Dinâmica externa

Interações geosfera-atmosfera-hidrosfera

Dinâmica do Sistema Terra I – LiGEA

Componentes

- Na superfície da Terra diferentes esferas interagem:

- A litosfera (camada superficial sólida)
- A atmosfera e a hidrosfera (camadas fluídas acopladas)
- A biosfera (seres vivos colonisadores da superficie continental)

- Essas camadas captam e transformam os fluxos de energia que recebam.
- Há transferência de matéria e energia entre as esferas

Fontes de energia

Origem Interna resulta de:

- calor inicial (fase de acresção planetária),
- radioatividade,
- Fluxo médio:

  0,05 W/m^2
- essencial para a geodinâmica terrestre (tectônica de placas) variável geograficamente (< escudos continentais, > hot spot, cadeias mesoceanicas)

- **Origem Externa**:

provém da energia solar.

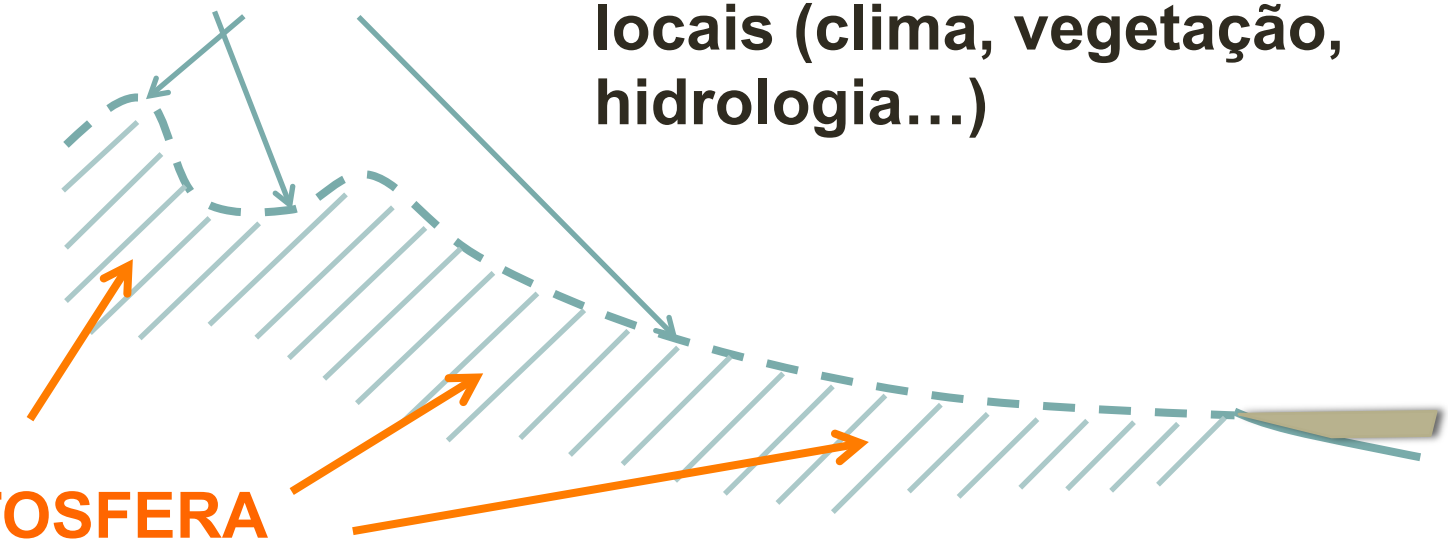
- Fluxo médio incidente:

  342 W/m^2
- A totalidade do fluxo solar não é absorvida, atmosfera e superfície terrestre tem um poder refletor (albedo).

ATMOSFERA

- Camada fluída (gás, água)
- Em movimento
- Baixas pressões
- Diversidade das condições locais (clima, vegetação, hidrologia…)

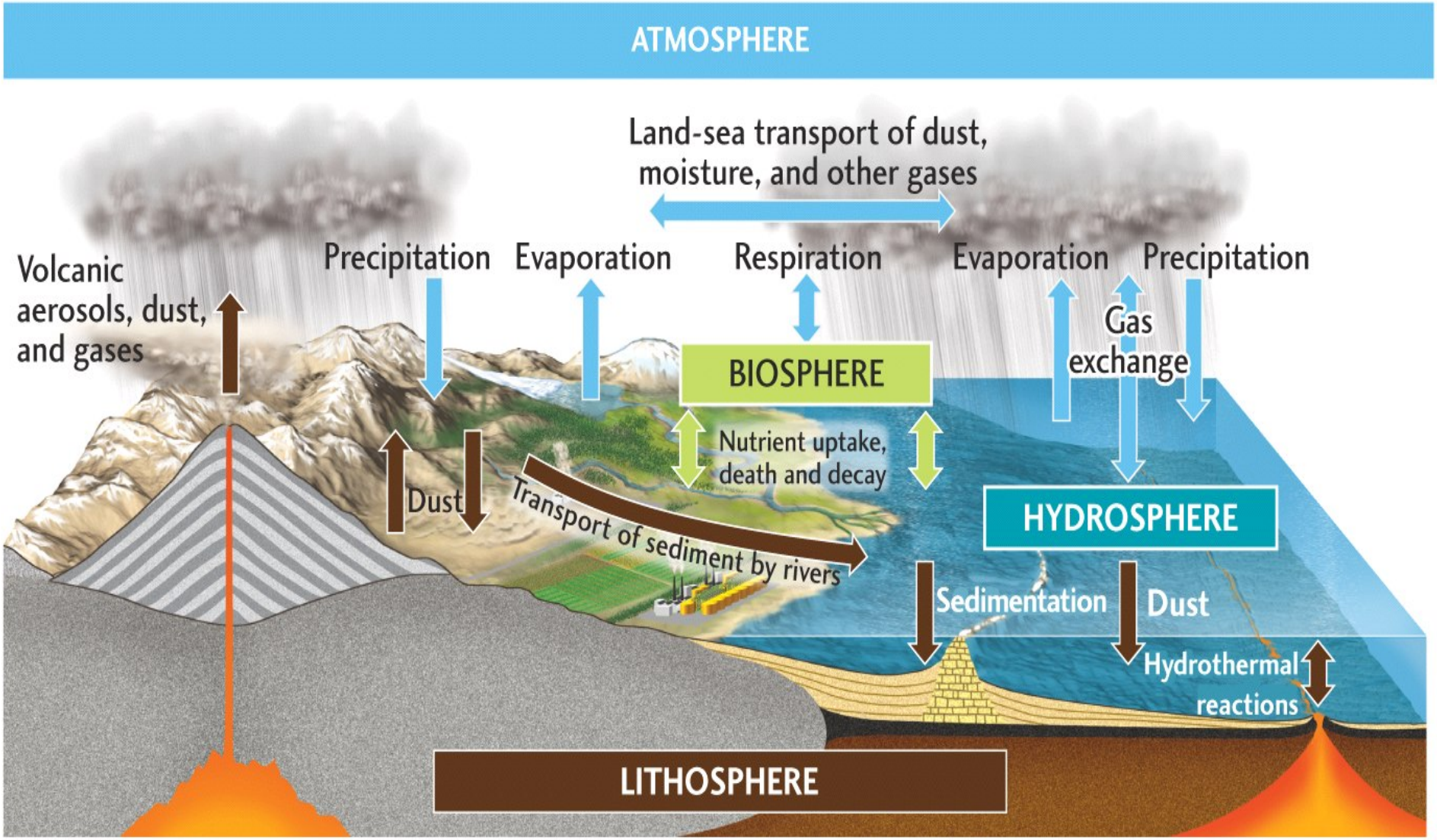
INTERFACE



LITOSFERA

- camada mineral sólida
- estática (em curtas escalas de tempo)
- Fortes pressões
- Homogeneidade das condições locais (litologia, temperatura…)

