

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas
Programa de Pós-Graduação em Meteorologia
Curso de Graduação em Meteorologia

MODELAGEM ATMOSFÉRICA

Aula 9



Universidade Federal
de Campina Grande

Disciplina:

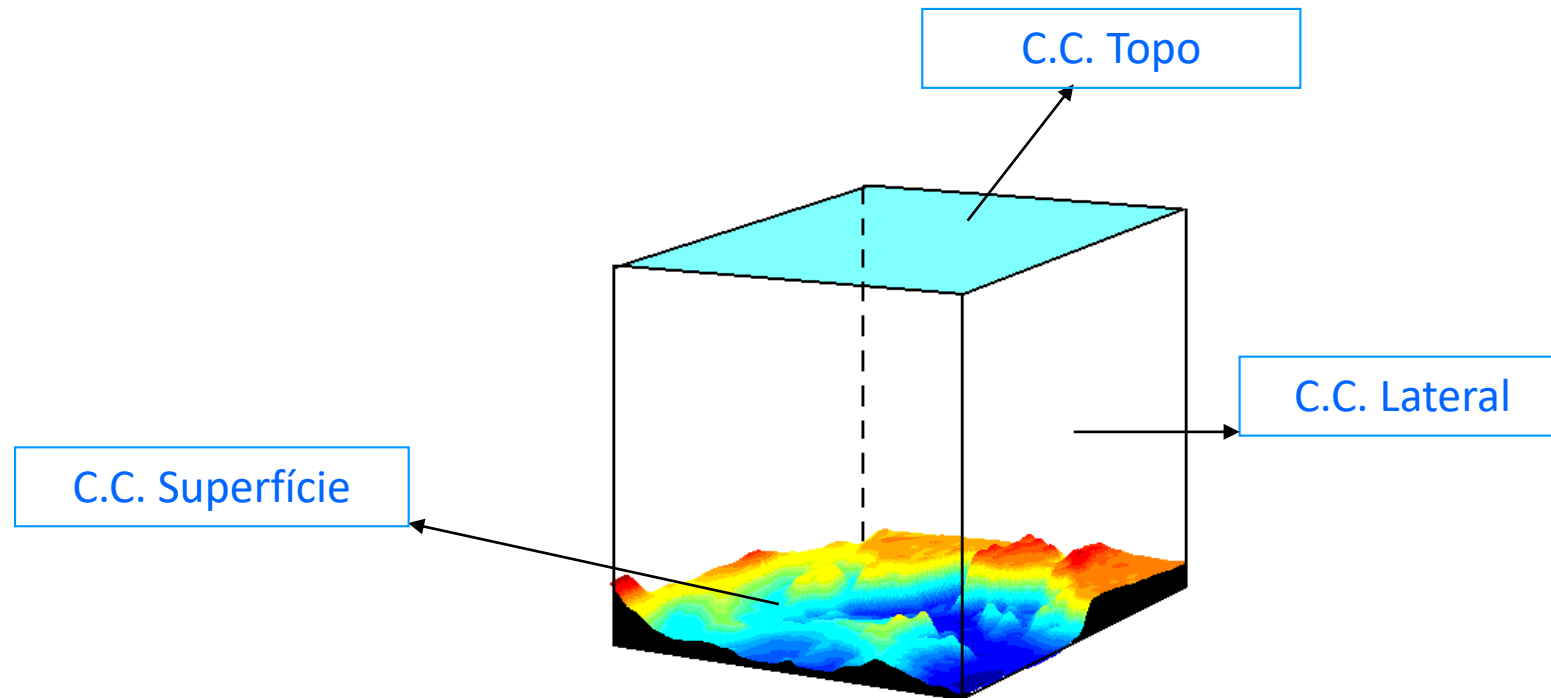
Modelagem Atmosférica

Enilson Palmeira Cavalcanti
enilson.cavalcanti@ufcg.edu.br

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas
Graduação e Pós-Graduação em Meteorologia

Condições de contorno

Objetiva minimizar a reflexão de informações indesejáveis para dentro do domínio do modelo. Entretanto, deve-se permitir a entrada de informações de larga escala.



