



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL – INPE

CLIMA ESPACIAL, GEOFÍSICA ESPACIAL (PQ032)



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

Uma das funções das instituições responsáveis pelo monitoramento do Clima Espacial é a emissão de alertas dos fenômenos de origem solar, que podem de alguma forma perturbar o espaço no entorno da Terra, que irá auxiliar na prevenção de eventuais problemas que podem ocorrer em satélites, transmissão de ondas eletromagnéticas de satélites de geolocalização, transmissão de energia elétrica, condução de óleo e gás por dutos etc.

Sobre o tema, responda aos itens a seguir.

- A) Como o conhecimento e o entendimento dos fenômenos da média e alta atmosfera, como ondas atmosféricas, ventos e temperatura, podem ser considerados nas análises da fenomenologia do Clima Espacial, com o objetivo de elaboração de alertas de condições adversas na ionosfera terrestre?
- B) Levando em conta que os fenômenos da média e alta atmosfera ocorrem entre aproximadamente 80 e 350km de altitude, sendo difícil de se fazer medidas *in situ*, pois é alta demais para balões, baixa demais para satélites, e os foguetes passam muito rapidamente, impedindo o registro de variações que possibilitem um estudo da dinâmica desta camada.
- B₁ Descreva como é possível fazer medidas para realizar estudos dos fenômenos (ondas, vento, temperatura) nessa região da atmosfera terrestre.
- B₂ Explique de forma sucinta o funcionamento de pelo menos dois instrumentos utilizados para isso.

- 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
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

QUESTÃO 2

As flutuações presentes na média e na alta atmosfera terrestre são principalmente atribuídas aos efeitos do seu acoplamento com a porção inferior da atmosfera, em que processos físicos de filtragem e modulação, envolvendo ondas atmosféricas que se propagam ascendentemente, são capazes de gerar respostas significativas nas camadas mais elevadas. A deposição de energia e momentum associada a quebra ou a dissipação de ondas de escala planetária, marés atmosféricas, e ondas de gravidade, tem papel importante na manutenção da circulação global da média atmosfera. As condições para propagação das ondas dependem das suas características e do meio no qual se propagam, em que a relevância do vento zonal é considerável devido à sua alta velocidade e variações no espaço e tempo. A compreensão dos processos dinâmicos da região da média atmosfera requer conhecimento teórico e o uso de abordagens adequadas para interpretação das observações obtidas a partir de diferentes técnicas instrumentais.

- A) Ondas atmosféricas de Rossby são estruturas dominantes na variabilidade da média atmosfera em latitudes extratropicais do hemisfério de inverno. **Descreva a natureza da propagação das ondas de Rossby na atmosfera terrestre, considerando o mecanismo de propagação, a força restauradora e as diferentes condições do meio que afetam a propagação.**
- B) A dinâmica da média atmosfera na região equatorial se distingue daquela de outras regiões e, portanto, as ondas equatoriais têm recebido um tratamento especial. **Use as equações de águas rasas linearizadas aplicadas à aproximação do plano beta, centrado no equador, para encontrar as soluções de ondas atmosféricas de Kelvin equatoriais e explique como identificar essas ondas a partir de medidas obtidas de observações atmosféricas.**
- C) As marés são oscilações marcantes nos ventos e nas temperaturas da região denominada de alta mesosfera e baixa termosfera (~60 - 110km de altitude). As características das marés forçadas pelo aquecimento solar, obtidas a partir de observações, possuem semelhanças com as previsões da teoria clássica. **Explique como os modos de marés migrantes diurno (período de $T=24$ horas) e semidiurno ($T = 12$ horas) são gerados, apontando os principais mecanismos envolvidos; descreva a estrutura vertical e em latitude da resposta dos modos migrantes diurno e semidiurno nos ventos e na temperatura.**
- D) Os padrões de variações e a estrutura térmica da média atmosfera (estratosfera, mesosfera e baixa termosfera) são de especial importância, uma vez que refletem o balanço energético da mesma e, portanto, se constituem em bons indicadores dos processos físicos que ali ocorrem. **Análise o papel das ondas atmosféricas para a definição dos padrões dinâmicos observados, bem como para a estrutura térmica nas regiões da média atmosfera.**

- 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
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