Interface entre camadas fluidas e camada sólida: troca de energia e matéria



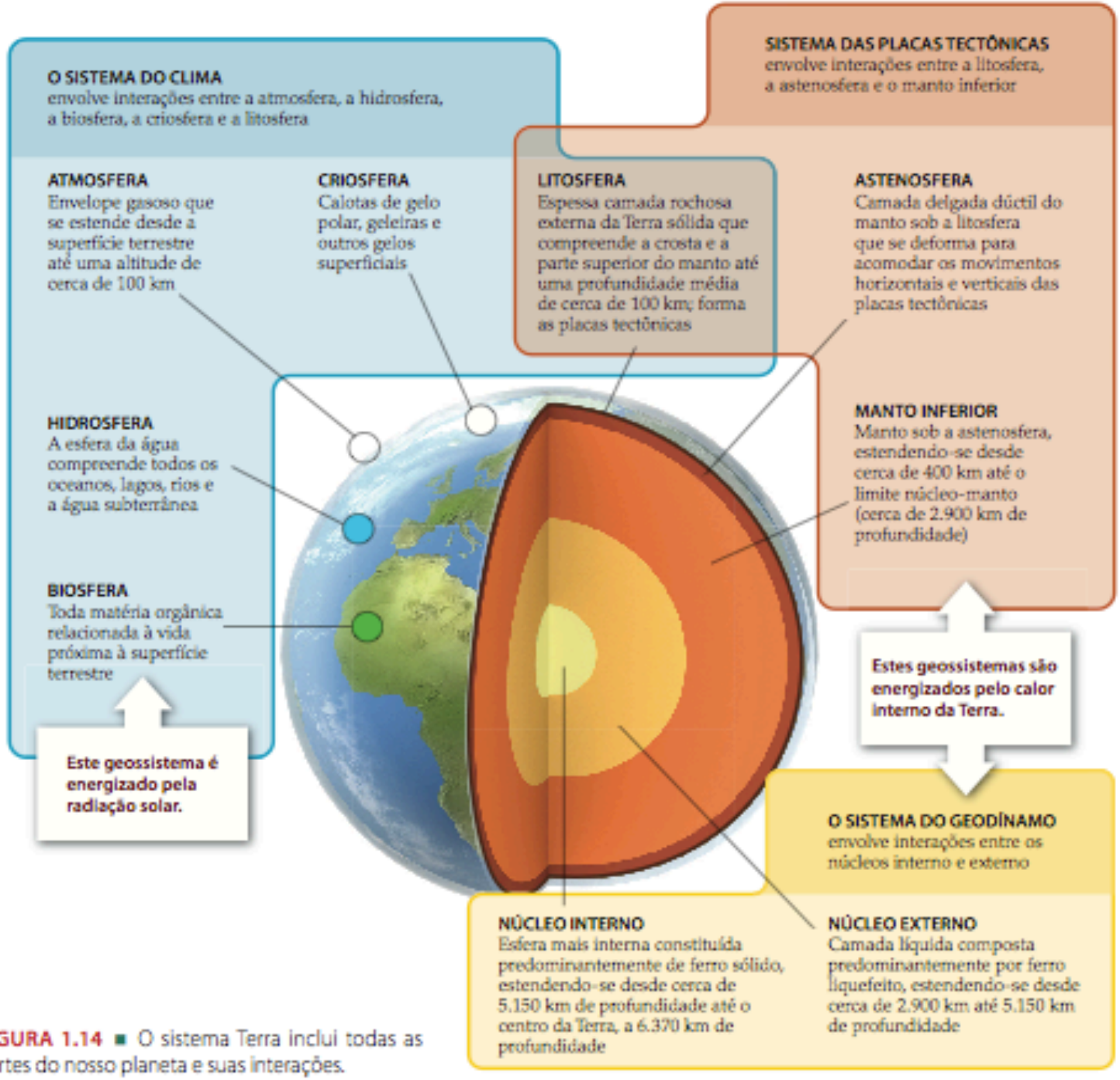
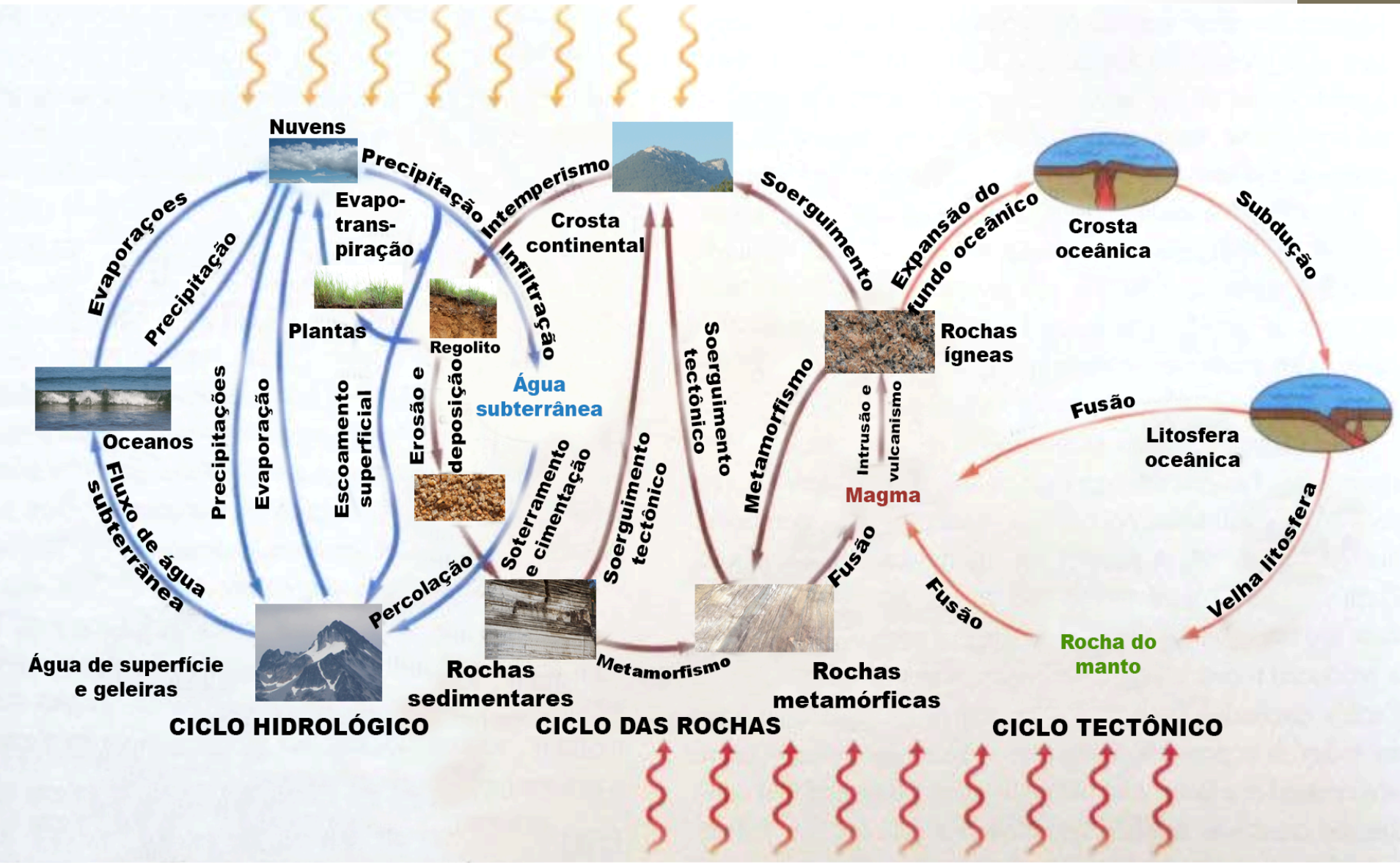


FIGURA 1.14 ■ O sistema Terra inclui todas as partes do nosso planeta e suas interações.