Condições de contorno lateral

A condição de contorno lateral, ou de fronteira lateral, tem por princípio permitir que ondas de gravidade e outros fenômenos advectados tenham passagem livre pela fronteira e, assim, não consentir reflexão para o interior da área de domínio.

1) Gradiente

Manter na fronteira um gradiente nulo

$$\frac{\partial \phi}{\partial x} \cong \phi(n-1) - \phi(n) = 0$$

2) Radiativo

Supõe-se que estas ondas se movem como a propagação de uma onda linear, formulada matematicamente por:

$$\partial u / \partial t = -c (\partial u / \partial x)$$

Condições de contorno lateral

Alguns métodos utilizados se diferenciam, basicamente, pela forma da obtenção de c .

Orlanski (1976) propõe o cálculo pela expressão abaixo. É calculada no passo de tempo anterior e no primeiro ponto interior à fronteira.

$$c = -(\partial u / \partial t) / (\partial u / \partial x)$$

Klemp & Lilly (1978) sugerem que se aplique o valor da média vertical segundo Orlanski, para toda a coluna do domínio.

Klemp & Wilhelmson (1978) sugerem o uso de um valor típico para a velocidade de fase da onda de gravidade (10 - 30 m/s). Na prática, qualquer método aplicado como condição lateral não evita totalmente a reflexão, mas é altamente relevante que a reflexão seja mínima.

3) Esponja

Em que $r \neq 0$ é o coeficiente de relaxação, ϕ_0 é o valor desejado de $\bar{\phi}$ para o contorno.

$$\partial \phi / \partial t = -u \partial \phi / \partial x - r(\bar{\phi} - \phi_0)$$

Condições de contorno lateral

4) Cíclica

O valor da variável dependente para uma borda do domínio do modelo assume de forma idêntica o mesmo valor da borda oposta.

$$\phi(x_D) = \phi(x_0)$$

Em resumo, pode-se observar:

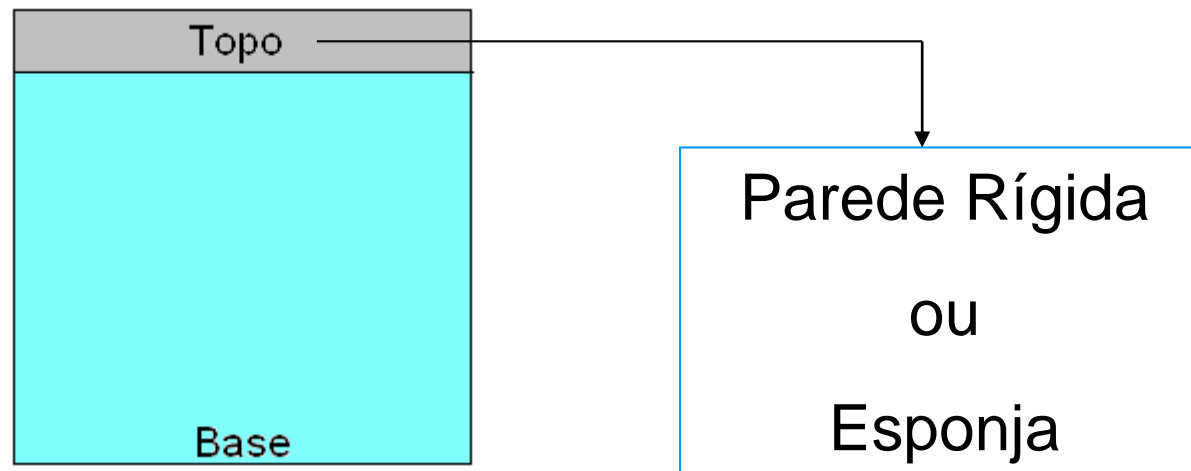
- 1) É interessante remover o contorno lateral dando importância a área de interesse.
- 2) Que as informações de larga escala possam influenciar através das bordas.
- 3) A condição Radiativa possibilita uma expansão da área útil do modelo.



