

The background of the slide is an aerial photograph of a frozen lake. The ice has formed into a complex, fractal-like pattern of interconnected ridges and channels, creating a textured, crystalline appearance. The colors range from light blue to a deeper, darker blue, suggesting varying thicknesses of ice and perhaps some water still visible in the channels. The overall effect is one of natural complexity and geometric beauty.

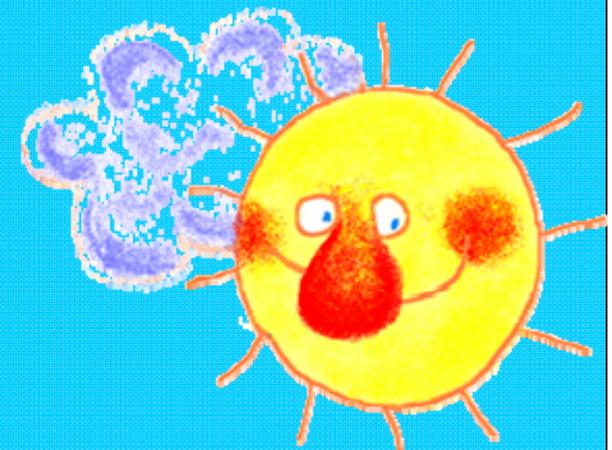
Temperatura e Fluxos Radiativos

**Dinâmica do Clima
2006|2007**

**Ana Picado | 23380
Carina Lopes | 28680**

Objectivos:

- 1. Estudar a distribuição global de Fluxos Radiativos à superfície, no topo da atmosfera e sua evolução temporal**
- 2. Estudar a distribuição global da Temperatura à superfície e respectiva evolução sazonal e temporal**

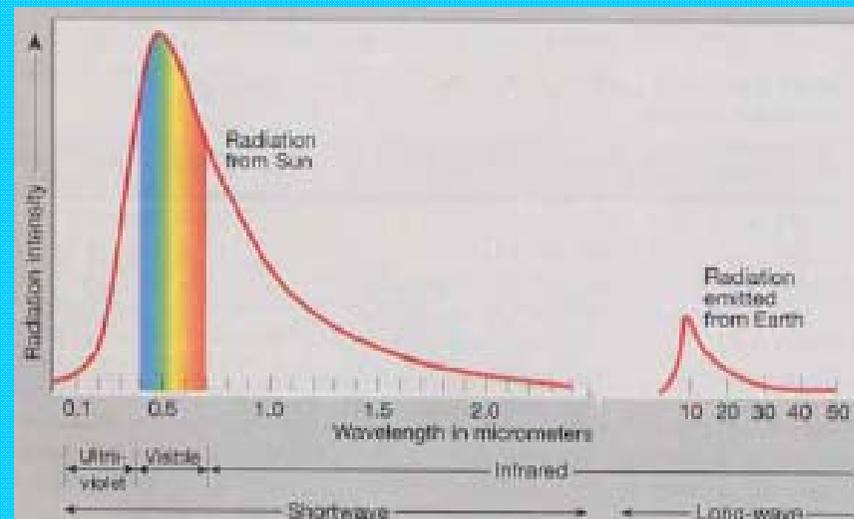


Natureza da Radiação solar e terrestre:

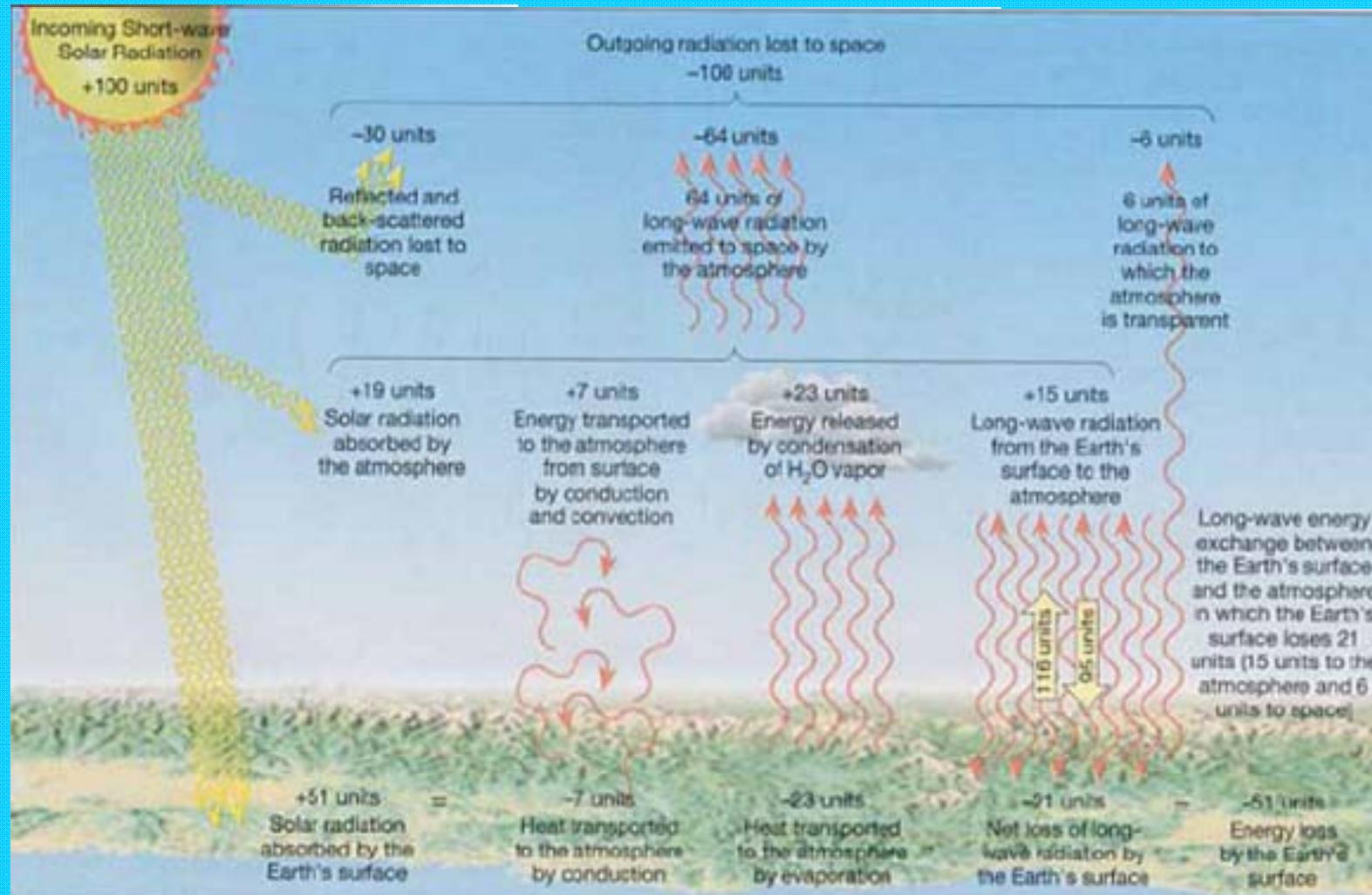
A transferência de energia na atmosfera é efectuada através de radiação em duas bandas distintas de comprimentos de onda:

1. Radiação de curto comprimento de onda (SW) emitida pelo Sol
2. Radiação de longo comprimento de onda (LW) emitida pela superfície da Terra e pela atmosfera.