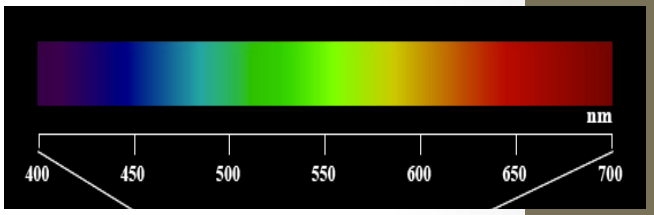
Press et al., 2013, Para entender a Terra 6a Ed.

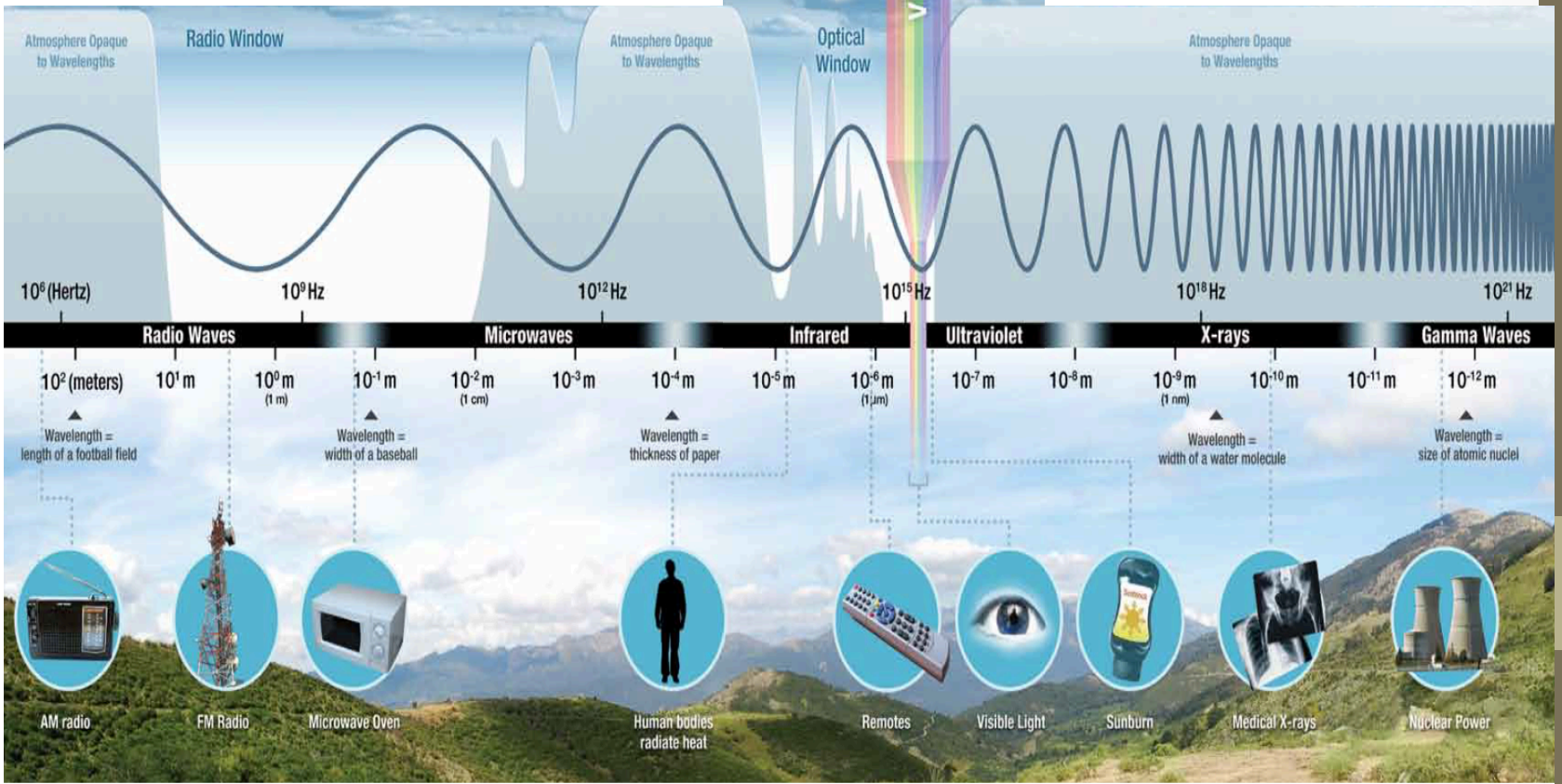


Modificado de Skinner et al., 2004

ENERGIA DO SOL

A radiação solar





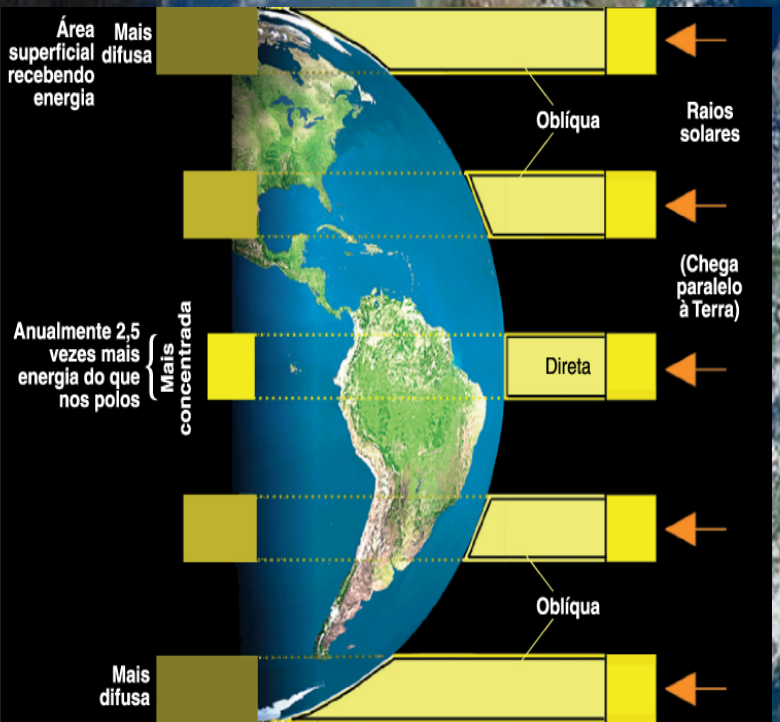
http://missionscience.nasa.gov/ems/01_intro.html

A Terra como receptora da radiação solar

- Não é distribuída uniformemente na superfície devido a esfericidade da Terra
- Varia em função da latitude
- Varia ao longo do ano em função de sua inclinação