Condições de contorno no topo

O topo do modelo deve ser suficiente para possibilitar a retirada de um camada deixando apenas uma altura útil (a exemplo do contorno lateral).

Neste contexto é proposto que o topo do modelo alcance, a depender do interesse, uma das seguintes condições: 1) a base da Estratosfera; 2) a altura da Tropopausa e 3) a altura de uma camada estável.



Condições de contorno à superfície

- # Único contorno que tem significado físico.
- # Diferentes gradientes de variáveis dependentes geram circulações de mesoescala.
- # Topografia, solo nu, solo vegetado, corpo d'água, etc. geram circulações.
- # Mudanças provocadas pelo homem ou animais podem acarretar substanciais mudanças.

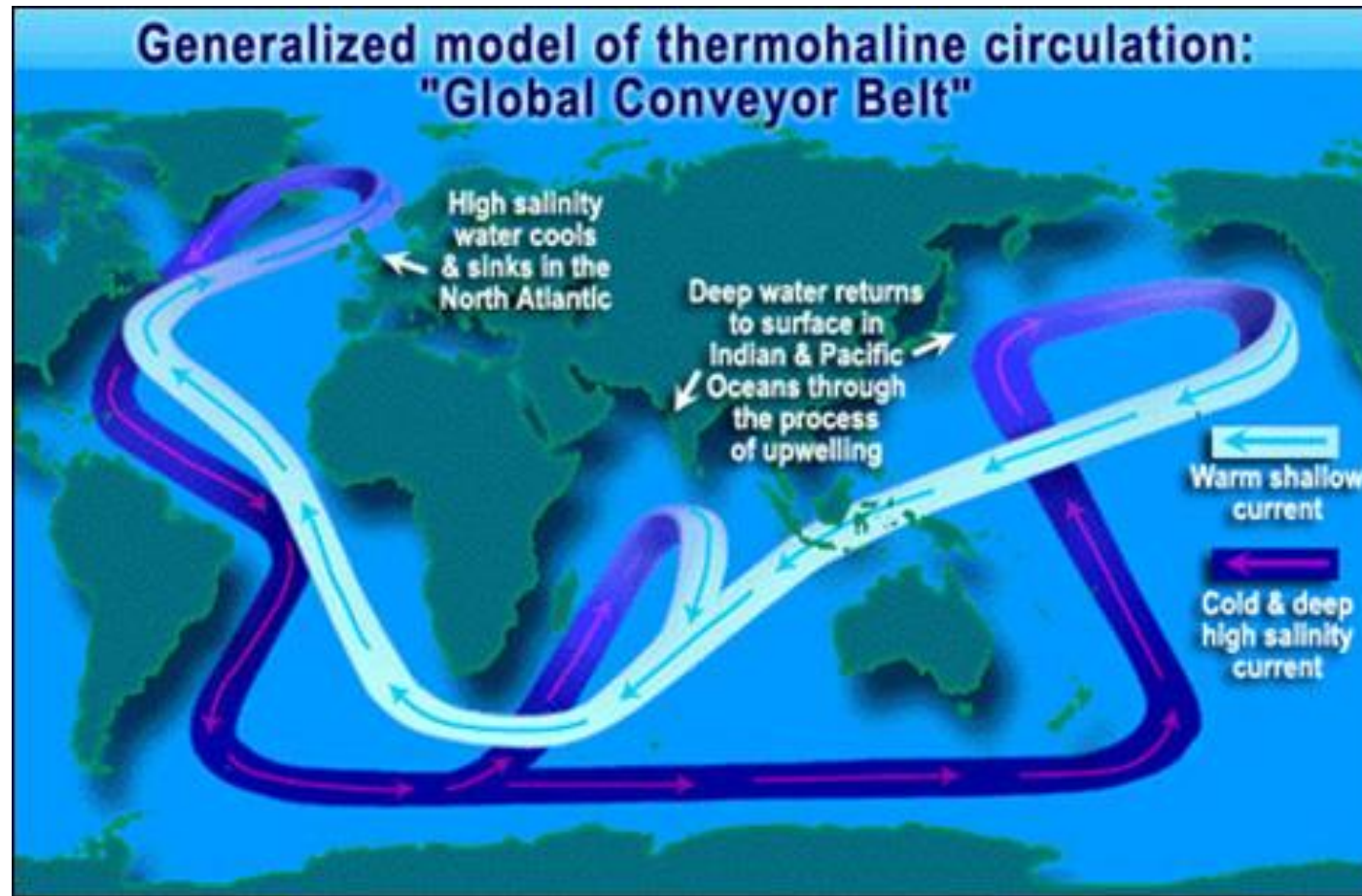
Devido a importância das Condições de Contorno à Superfície, estas devem ser bem representadas num modelo numérico da atmosfera.