Estas bandas estão claramente separadas devido às diferentes temperaturas dos emissores.



Balço Radiativo Global:



Distribuição global do balanço radiativo:

A radiação solar é fortemente modelada pela distribuição do albedo (fracção de radiação solar que é reflectida).

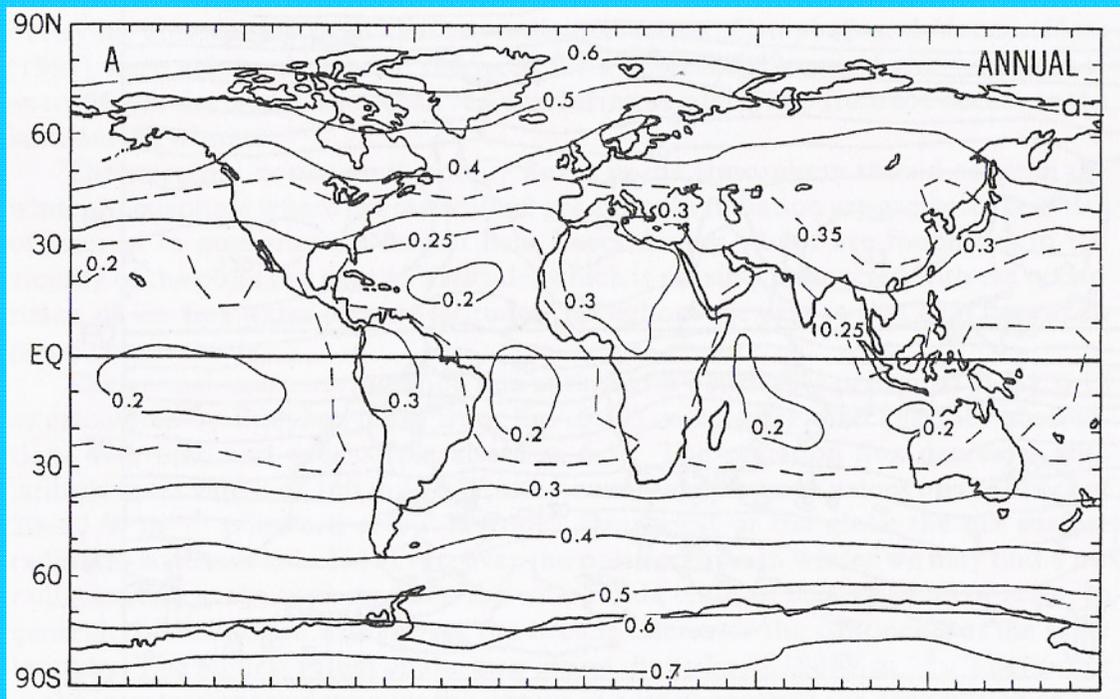


Figura 1: Distribuição global do albedo (Peixoto & Oort)

Os valores de albedo aumentam uniformemente desde as regiões equatoriais (~20%) até aos pólos (onde o albedo atinge valores entre 60% a 90%). O máximo observado nos pólos está associado à cobertura de neve e ao ângulo de incidência da radiação solar. Os valores mínimos nas regiões intertropicais variam nos oceanos e nos continentes, sendo menores no oceano devido à desigual cobertura nebulosa.

A figura representa a distribuição de radiação solar absorvida à superfície para condições médias anuais, baseado em dados de Campbell e Vonder Haar (1980).

A radiação solar absorvida está negativamente correlacionada com o albedo, pois os máximos de radiação absorvida encontram-se no equador e os mínimos nos pólos. Os valores mais elevados são de 350 W/m^2 nos oceanos intertropicais e 100 W/m^2 nos pólos.