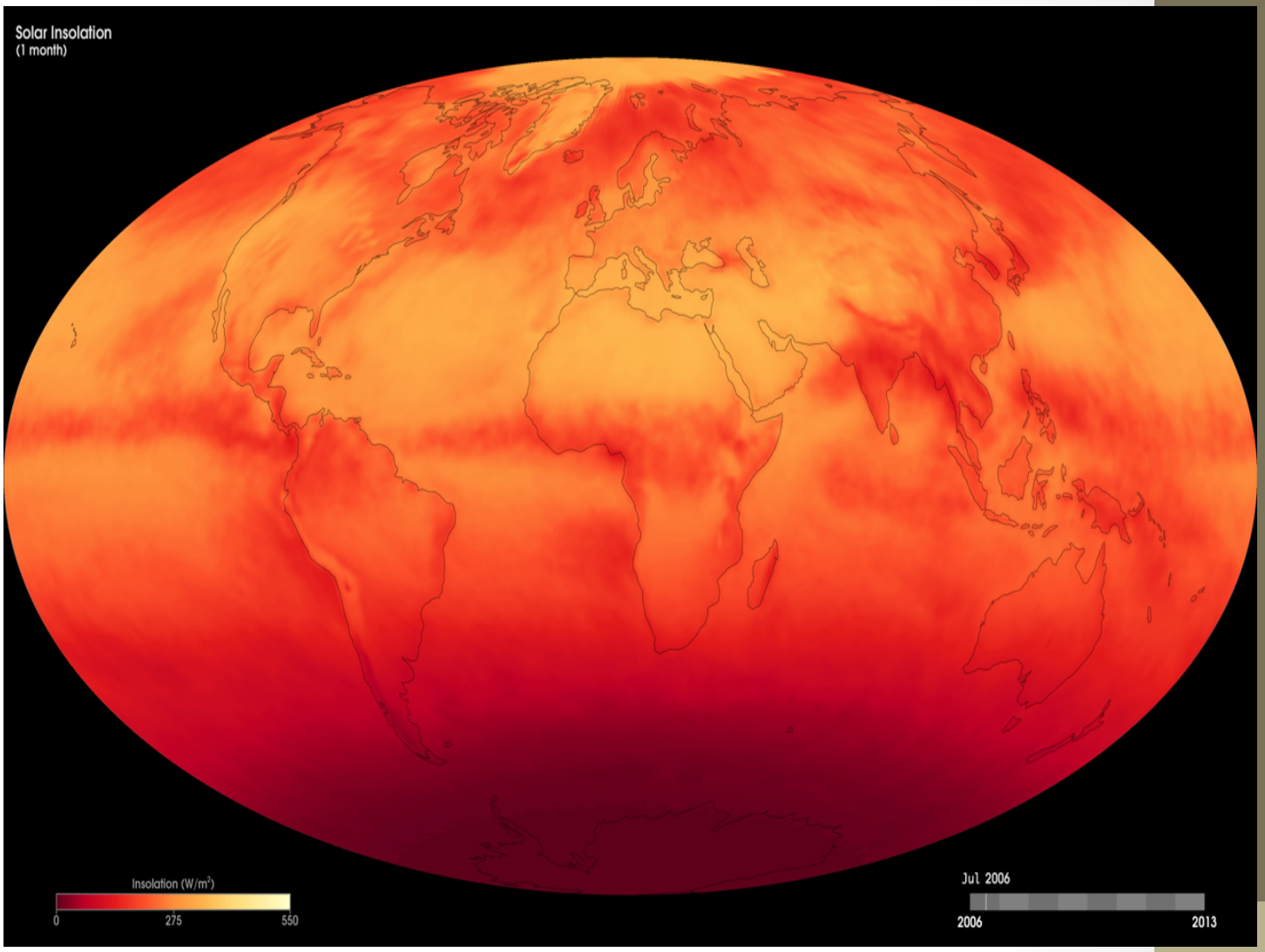
Superfície maior, angûlo de incidência dos raios solares elevado
Quantidade de energia recebida menor

Superfície menor, angûlo de incidência dos raios solares baixo
Quantidade de energia recebida maior



Christopherson R.W. (2012) . Geossistemas: uma introdução a geografia física. 7a Ed. Bookman

Esta figura mostra a quantidade média de radiação solar recebida pela superfície da Terra ao longo dos meses desde julho de 2006 até setembro de 2013. Vemos nitidamente que **a insolação máxima varia e oscila entre os 2 hemisférios ao longo do ano**. Para simplificar, vamos considerar um **Valor médio de 342 W/m²**



http://svs.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/details.cgi?aid=30367

A energia recebida pela Terra pode ser

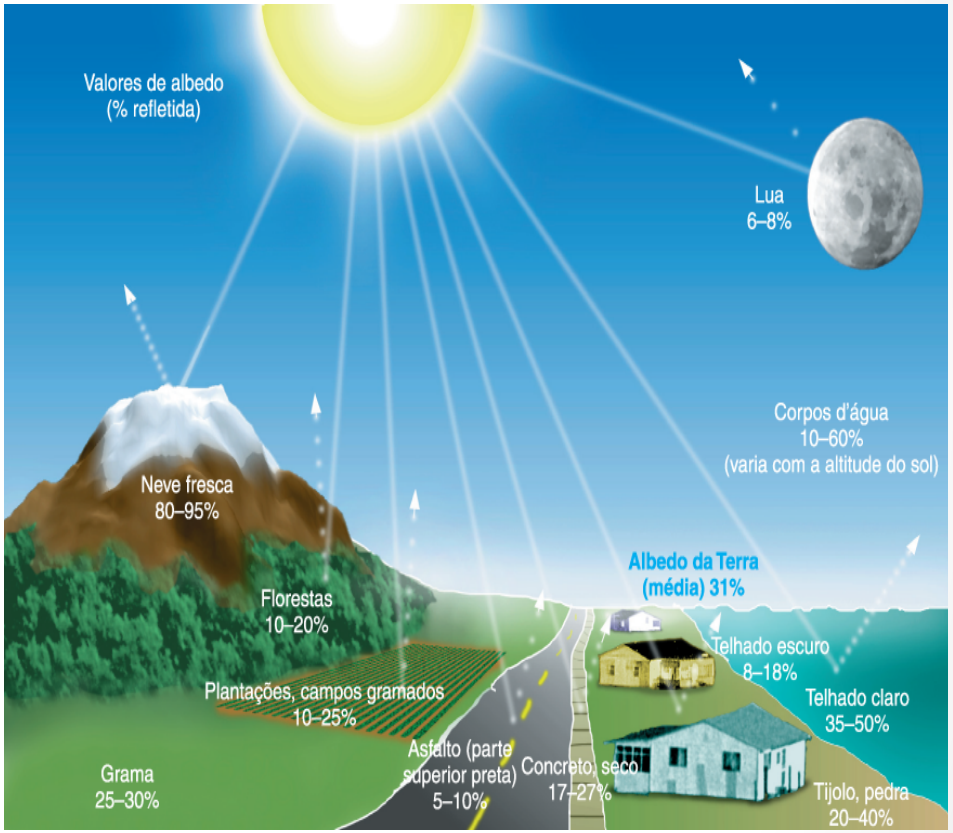
Refletida de volta para o espaço (ondas curtas)

Absorvida e convertida em energia de ondas longas que aquece a Terra

ALBEDO

Albedo

- Razão entre a quantidade de energia solar refletida para o espaço pela superfície da Terra e a atmosfera e a quantidade de energia solar recebida.
- Variável (todos os corpos não têm o mesmo poder refletor)
- Valor médio: 0,3



Christopherson R.W. (2012) . Geossistemas: uma introdução a geografia física. 7a Ed. Bookman