Obs.: É comum tratar Terra e Água separadamente

Corpos d'água (lagos, mares e oceanos)

Faz-se necessário permitir interações dinâmicas e termodinâmicas entre o ar e a água (ondas, correstes oceânicas, gradientes de temperatura e salinidade, variações diurnas no gradiente vertical de temperatura e salinidade, evaporação potencial, balanço de energia, etc.)

Condições de contorno à superfície



Desafio – acoplamento de Modelos Oceânicos.

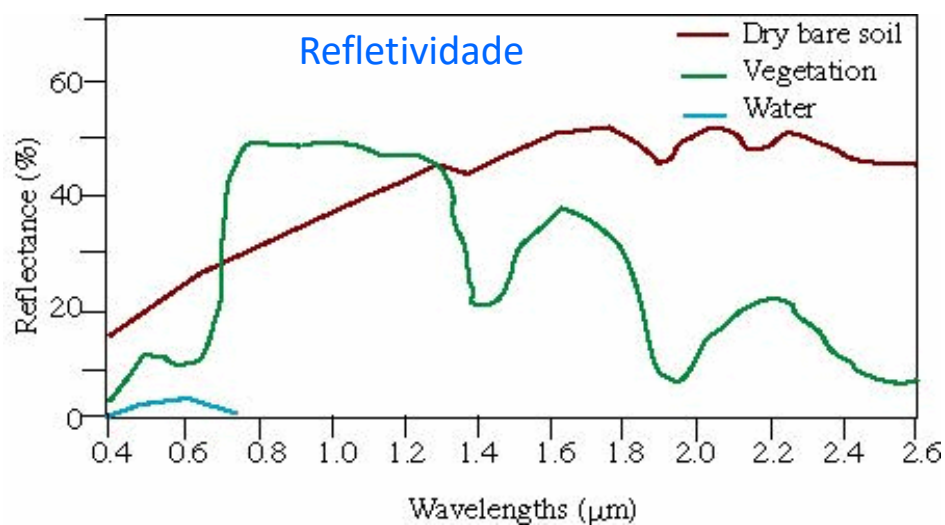
Condições de contorno à superfície

Solo nu

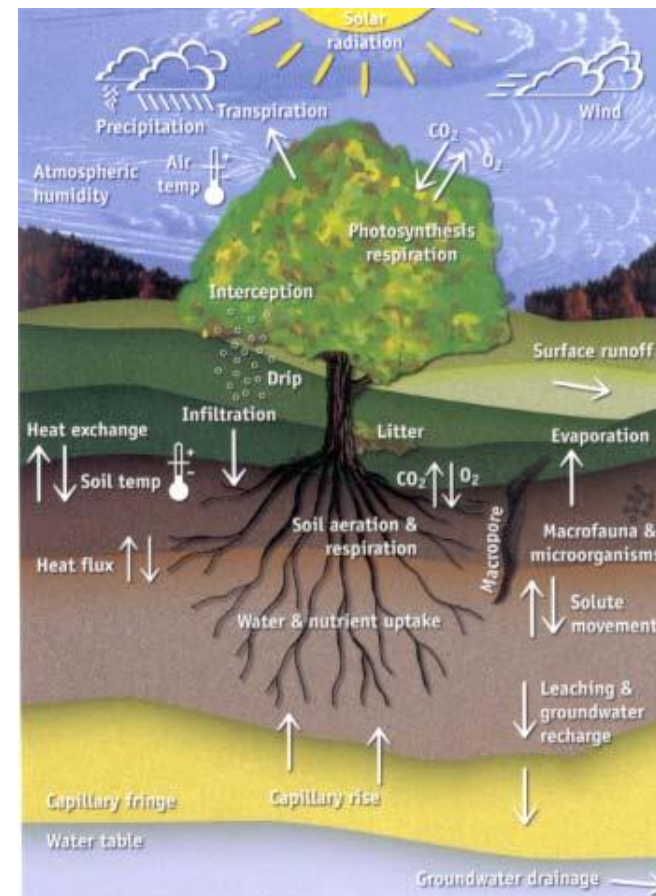
Tipo, balanço hídrico (evaporação real), balanço de energia.