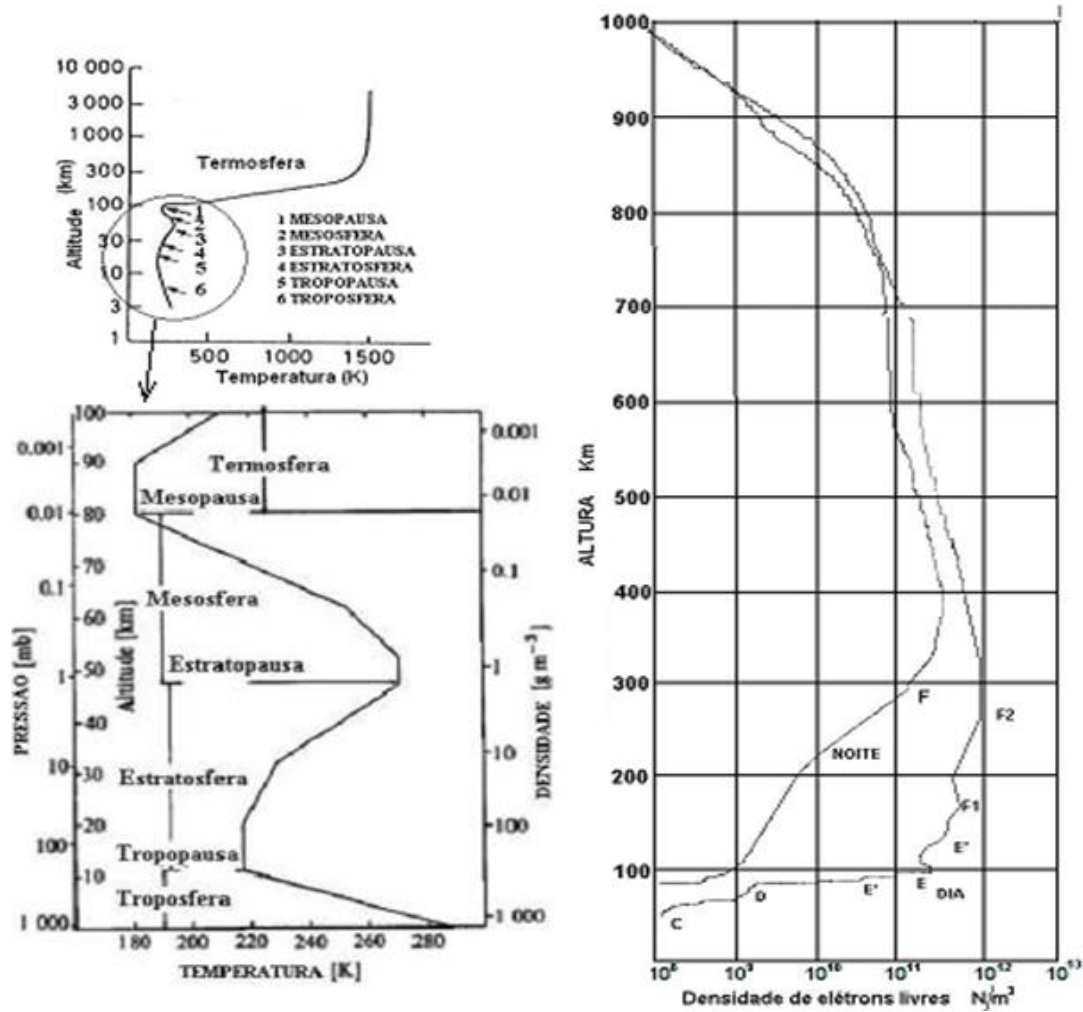
59

60

QUESTÃO 3

Para facilitar a compreensão, a atmosfera terrestre é dividida em camadas que são caracterizadas principalmente pelo perfil de temperatura na atmosfera neutra e da densidade eletrônica na ionosfera.

A figura abaixo ilustra a localização dessas camadas em função da altura.



- A) Explique os processos físicos responsáveis pela variação de temperatura em cada camada da atmosfera.
- B) Indique os mecanismos de transporte de energia na alta atmosfera.
- C) Por que o perfil de densidade eletrônica diurno possui as camadas C, D, E e F, e o noturno, somente a camada F?
- D) Descreva as técnicas de monitoramento, ativas e passivas, utilizadas nas pesquisas da média e da alta atmosfera.

- 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
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

QUESTÃO 4

Os movimentos da atmosfera são governados por leis físicas fundamentais que são classificadas como forças de corpo ou forças de superfícies. Essas leis físicas fornecem as equações fundamentais que descrevem o movimento da atmosfera fundamental para a sua previsão de comportamento presente e futuro.

- A) Quais são as forças fundamentais utilizadas para reescrever a segunda lei de Newton para o movimento da atmosfera?
- B) Descreva-as matematicamente.

- 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
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

QUESTÃO 5

Fenômenos solares de interesse para o clima espacial incluem as explosões solares (SF) e as ejeções de massa coronal (CME), os quais possuem naturezas distintas e geram diferentes perturbações na ionosfera e alta atmosfera.

A) Sobre as explosões solares (SF), responda aos itens a seguir.

A₁ Indique suas características e classificação.

A₂ Quanto tempo levam para chegar à Terra?

A₃ Apresente as principais características das perturbações ionosféricas que elas provocam.

A₄ Indique os instrumentos usados para monitorá-las.

B) Sobre as ejeções de massa coronal (CME), responda aos itens a seguir.

B₁ Indique suas principais características (velocidade do vento solar, densidade de partículas e campo magnético intrínseco).

B₂ Quanto tempo levam para chegar à Terra?

B₃ Quando atingem a Terra, elas podem desencadear tempestades geomagnéticas. Quais são as principais características e classificação dos distúrbios ionosféricos provocados por essas tempestades geomagnéticas?

B₄ Indique os instrumentos usados para monitorá-las.

- 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
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

Realização