Variação mensal do albedo de 2000 até 2013

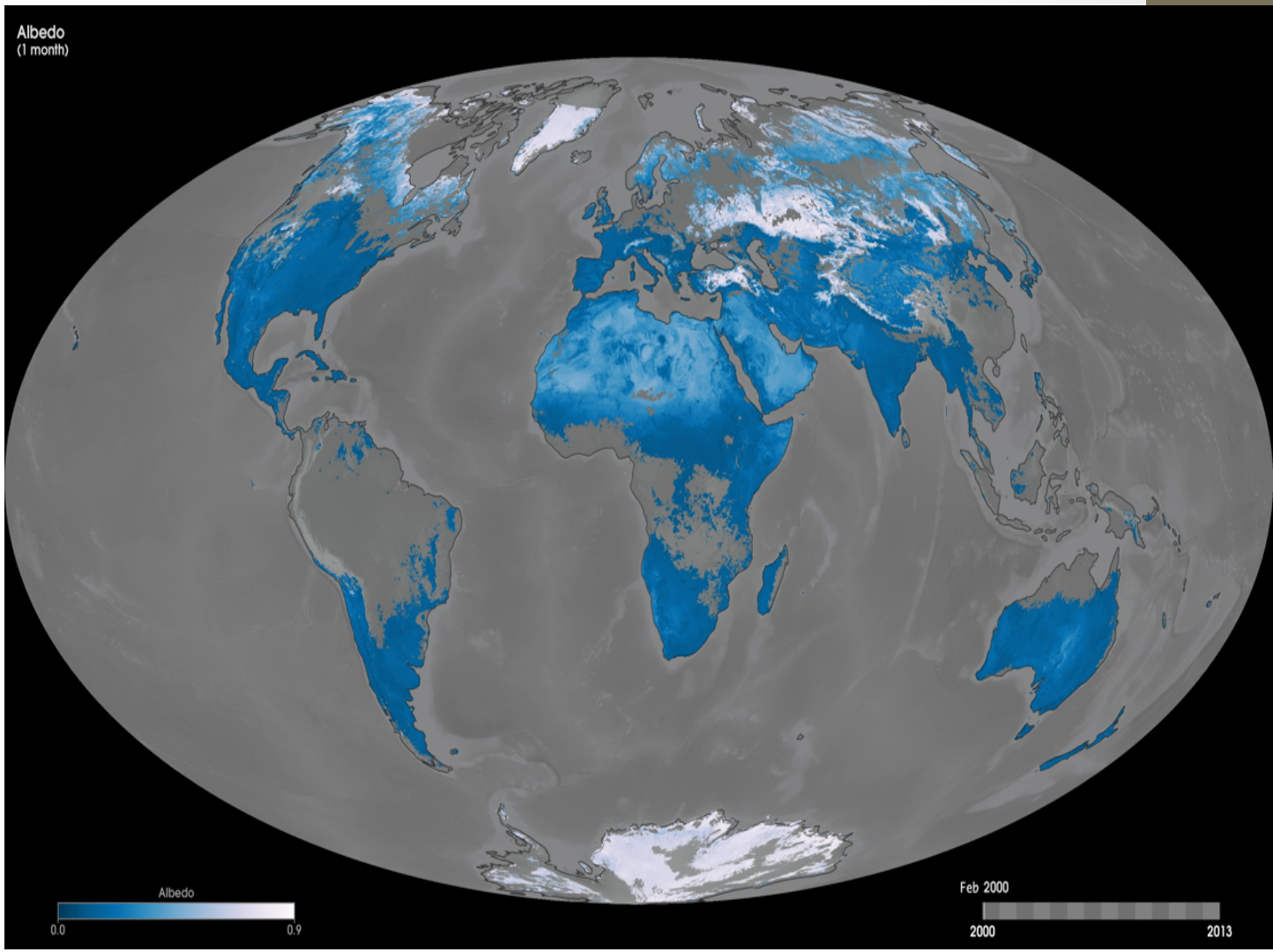
Superfícies com albedo alto: areia, neve, gelo e algumas superfícies urbanas como o concreto.

Superfícies com albedo baixo: florestas, oceanos, e algumas superfícies urbanas como o asfalto.

Na escala de variação do albedo 0 = a energia solar não é refletida

Albedo = 0,9 significa que praticamente toda a energia recebida é refletida.

http://svs.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/details.cgi?aid=30371



Portanto, azul escuro indica superfícies que não refletem muito a luz solar e azul claro, indica superfícies onde maior quantidade de energia solar é refletida. Areas pretas ou cinzas significam que não há registro de dado (seja porque está acima do oceano seja por conta da cobertura de nuvens).

Parte da energia recebida é absorvida…

A atmosfera deixa passar 51% da energia recebida a qual é absorvida pelos continentes e oceanos.
O Resto é absorvido pelo vapor d'água, poeira e O3 da atmosfera (16%) e pelas nuvens

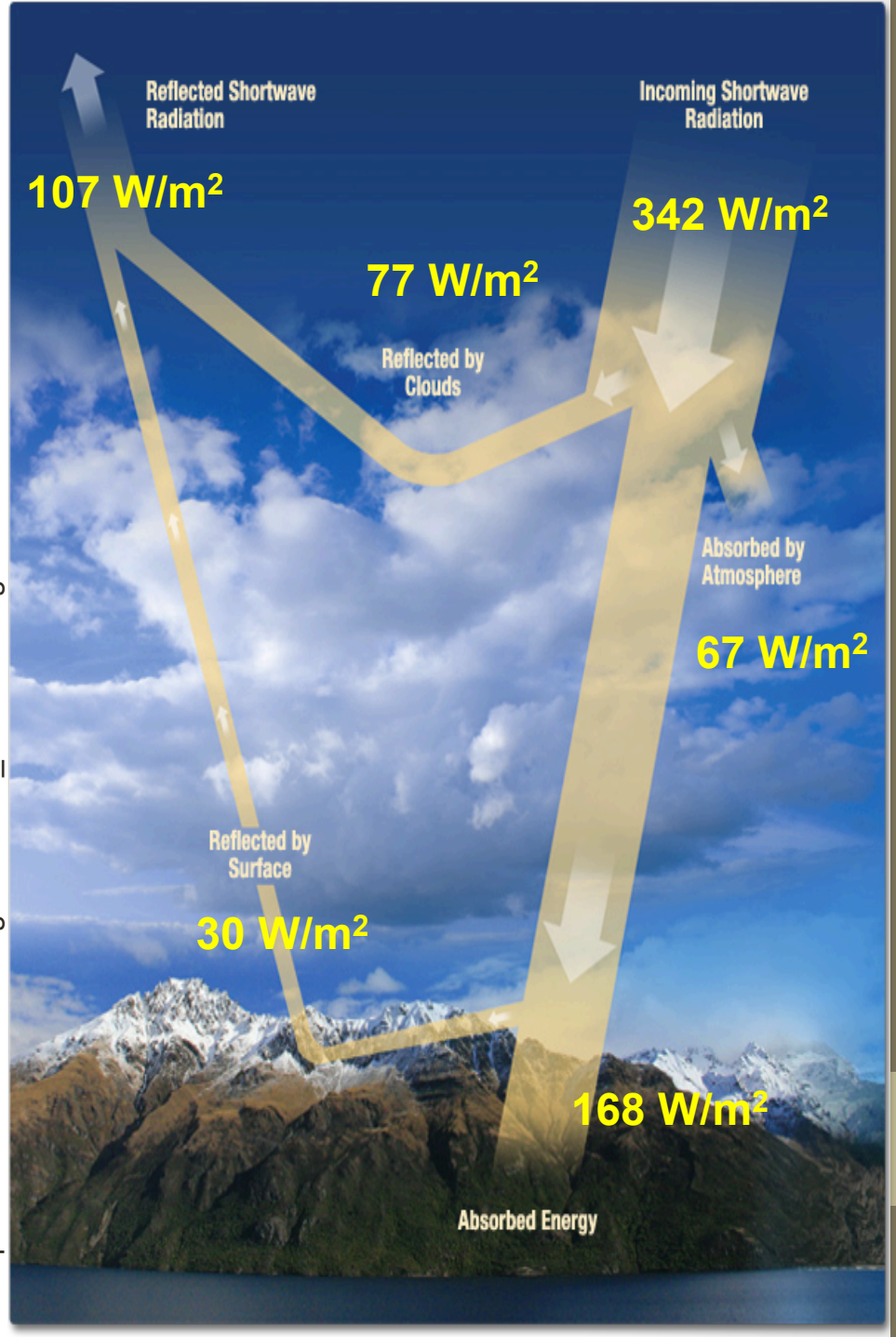
- Por moléculas de água (nuvens e vapor d' água na atmosfera)
- Por gases de efeito estufa (O_3, CO_2, CH_4), aerossóis
- Pela superfície da atmosfera

A Terra recebe 342 W/m^2

77 W/m^2 são refletidos pela atmosfera
30 W/m^2 são refletidos pela superficie, o que dá um total de 107 W/m^2 refletidos, o que corresponde a 31%, ou seja um albedo de 0,3.

São diretamente devolvidos para o espaço sem ser abosorvidos pela Terra.