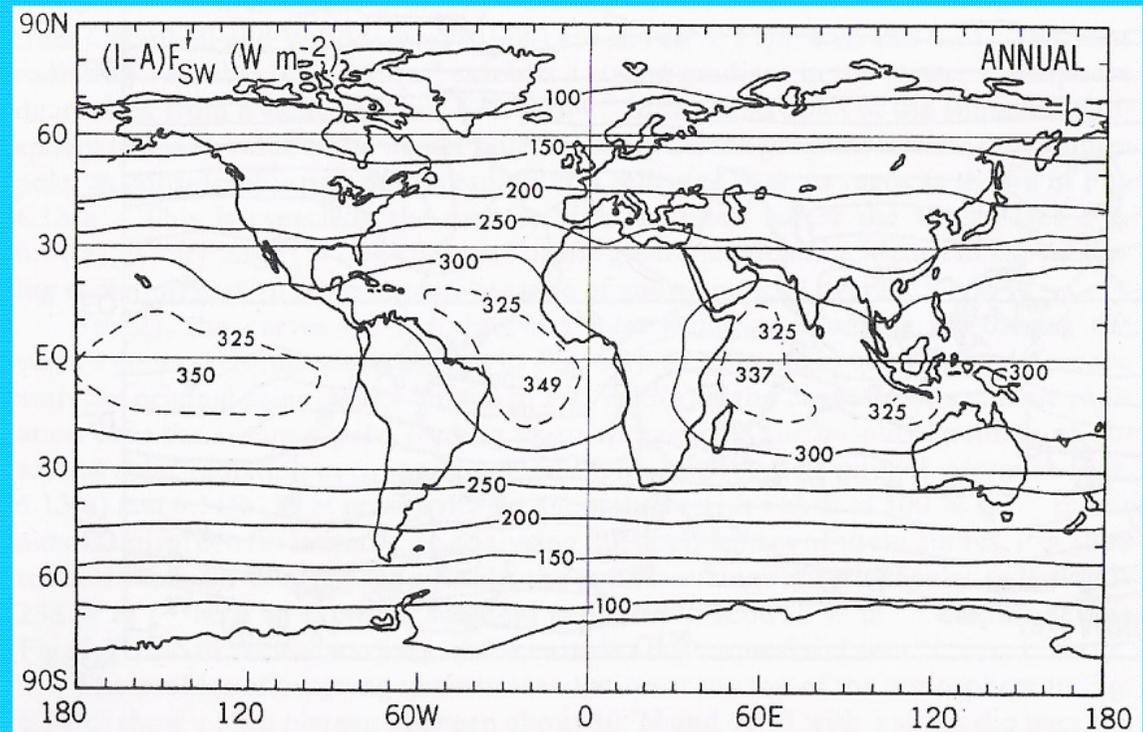
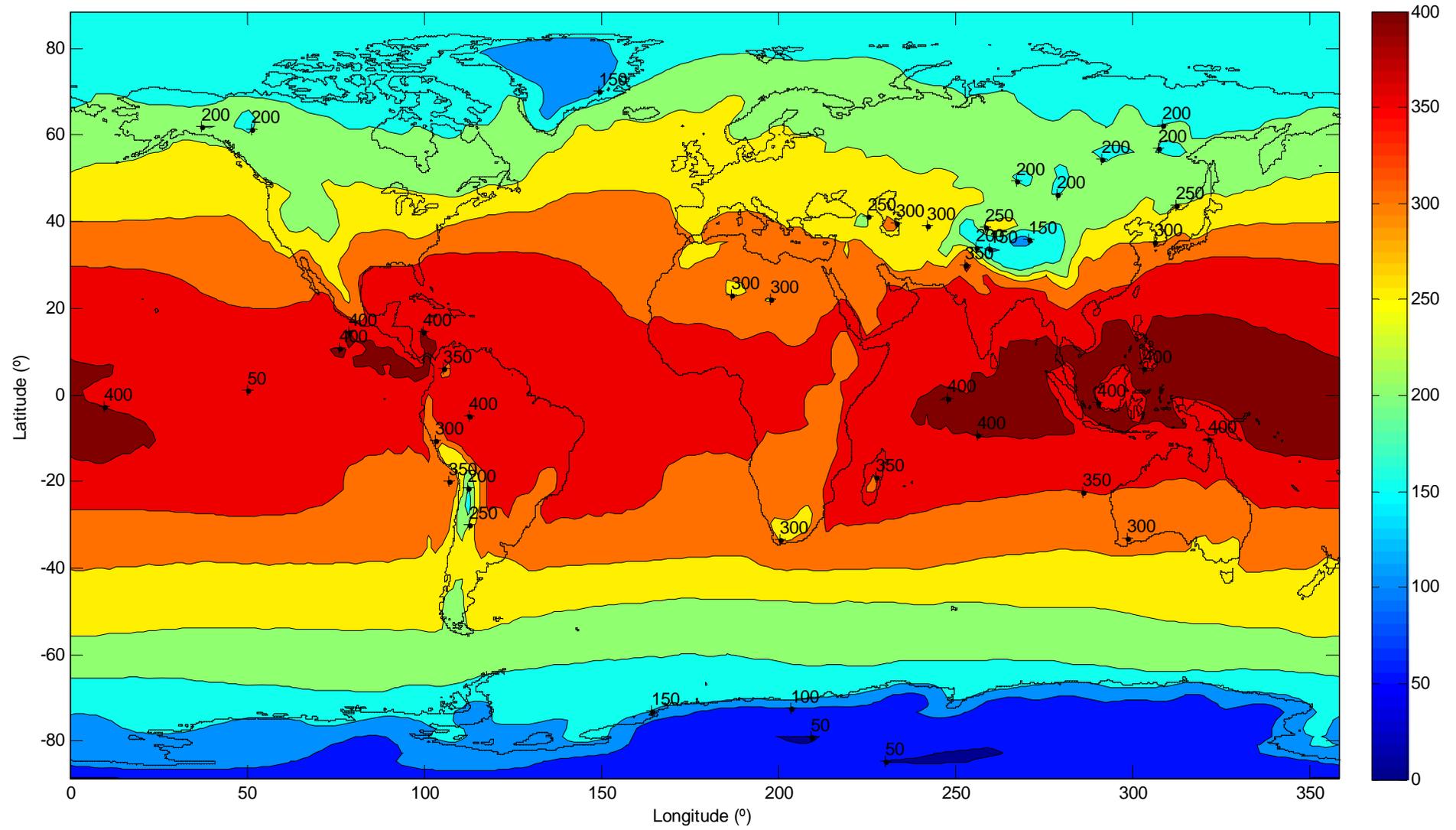


Figura 2: Distribuição de radiação solar absorvida à superfície para condições médias anuais (Peixoto & Oort)

Figura 3: Distribuição média anual do fluxo descendente de curto comprimento de onda (1996|2006), $F_{SW} \downarrow (W/m^2)$



Esta distribuição ignora o albedo médio neste período uma vez que não disponhamos de dados para o incluir. Para poder comparar esta distribuição com a figura 2 vamos fazer uma aproximação que consiste em atribuir um albedo médio para diferentes regiões e calcular a radiação absorvida.

Regiões Intertropicais:

$$\alpha = 0.2$$

$$F_{SW} \downarrow = 400 \text{ W / m}^2$$

$$(1 - \alpha)F_{SW} \downarrow \approx 0.8 \times 400 = 320 \text{ W/m}^2$$

Pólo Norte:

$$\alpha = 0.6$$

$$F_{SW} \downarrow = 150 \text{ W / m}^2$$

$$(1 - \alpha)F_{SW} \downarrow \approx 0.4 \times 150 = 60 \text{ W/m}^2$$

Para o pólo Sul:

$$\alpha = 0.7$$

$$F_{SW} \downarrow = 100 \text{ W / m}^2$$

$$(1 - \alpha)F_{SW} \downarrow \approx 0.3 \times 100 = 30 \text{ W/m}^2$$



- ✓ A radiação absorvida aparentemente é menor, no entanto é de salientar que o albedo também sofreu alterações e, à primeira vista, é sabido que as calotes polares estão a tornar-se menores e por isso o albedo será hoje menor do que o albedo da figura 1 e conseqüentemente a radiação absorvida maior.
- ✓ Comparando os valores obtidos para a radiação absorvida à superfície nos dois casos não existem alterações significativas, tendo em conta que foi usado o mesmo albedo.

