



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL – INPE

MODELAGEM INTEGRADA DO SISTEMA TERRESTRE (PQ042)



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

A atmosfera do planeta Terra é formada essencialmente por pouco mais de uma dezena de gases, em que cada gás possui uma concentração típica, sendo o nitrogênio e o oxigênio os gases mais abundantes. Essa camada gasosa está associada a diversos ciclos biogeoquímicos e é responsável pelo efeito estufa, um fenômeno natural de extrema importância para a existência de vida na Terra, que mantém as temperaturas médias globais, evitando que haja grande amplitude térmica.

Sobre o tema, responda aos itens a seguir.

- A) Dê exemplos de gases relevantes para o efeito estufa atmosférico e indique as atividades humanas que contribuem para alterar a sua concentração.
- B) Discuta como os gases atmosféricos atuam no balanço energético do sistema terrestre considerando os fluxos radiativos e os princípios físicos envolvidos.

- 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

Em 2001, as comunidades científicas dos então principais programas internacionais relacionados às pesquisas sobre mudanças globais – *International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP)*, *International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change (IHDP)*, *World Climate Research Programme (WCRP)*, *International Biodiversity Programme DIVERSITAS* – concluíram que “... para além da ameaça de alterações climáticas significativas, existe uma preocupação crescente com a modificação cada vez maior de outros aspectos do ambiente global pelo homem e as consequentes implicações para o bem-estar humano”. Como resultado, elaboraram conjuntamente e publicaram a chamada “Declaração de Amsterdã sobre a Ciência do Sistema Terra”.

Essa declaração contém cinco principais conclusões que as pesquisas desenvolvidas por aquelas entidades revelaram ao longo dos anos e com grande grau de evidência.

De forma sucinta, enumere essas conclusões e as analise.

- 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

De acordo com o Segundo Relatório Bienal de Atualização da NDC do Brasil, publicado em 2022 pelo Ministério do Meio Ambiente, as emissões de metano do setor agropecuário brasileiro representavam 66,5% das emissões totais do Brasil. Grande parte dessas emissões vem do setor de pecuária, que é também importante segmento econômico. O país comprometeu-se em reduzir em 30% as emissões de metano até 2030.

Existem três métricas: GWP(100), GTP e GTP* que estão sendo consideradas para contabilizar as emissões do setor pecuário. **Analise-as.**

- 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

A atual geração de modelos climáticos é chamada de Modelos do Sistema Terrestre, que podem ser utilizados tanto para a realização de previsões numéricas de tempo como também para previsões numéricas de clima e para a realização de projeções climáticas futuras, ou seja, projeções do clima para anos, décadas ou mais tempo.

Considerando a utilização de um único modelo do Sistema Terrestre, explique as considerações e configurações que devem ser feitas para:

- A) realizar previsões numéricas de tempo diariamente;**
- B) realizar mensalmente previsões numéricas de clima sazonal;**
- C) realizar projeções climáticas para as próximas décadas.**

Obs.: para cada resposta, liste as principais limitações associadas às previsões ou projeções.

- 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

O saldo de Radiação na Superfície (R_n) representa a quantidade de energia disponível para processos físicos e biológicos como a evapotranspiração e o aquecimento do ar e do solo, constituindo uma grandeza importante para modelar as interações biosfera-atmosfera. R_n pode ser calculado a partir do balanço de fluxos de energia radiativa de onda curta (C) e de onda longa (L) na superfície:

$$R_n = (F_C \downarrow - F_C \uparrow) + (F_L \downarrow - F_L \uparrow),$$

onde $F_C \downarrow$ e $F_C \uparrow$ representam respectivamente o fluxo de radiação solar incidente e refletida pela superfície, $F_L \downarrow$ representa a radiação de onda longa emitida pela atmosfera que atinge a superfície, e $F_L \uparrow$ é o fluxo de radiação de onda longa emitido pela superfície.

O saldo de radiação na superfície é particionado entre os fluxos de calor sensível (H), de calor latente (LE) e fluxo de calor no solo (G):

$$R_n = H + LE + G$$

- A) Em uma superfície terrestre vegetada, sem limitantes hídricos, observou-se a seguinte média diária de fluxos de energia, em unidades de $MJ \cdot m^{-2} \cdot dia^{-1}$: $F_C \downarrow = 14,0$, $H = 2,0$, $LE = 7,0$. O albedo de superfície é de 0,1 e a média diária do balanço de radiação de onda longa é de $-2,5 MJ \cdot m^{-2} \cdot dia^{-1}$. **Determine o fluxo de calor no solo (G).**
- B) **Explique de maneira qualitativa como o saldo de radiação se modifica à noite em comparação com o dia, considerando condições de céu limpo, sem nuvens.**

- 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