A radiação restante é absorvida tanto pela atmosfera (67 W/m²) quanto pela superfície terrestre (168 W/m²).
(=235 W/m^2)
(342-107=235)



http://missionscience.nasa.gov/ems/13_radiationbudget.html

A Terra como emissora da radiação

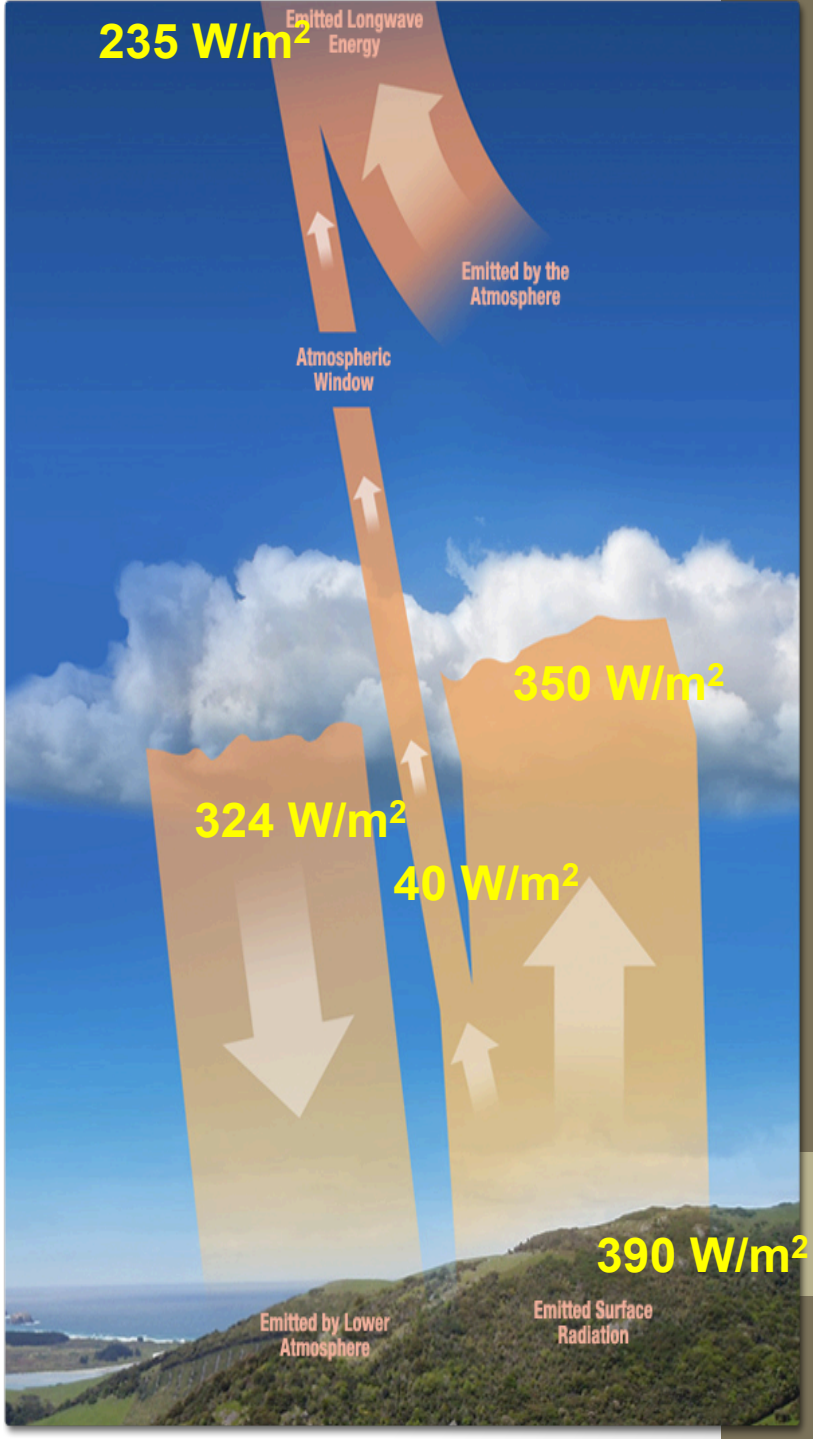
- A Terra e a atmosfera absorvem parte da radiação solar (ondas curtas) o que aquece o sistema (efeito estufa)
- Para esfriá-lo é necessário emitir energia: radiação para o espaço.
- Infravermelho (ondas longas)

Radiação emitida para o espaço: a superfície terrestre e a atmosfera emitem calor sob forma de ondas IR para o espaço.

A evapotranspiração gera calor latente (78 W/m²) que retorna à Terra associado à chuva.

A radiação da superfície terrestre (390 W/m²) encontra a atmosfera, 40 W/m² são emitidos diretamente para o espaço, 350 W/m² encontra os gases de efeito estufa e parte do calor volta para a superfície terrestre (324 W/m²).

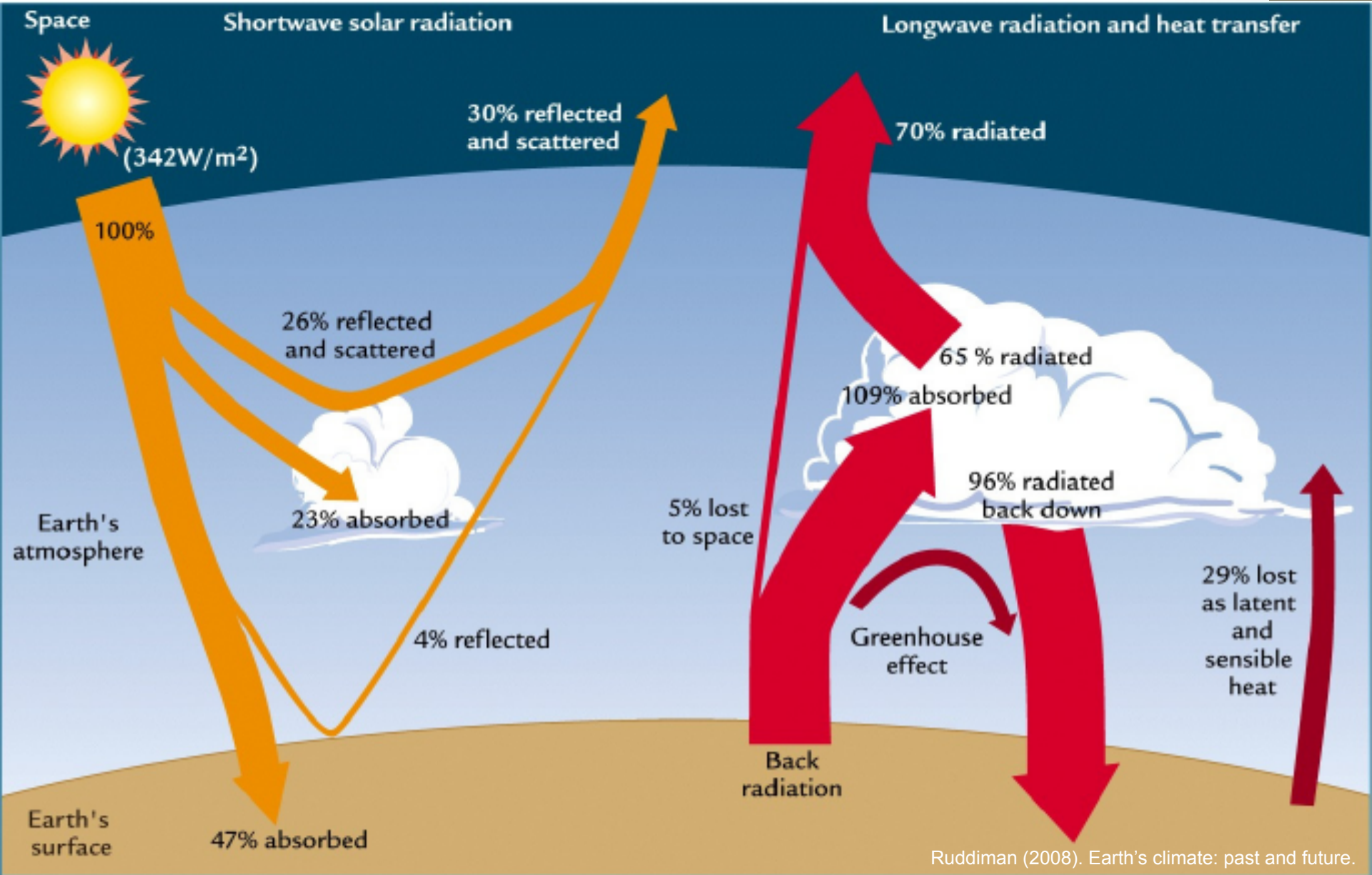
A atmosfera emite o calor restante (235 W/m²).