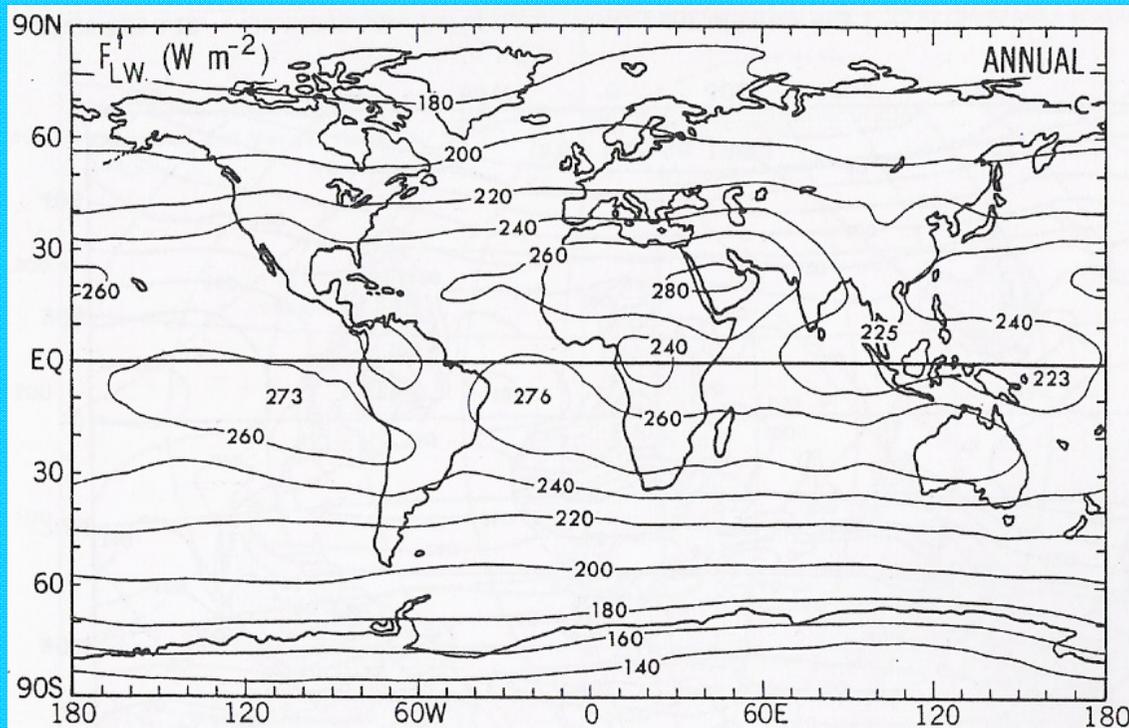
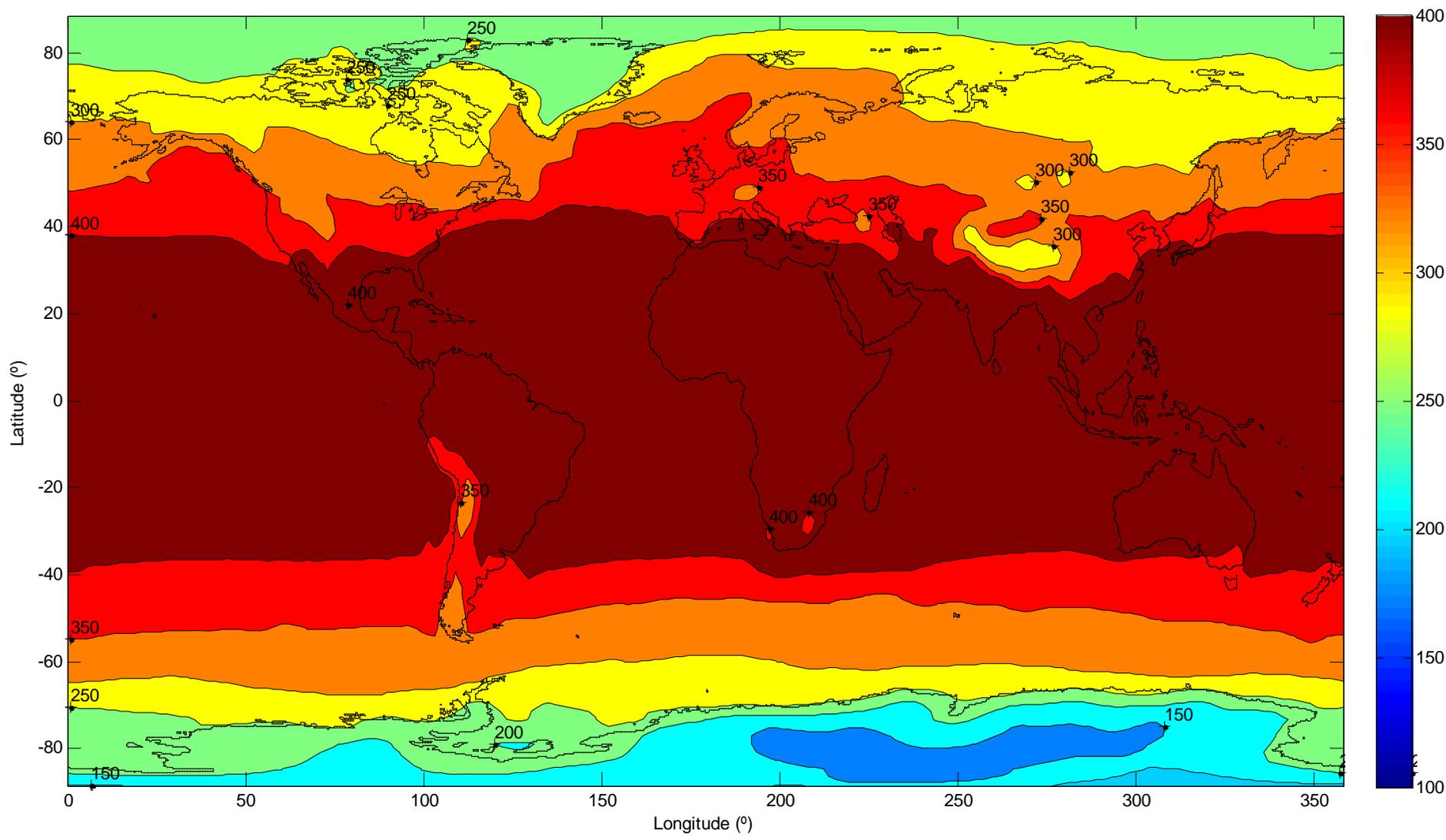


Figura 4: Distribuição global do fluxo ascendente de longo comprimento de onda (Peixoto & Oort)

Os valores mais elevados estão compreendidos entre 270 e $280 W/m^2$ nas regiões subtropicais, sendo que decrescem gradualmente para os pólos, onde o fluxo atinge os $160 W/m^2$.

Com o objectivo de comparar a variação temporal deste fluxo representamos o fluxo ascendente de longo comprimento de onda referente ao período de 1996 a 2006 (figura 5).

Figura 5: Distribuição média anual do fluxo ascendente de longo comprimento de onda (1996|2006), $F_{LW} \uparrow (W / m^2)$



- ✓ Nos últimos dez anos a variação longitudinal é idêntica à observada para anos anteriores. No entanto, os valores máximos do fluxo ascendente de longo comprimento de onda observados são mais elevados nos últimos anos do que no passado.
- ✓ Toda a região compreendida entre 40°S e 40°N apresenta valores superiores ou iguais a 400W/ m², excepto numa área da América do Sul (Chile).
- ✓ Os valores deste fluxo nos pólos, também são superiores comparativamente com o passado.

