



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL – INPE

MODELAGEM NUMÉRICA DE PROCESSOS FÍSICOS NA ATMOSFERA (PQ021)



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

Nos modelos numéricos, há diversas possíveis escolhas de esquemas de microfísica de nuvens, cada um com suas vantagens e desvantagens. Os esquemas “totalizadores”, ou também denominados “integradores”, e que no jargão comum da área são denominados com as palavras em inglês *bulk microphysics*, estão em diversos modelos numéricos.

Em termos de modelagem de processos microfísicos de nuvens, considerando os esquemas de *bulk microphysics*, responda aos itens a seguir.

- A) O que define um esquema de microfísica ser do tipo “*bulk*”? Justifique.
- B) Os esquemas *bulk* podem ser definidos a partir do seu número de momentos. O que são esses momentos?
- C) Nos esquemas de dois momentos, quais são os parâmetros de ponderação escolhidos para serem esses momentos?

- 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 radiações solar e terrestre sofrem uma série de interações com as nuvens presentes na atmosfera. Tais processos dependem da faixa espectral de radiação e do tipo e características das nuvens. Além de uma série de fenômenos ópticos, os principais efeitos causados por essas interações estão diretamente relacionados à temperatura do planeta Terra.

Acerca desses efeitos e fenômenos, responda aos itens a seguir.

- A) Analise os principais mecanismos de atenuação e incremento de radiação provocados pela interação das radiações solar e terrestre com as nuvens baixas, altas e convectivas profundas.
- B) Explique, em termos de forçante radiativa, a contribuição das nuvens baixas, altas e convectivas profundas no balanço radiativo do planeta.
- C) Qual é o motivo de as nuvens *cumulus* de bom tempo serem brancas e brilhantes e, os *cumulonimbus* profundos, acinzentados e escuros?

- 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 uma maneira bem geral e abrangente, os modelos numéricos de circulação geral da atmosfera consideram variáveis em pontos de uma malha horizontal projetada verticalmente em distintos níveis, e resolvem os termos das equações fundamentais do movimento, da conservação de massa e de calor com métodos numéricos diversos, para obter a representação da evolução temporal tridimensional dos campos. Além dos aspectos dinâmicos, sejam eles de maior ou menor escala, os aspectos termodinâmicos têm fundamental importância dada a fonte de energia associada à condensação do vapor d'água, a qual está diretamente relacionada ao tipo de nuvem formado.

- A) Explique de que modo a representação das nuvens estratiformes por meio da equação da continuidade da água permite diferenciá-las das nuvens convectivas, independentemente da parametrização.**
- B) Explique também qual o impacto de cada um destes tipos de nuvens nas equações da termodinâmica em relação aos termos diabáticos.**

Para responder a esta questão, considere as diversas variáveis que o modelo calcula, bem como as diferentes características das mesmas e de suas distribuições quando se compara nuvens estratiformes e convectivas.

- 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

Nos modelos numéricos de previsão de tempo e clima, ainda é um grande desafio representar de forma adequada a complexidade dos processos microfísicos que afetam a formação de nuvens e conseqüentemente a precipitação. As parametrizações de microfísica de nuvens buscam representar a população de partículas de nuvem e precipitação, assim como diminuir as incertezas nas descrições empíricas, teóricas e numéricas dos processos físicos de nuvens.

Faça uma lista sucinta e clara (sem o uso de equações), da(s) principal(is) característica(s) e apresente as principais vantagens e/ou desvantagens das parametrizações de microfísica de nuvens do tipo WSM5/WSM6, de Thompson e de Morrison.

- 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 efeito radiativo de nuvens no clima ainda é uma grande incerteza em cenários futuros de mudanças climática. Parte disso vem das enormes incertezas naturalmente associadas a um processo com aspectos teóricos a serem aprofundados, bem como a necessidade premente de se ter mais e melhores medidas dos efeitos radiativos em nuvens. Entretanto, alguns efeitos já são bem conhecidos, como por exemplo o efeito Twomey, que associa alterações na concentração de gotas com o albedo da nuvem.

Considere um modelo simples de interação entre uma camada de nuvem estratiforme e a radiação de onda curta incidente. Neste modelo simplificado, a refletividade da nuvem no espectro de onda curta é diretamente proporcional à superfície total das gotas desta nuvem. Considere agora duas condições distintas, limpa e poluída. Na condição limpa, a nuvem conta com uma concentração N de gotas. Já na situação poluída, devido à presença de um número maior de aerossóis na atmosfera, a nuvem conta com uma concentração maior de gotas que na condição limpa. A condição atmosférica alterada é tal que o número de núcleos de condensação de nuvens na condição poluída é o dobro da observada na condição limpa e, conseqüentemente, a concentração de gotas na condição poluída é o dobro da condição limpa.

Considerando que, em ambas as condições, o volume total de água líquida na nuvem se mantenha inalterado, calcule a mudança relativa no albedo da nuvem devida ao incremento de aerossóis na 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

Realização