http://missionscience.nasa.gov/ems/13_radiationbudget.html

BALANÇO RADIATIVO

= equilíbrio entre a energia solar recebida e a energia emitida pela Terra

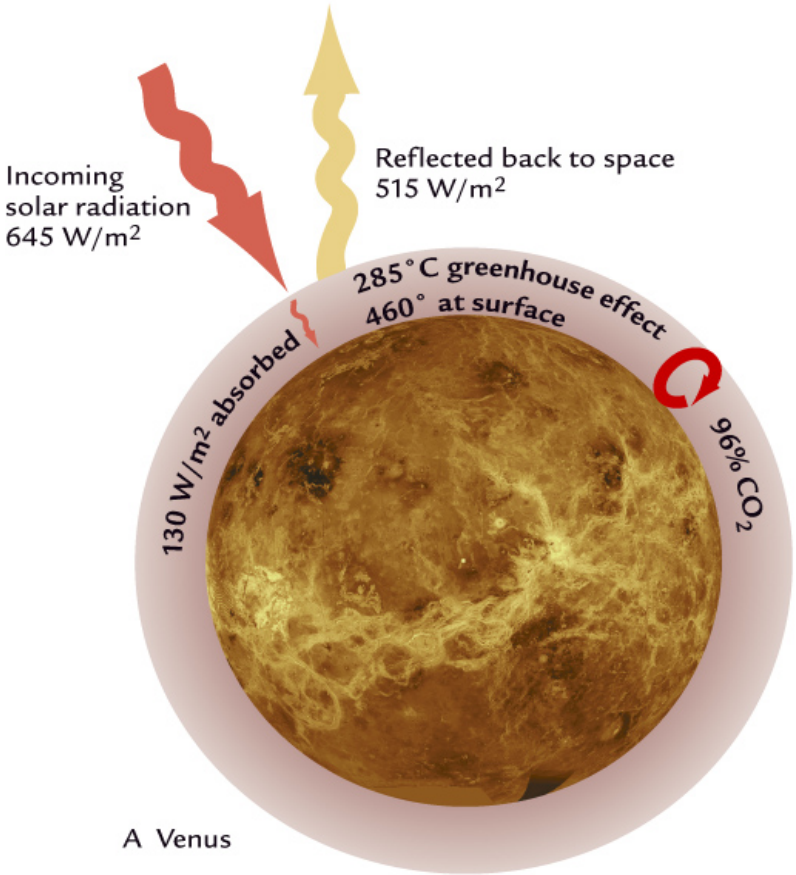


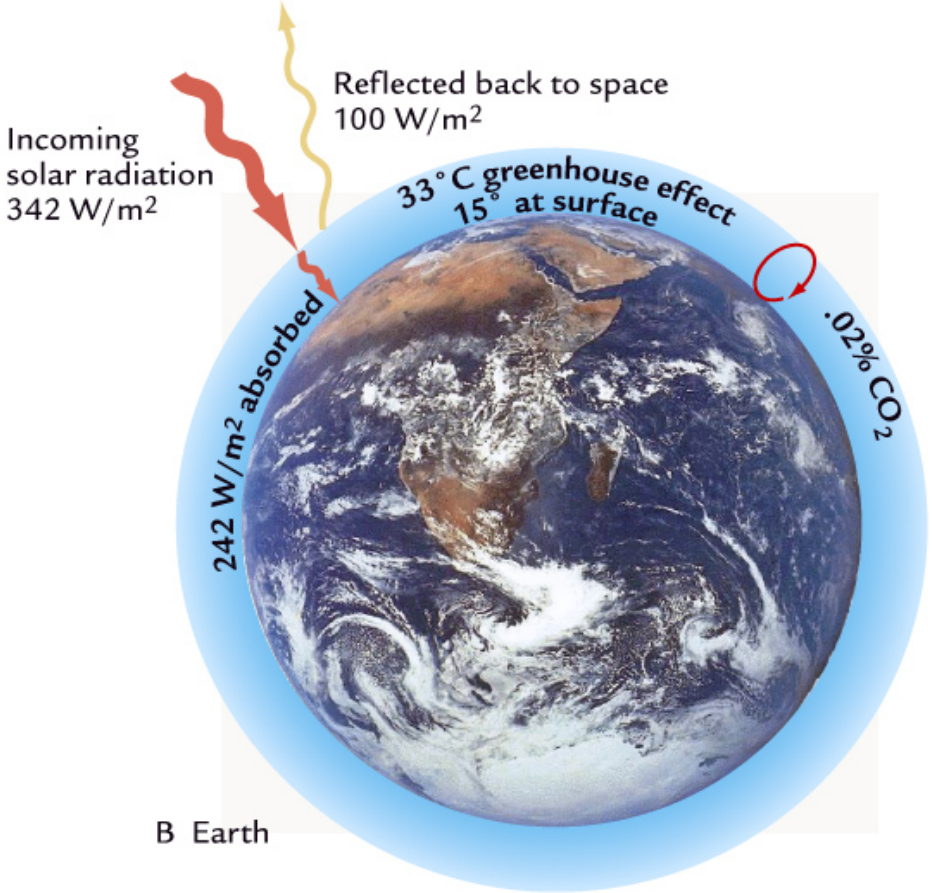
Ruddiman (2008). Earth's climate: past and future.

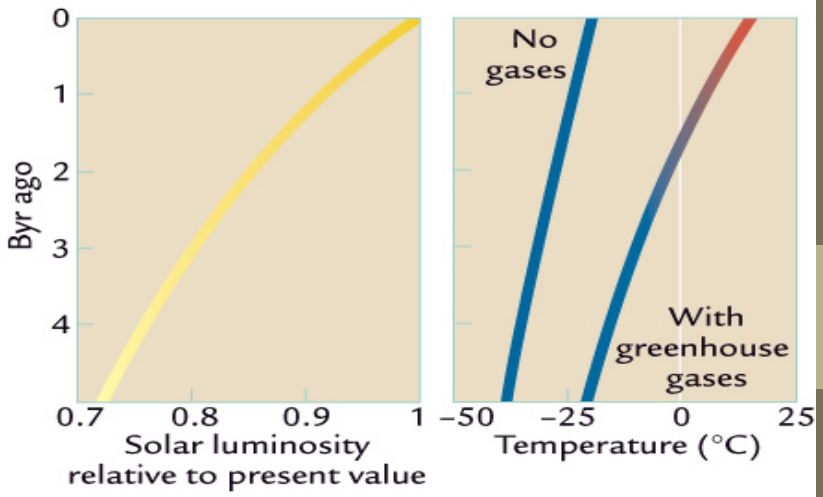
- **Uma consequência importante é o efeito estufa. O efeito estufa é o aquecimento da Terra devido ao armadilhamento de energia na atmosfera.**
- O Sol envia uma radiação que aquece a superfície terrestre (esta radiação se decompõe em radiação visível, UV, IR, etc.). Uma parte desta radiação não atinge a superfície, a maior parte devido a camada de O3 na estratosfera, e é refletida de volta para o espaço. A radiação que acaba atingindo a superfície da Terra, a aquece. A Terra absorve esta radiação e emite uma outra radiação sob forma de calor, que é a radiação IR. Uma parte desta radiação é emitida para o espaço mas outra parte é bloqueada porque é absorvida pelos gases de efeito estufa. Lembram que os principais gases de efeito estufa são o dióxido de carbono (CO2), o vapor d'água (H2O) e o metano (CH4).