Solo vegetado

Tipo de solo, tipo de vegetação, balanço hídrico (evapotranspiração real) - balanço de energia.

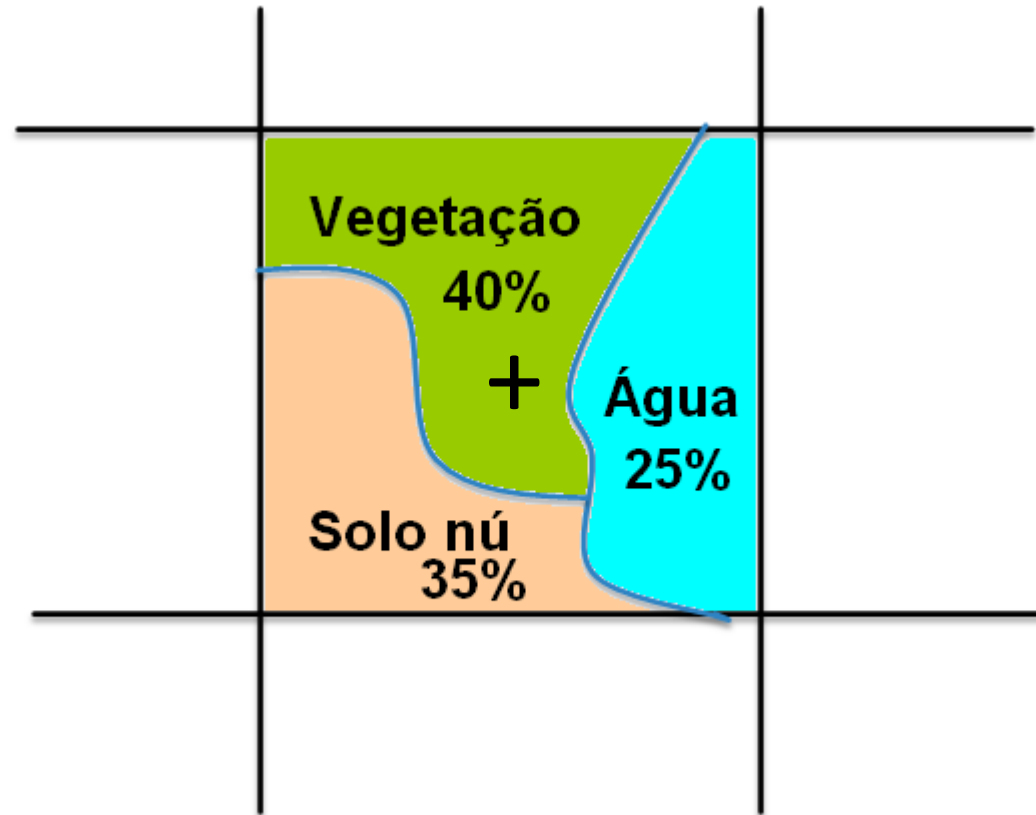


Modelo Solo- Vegetação



Condições de contorno à superfície

Exemplo geral do cálculo do balanço de energia (BRAMS)



$$BE = 0,4 BE_{vegetação} + 0,25 BE_{água} + 0,35 BE_{solo\ nú}$$



Fim da Aula-05/Módulo-02

F I M