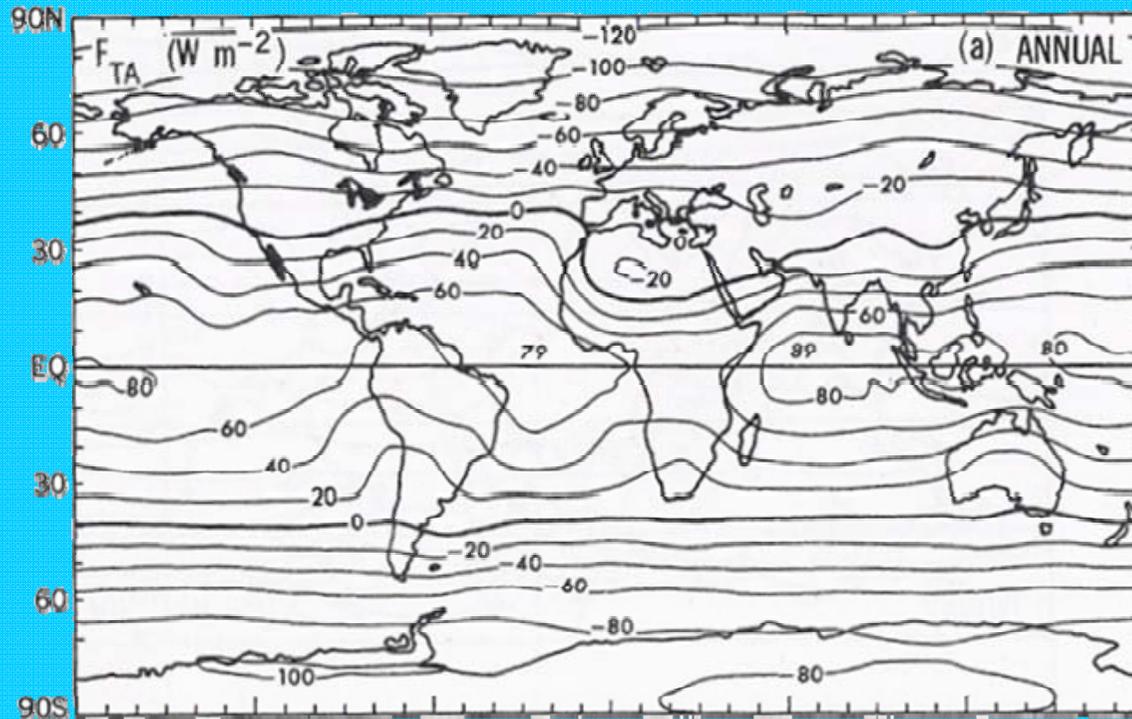


Figura 6: Distribuição global da radiação efectiva no topo da atmosfera (Peixoto & Oort)

Nas regiões oceânicas há um ganho de energia superior ao dos continentes, levando a que o transporte de energia pela circulação atmosférica seja feito dos oceanos para a terra. Um aspecto a salientar é a forte anomalia negativa verificada sobre o deserto do Norte de África, exigindo um aquecimento adiabático por compressão do ar compensando o arrefecimento radiativo. Isto é um fenómeno principalmente de Verão.

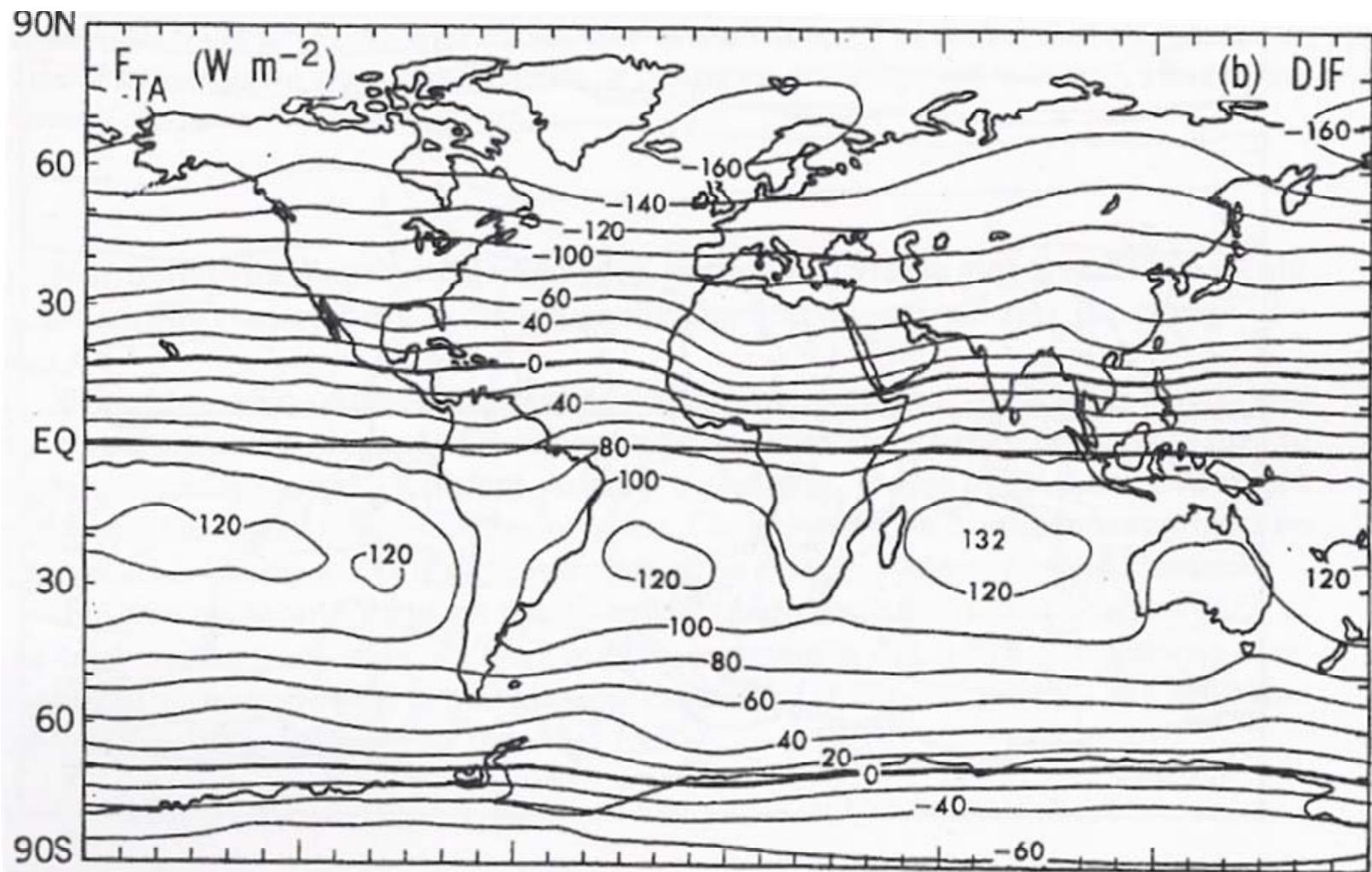


Figura 7: Distribuição global da radiação efectiva no topo da atmosfera para os meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro (Peixoto & Oort)

