

ROTEIRO DE ESTUDO

Notas expositivas (slides) e Referências bibliográficas como material de apoio à consulta

**Aula 1**

**1) Balanço global de radiação e energia**

**2) Temperatura do ar**

**1) Balanço global de radiação e energia**

**Radiação solar e terrestre**

Referência: Atmosphere, Weather and Climate, 8th ed. Barry & Chorley 2003. Cap. 3 Solar radiation and the global energy budget

- Que tipo de energia radiativa força a termodinâmica da atmosfera ?
- O que promove o aquecimento diferencial ?
- Material de apoio Item A da referência

Fontes externas de energia para a atmosfera

Espectro de radiação solar e terrestre

Radiação solar: onda curta

Radiação terrestre: onda longa ou infravermelho termal

Gases de absorção de radiação solar e terrestre na atmosfera

Aquecimento diferencial da Terra (escala anual)

Variabilidade latitudinal e sazonal

Ângulo de altitude solar

Distância do sol (afélio e periélio)

- Quais as formas de transferência de calor relevantes na atmosfera

Material Item B referência pgs 37-38

## Balanço global de radiação no topo da atmosfera

Referência: Item 6.8.1 Radiation balance of the earth (Peixoto & Oort, Physics of Climate).

A Terra em suposto equilíbrio radiativo no topo da atmosfera tem os ganhos de radiação equivalentes às perdas, na média global (tempo e espaço), estabelecendo-se desta forma um balanço. Sejam as 4 componentes dos fluxos de radiação média global no topo da atmosfera terrestre (em  $\text{Wm}^{-2}$ ) definidas como:

$S_i$  = irradiância solar incidente ;  $S_r$  = irradiância solar refletida

$L_e$  = irradiância termal emergente ;  $L_i$  = irradiância termal incidente

- a) Questão: equacione o modelo simplificado do balanço médio global de energia radiativa p.u.tempo (em J/s) no topo da atmosfera segundo as 4 componentes, supondo o raio da Terra esférica =  $R$ , constante solar =  $S_o$ , a temperatura de equilíbrio do sistema =  $T_e$ , do albedo médio global =  $\alpha$ , da emissividade do sistema =  $\epsilon$ ; constante de Stefan-Boltzmann  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$
- b) Questão: Supondo o sistema como um corpo negro radiativo, calcule as 4 componentes (em  $\text{Wm}^{-2}$ ) individualmente a partir apenas de:  $S_o = 1380 \text{ Wm}^{-2}$ ,  $\alpha = 0,30$
- R:  $S_i = 345$  ;  $S_r = 104$ ;  $L_e = 241$ ;  $L_i = 0$
- c) Questão: Como é definida a constante solar ?
- d) Questão: Deduza a temperatura efetiva de equilíbrio da atmosfera  $T_e$  segundo o modelo simples do balanço global de radiação nas condições do item (a)

Referência Item 2.1 Goosse et al (2010) Introduction to climate dynamics and climate modelling. Chapter 2: The energy balance, hydrological and carbon cycles.

$$R: T_e^4 = \frac{S_o(1-\alpha)}{4\sigma\epsilon}$$

- e) Supondo a Terra um corpo negro radiativo, calcule a temperatura de equilíbrio radiativo  $T_e$  nas condições do item (b).  
Qual a temperatura média do ar na superfície terrestre ? Por quê ela é muito diferente de  $T_e$  ?
- f) O que é albedo, e o que contribui para seu valor médio terrestre e variabilidade no espaço ? Veja Fig. 6.10.  
Compare o valor da irradiância solar absorvida média no topo da atmosfera e da irradiância termal emergente, nas condições do item (b) ? Explique a variabilidade espacial destas componentes na superfície terrestre ? Veja Figs. 6.10 e 6.14 (Peixoto & Oort).
- g) A hipótese de haver um balanço de radiação global médio terrestre é bastante razoável na média do intervalo de um ano. Todavia há déficit ou superávit de radiação dependente da época do ano.  
Questão: explicar quanto (em  $\text{Wm}^{-2}$ ), quando e por quê ?

## Balço global de radiação e energia (topo e superfície)

- Atmosfera é radiativamente deficitária  
O saldo de radiação solar na atmosfera é positivo =  $97 \text{ W m}^{-2}$   
O saldo de radiação terrestre termal na atmosfera é negativo =  $-201 \text{ W m}^{-2}$   
Portanto saldo total de **radiação** na atmosfera é negativo =  $-104 \text{ W m}^{-2}$
- Superfície é radiativamente superavitária  
O saldo de radiação solar na superfície é positivo =  $144 \text{ W m}^{-2}$   
O saldo de radiação terrestre na superfície é negativo =  $-40 \text{ W m}^{-2}$   
Portanto saldo total de **radiação** na superfície é positivo =  $104 \text{ W m}^{-2}$
- Como se dá a compensação global : pelo balanço de **energia** na superfície  
Rn como energia disponível na superfície é positiva =  $104 \text{ W m}^{-2}$   
Energia disponível Rn é transformada em outras formas de energia (transporte turbulento por calor sensível e calor latente por evapotranspiração)
  - O fluxo de calor sensível H na superfície =  $19 \text{ W m}^{-2}$
  - O fluxo de calor latente LE na superfície =  $85 \text{ W m}^{-2}$
- Padrões espaciais e sazonais (mensais) com forte efeito da forçante solar e da cobertura de nuvens

## Temperatura do ar

- Como manifestam-se os padrões espaciais de temperatura média na superfície

Zonalidade e Assimetrias latitudinais

Controle das correntes marítimas quentes e frias

Referência: Item 8.1 Mean temperature of the oceans (Peixoto & Oort, Physics of Climate) pgs 176-179

Outros efeitos (grande escala: continentalidade) (meso escala: topografia, vegetação e urbanização)

- Como manifestam-se os padrões de temperatura média no perfil atmosférico vertical
  - Diferenças de latitude
  - Quebra da tropopausa