizando como essas habilidades são essenciais para a elaboração de previsões precisas e confiáveis, dando atenção aos seguintes quesitos:

- A) **Descreva o papel da linguagem de programação Python no desenvolvimento de produtos meteorológicos, identificando suas principais características e funcionalidades relevantes para a escala subsazonal e sazonal.**
- B) **Explique como os sistemas operacionais Linux/Unix são utilizados no processamento e análise de dados meteorológicos, destacando a importância dos scripts Bash/Shell/ksh nesse contexto.**
- C) **Discuta a importância da integração entre linguagem de programação e sistemas operacionais na produção eficiente de produtos meteorológicos em escala subsazonal e sazonal, fornecendo exemplos práticos de sua aplicação na previsão do tempo e em estudos climáticos.**

Questão 4

Entre os diversos avanços científicos que ocorreram no século XX, a capacidade de simular complexos sistemas físicos utilizando modelos numéricos que constituem uma representação matemática aproximada da realidade se destaca. A habilidade em prever o tempo e o clima aumentou acentuadamente nas últimas décadas em função do avanço no entendimento dos processos que controlam a evolução do estado da atmosfera, dos métodos de solução numérica das equações que representam cada parte do sistema climático e da notável evolução da capacidade de processamento dos computadores. A partir destas informações, responda ao que se pede a seguir.

- A) Antes da etapa de previsão, há um estágio no qual as observações meteorológicas são fornecidas a programas computacionais que preparam os dados para os modelos de previsão. **Cite o nome dessa fase e destaque a sua relevância no processo de previsão.**
- B) Hoje em dia é possível prever o tempo com dias de antecedência com significativos índices de acerto. No entanto, uma das limitações neste horizonte de tempo cronológico é a natureza caótica da atmosfera. **Descreva brevemente o modelo simplificado de Lorenz, citando também o efeito borboleta.**
- C) **Qual o melhor método para minimizar o efeito do caos e tentar elaborar uma previsão de tempo ou de clima um pouco mais confiável? Explique tal técnica e como ela está relacionada com a noção de previsibilidade.**

Questão 5

Conforme as projeções do Relatório da Quarta Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC 2007), as variáveis climáticas em escala regional têm sofrido alterações em seu comportamento, sendo algumas dessas mudanças extremas, principalmente nos padrões de precipitações e temperatura. Para avaliação e análise desses eventos deve-se estudar tendência e sazonalidade de dados de precipitação e temperatura através de séries temporais.

Sobre as séries temporais, responda ao que se pede a seguir.

- A) Como as séries temporais podem ser definidas?
- B) As séries temporais podem ser classificadas de duas formas. Quais são elas e as explique?
- C) Segundo um modelo clássico de decomposição quais são os padrões de comportamento que podem ser extraídos da equação $X_t = S_t + T_t + R_t$. Explique cada um deles.

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