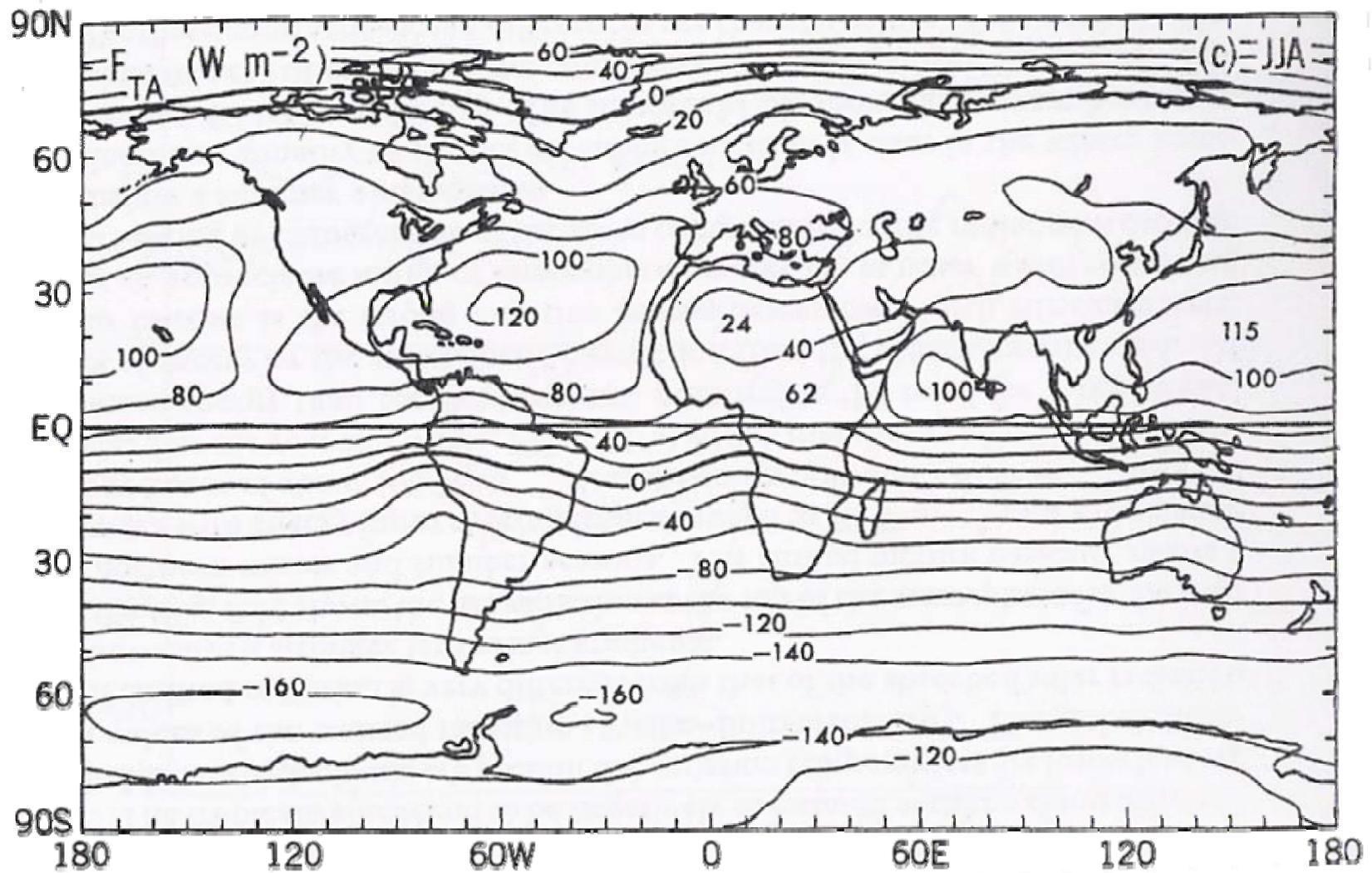


Figura 8: Distribuição global da radiação efectiva no topo da atmosfera para os meses de Junho, Julho e Agosto (Peixoto & Oort)

O fluxo efectivo é mínimo sobre terra e máximo sobre os oceanos, durante o Verão.

As razões para esta diferença continente-oceano são:

- 1 - os valores de albedo são maiores sobre terra do que sobre água conduzindo a uma maior reflexão da radiação solar em terra
- 2 - a radiação infra-vermelha perdida durante o Verão tende a ser maior nos continentes relativamente quentes do que sobre os oceanos frios.

O forte fluxo de energia Norte-Sul na atmosfera ocorre no Inverno onde os gradientes meridionais de radiação são elevados. É de referir que as grandes perdas de calor durante o Inverno não se encontram nos pólos, mas numa latitude perto dos 65° , o que talvez esteja relacionado com a ocorrência "ice-free water" nestas latitudes.

Figura 9: Distribuição horizontal média anual do fluxo efectivo no topo da atmosfera (1996|2006)

Distribuição horizontal média anual do fluxo efectivo no topo da atmosfera no período (1996|2006)