- O efeito estufa é benéfico para a Terra e com certeza para a vida pois se não houvesse CO2 e vapor d'água na atmosfera, a temperatura média da Terra seria próxima de -20°C. Agora, CO2 em quantidade muito elevada, como é o caso em Vênus, também não seria propício, a temperatura em superficie de Vênus por exemplo é de 460°C!!
- Atualmente, a temperatura média da Terra em superfície está em torno de 15°C.
- Portanto, quanto mais a quantidade de gases de efeito estufa na atmosfera aumenta, a quantidade de radiação IR bloqueada também aumenta e consequentemente a temperatura média da Terra também aumenta.
- Então quais são os outros fatores ou parâmetros que podem regular o clima?

O efeito estufa



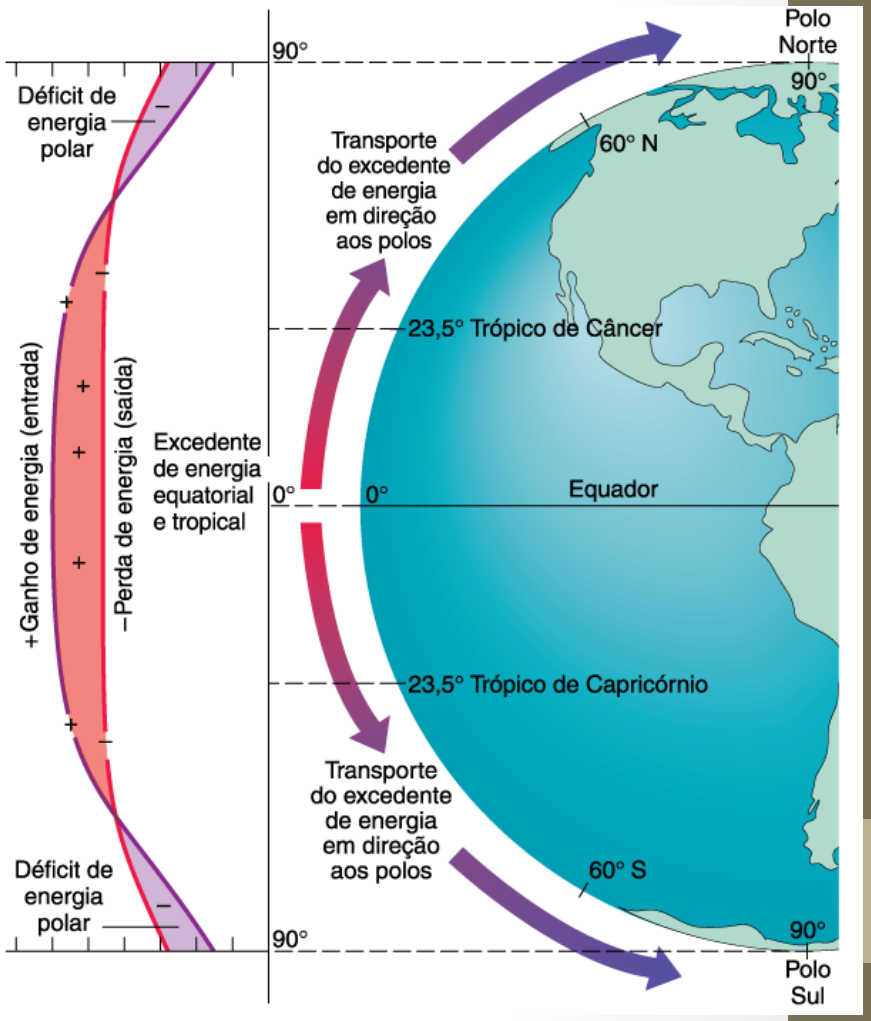




Ruddiman – Earth's climate, Past and future (2008), 2a. Ed

A energia solar recebida na superfície da Terra depende da latitude

- O fluxo solar recebido no topo da atmosfera é maior no equador do que nos polos
- A energia refletida é maior nos polos (alto albedo do gelo e da neve) do que no equador
- O Blanço térmico resultante é + positivo (excedente) nas baixas latitudes (<40º N e S), e é – negativo (deficitário) nas altas latitudes.

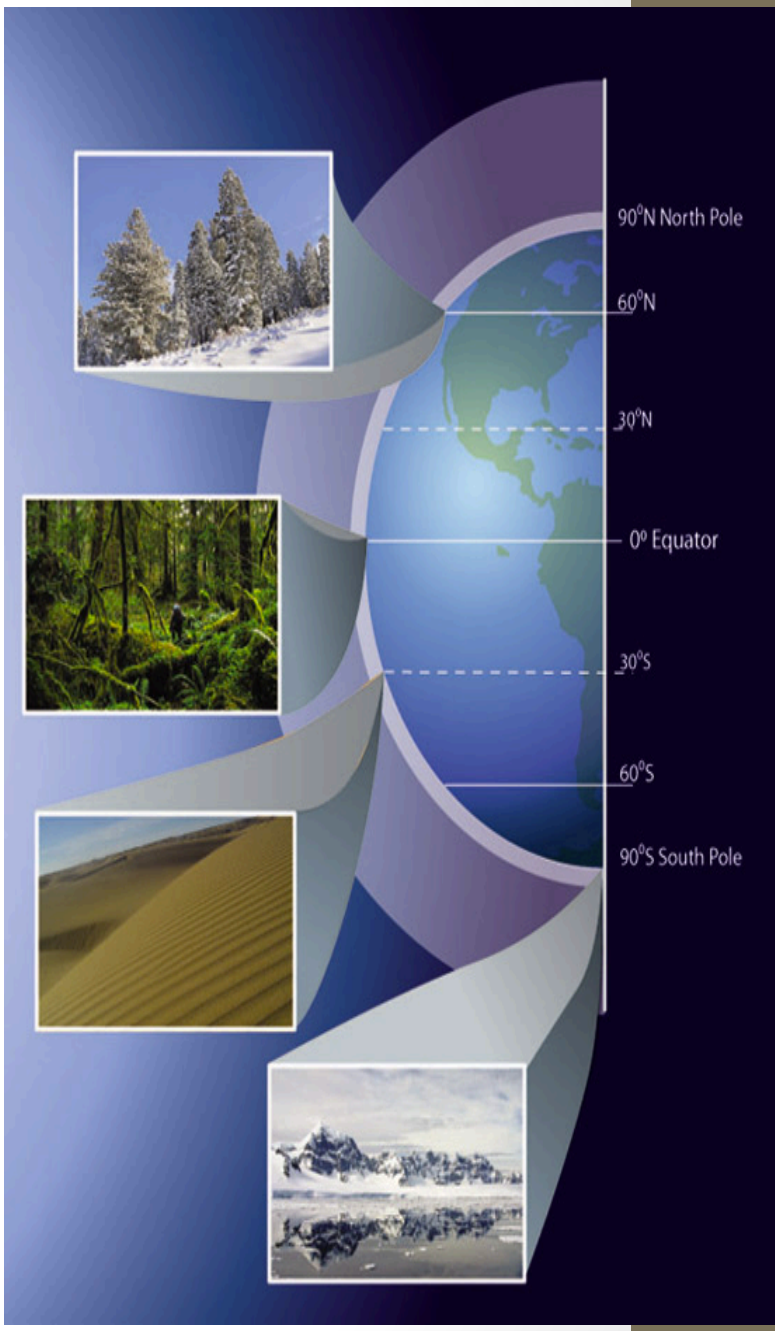


a 4.13 Balanço de energia por latitude.
entes e déficits de energia da Terra por latitude
zem transporte em direção aos polos de ener-
nassa em cada hemisfério – circulação atmos-
e correntes oceânicas. Fora dos trópicos, os
s atmosféricos dominam o transporte de ener-
ı direção a cada polo.

Christopherson R.W. (2012) . Geossistemas: uma introdução a geografia física. 7a Ed. Bookman

Consequências

- Movimentos de massas de ar: circulação atmosférica
- Correntes marinhas: circulação oceânica
- Ciclo hidrológico
- Zoneamento climático



http://www.nature.com/scitable/knowledge/library/introduction-to-the-basic-drivers-of-climate-13368032