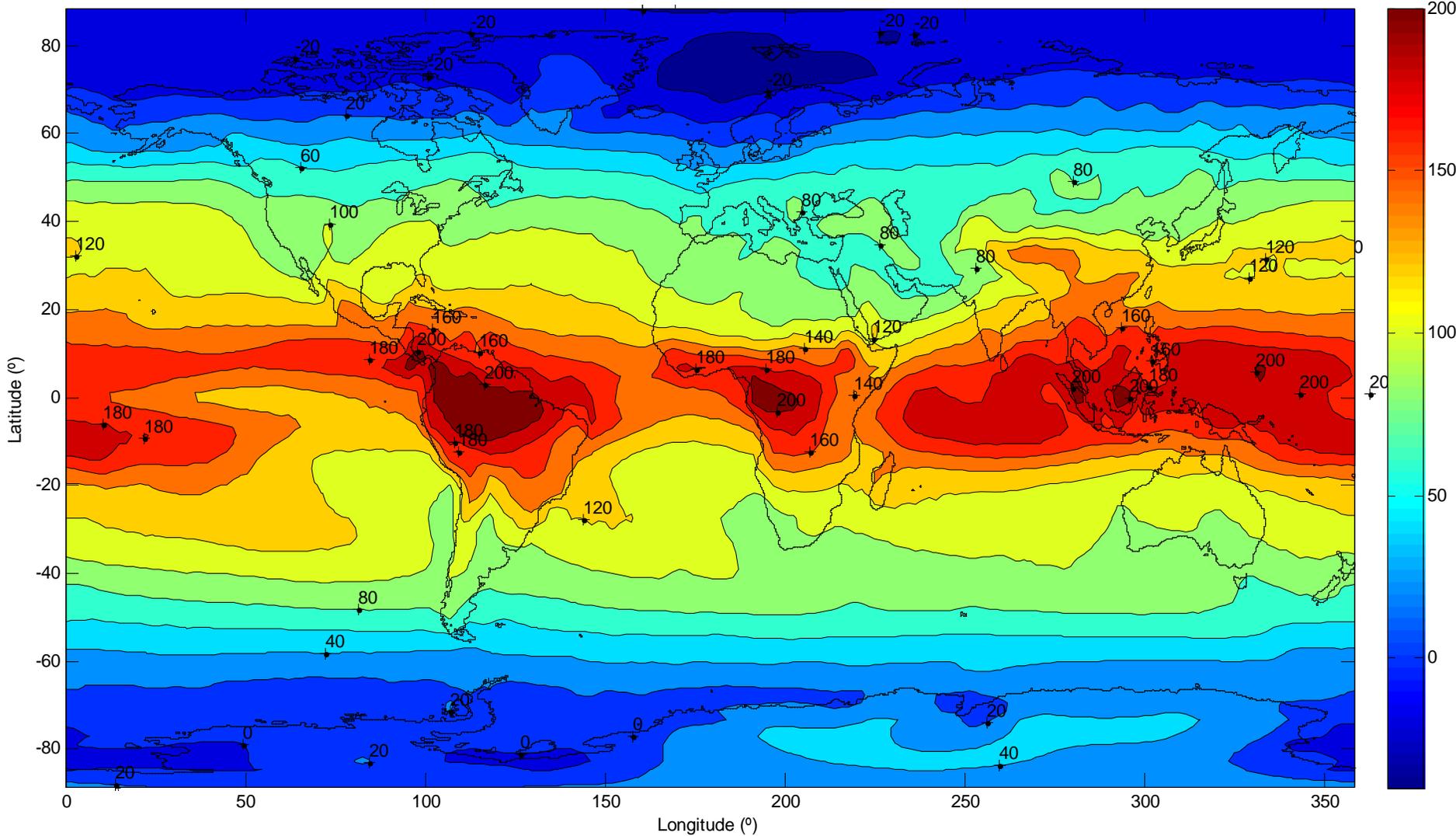


Figura 10: Distribuição horizontal média anual do fluxo efectivo no topo da atmosfera para os meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro (1996|2006)

Distribuição horizontal média do fluxo efectivo no topo da atmosfera para DJF (1996|2006)

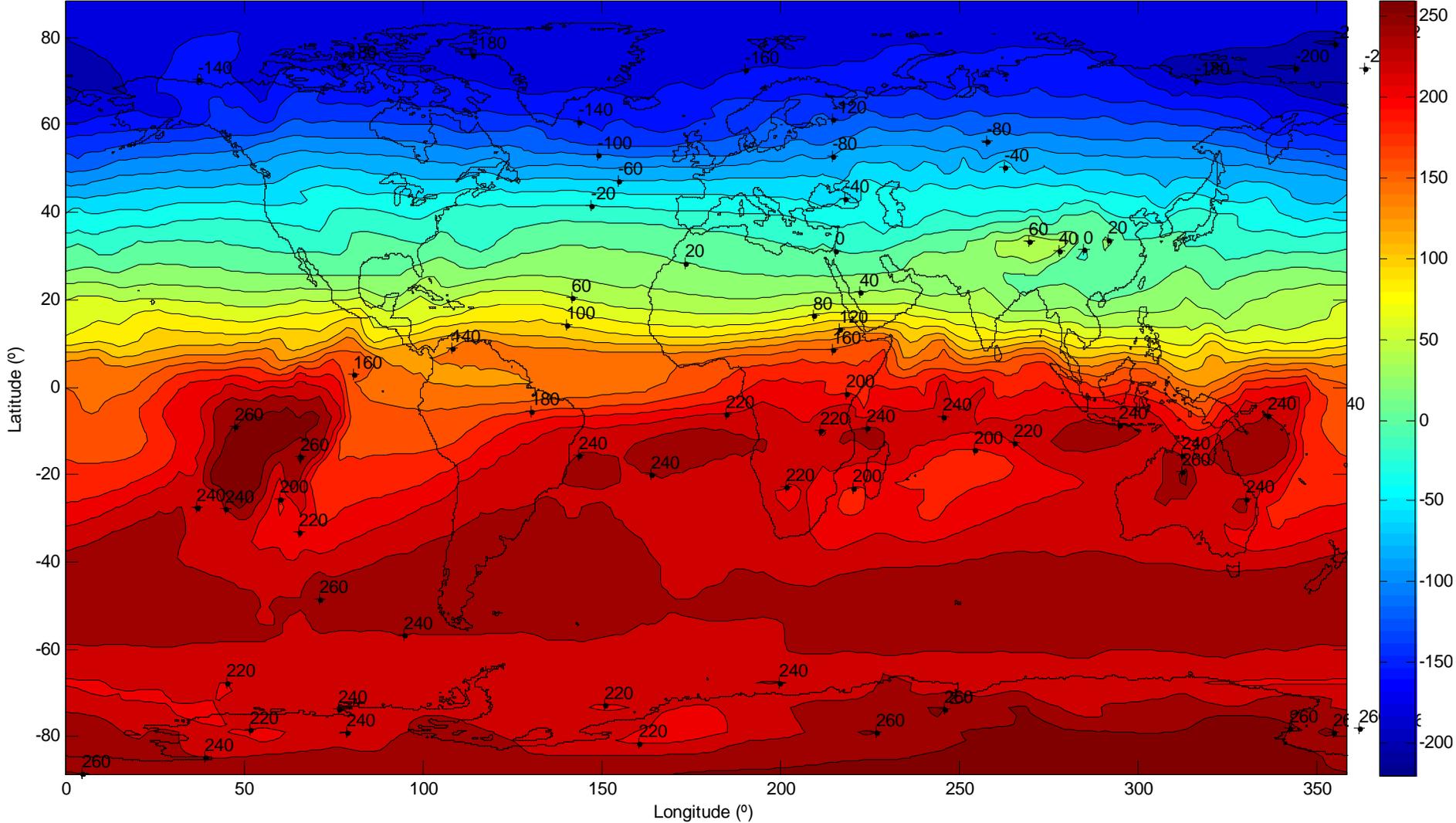
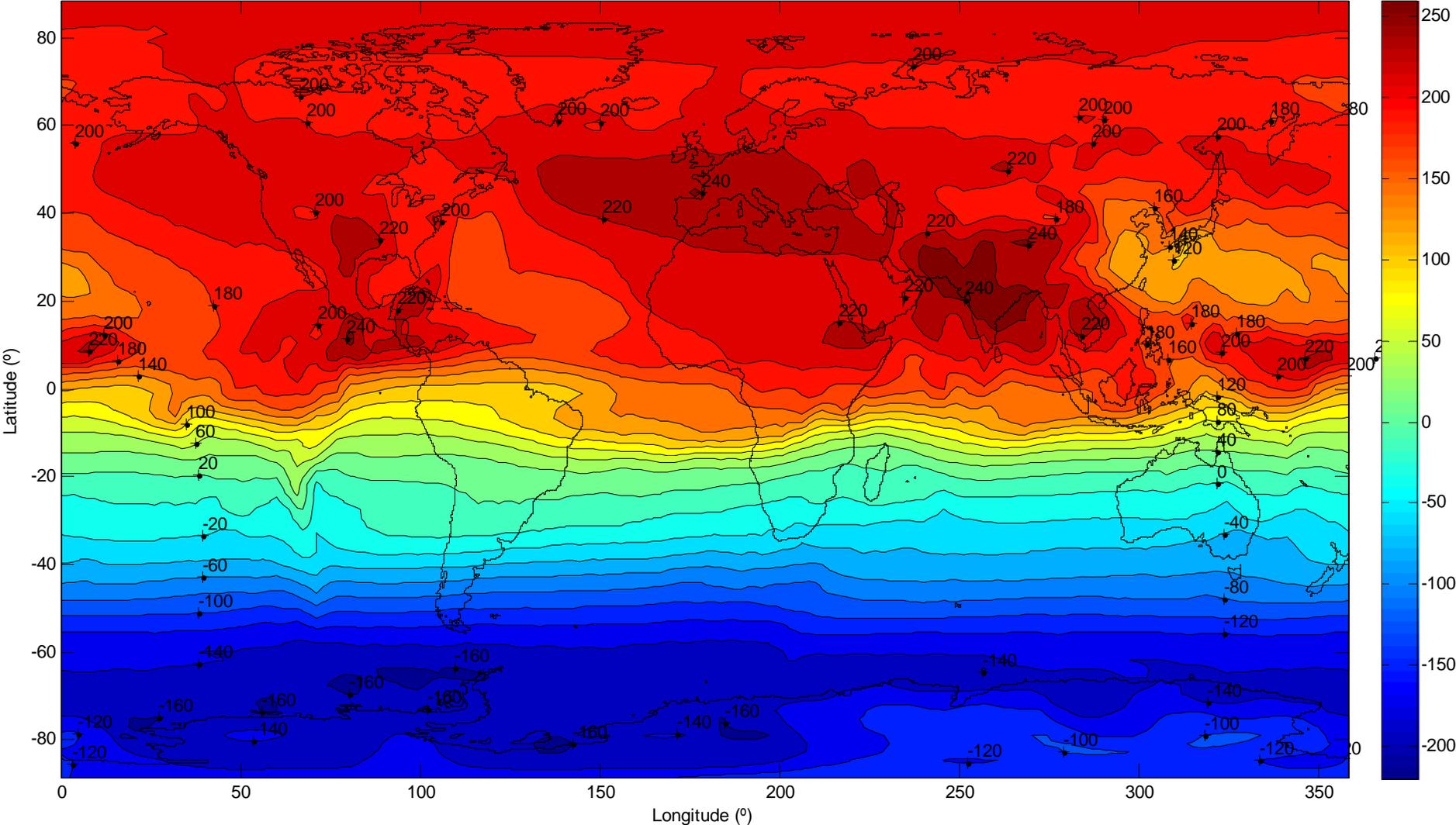


Figura 11: Distribuição horizontal média anual do fluxo efectivo no topo da atmosfera para os meses de Junho, Julho e Agosto (1996|2006)

Distribuição horizontal média do fluxo efectivo no topo da atmosfera para JJA (1996|2006)



- ✓ Relativamente ao fluxo médio anual verifica-se que nos últimos dez anos há uma menor perda de energia nos pólos e um maior ganho de energia nas latitudes baixas.
- ✓ Comparando as distribuições de DJF para os diferentes períodos verifica-se que ocorre um aumento significativo de radiação nos últimos dez anos.
- ✓ O intenso gradiente de radiação no HN continua-se a verificar
- ✓ Os calotes polares diminuíram substancialmente, pois verifica-se uma alteração da radiação dos últimos dez anos relativamente ao período anterior próximo da latitude 65° , durante o Inverno (HN-DJF e HS-JJA).

Porquê???

1. O fluxo de longo comprimento de onda libertado pela Terra aumentou nos últimos dez anos
2. Devido à diminuição dos calotes polares a radiação solar absorvida é maior

Temperatura:

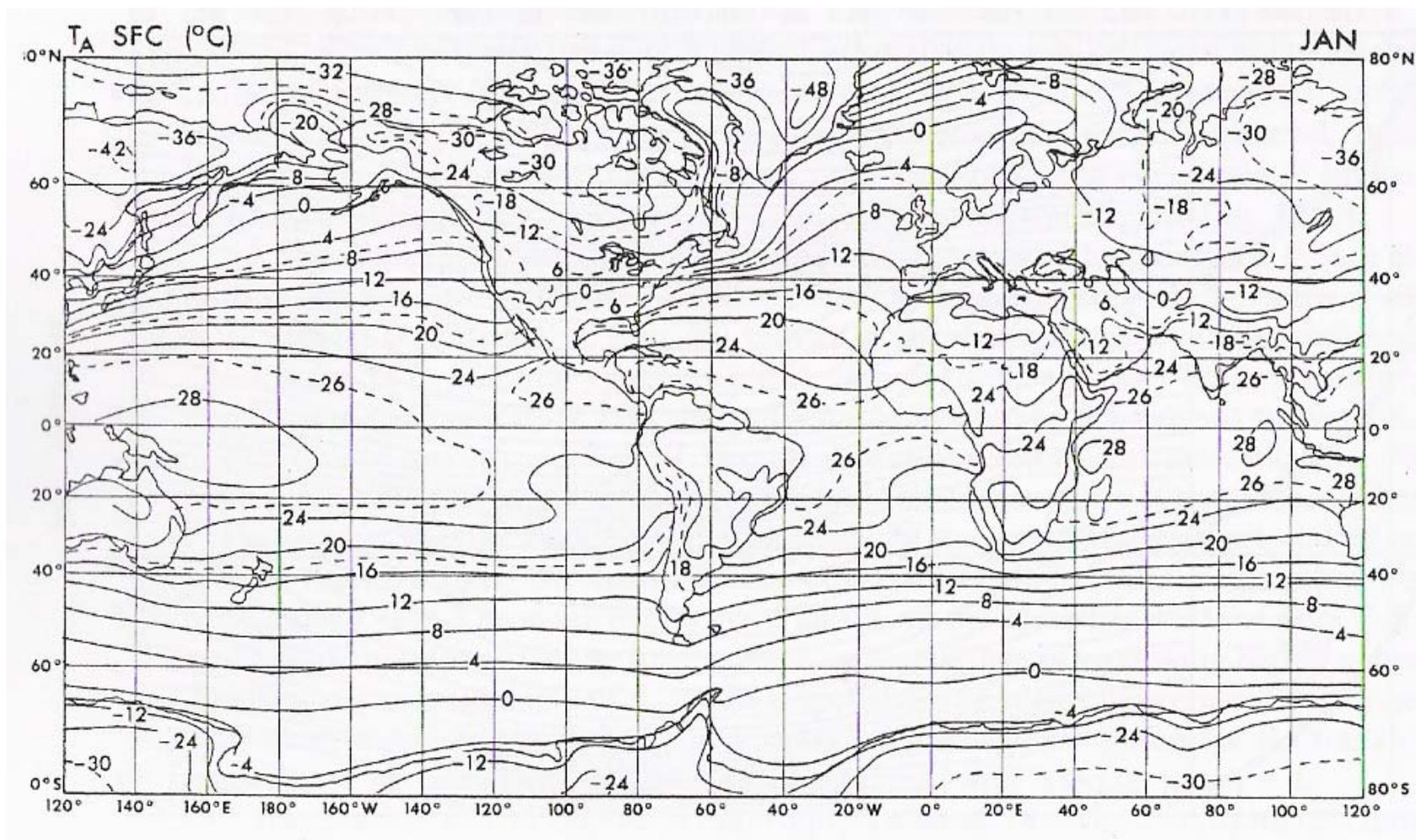


Figura 12: Distribuição horizontal da temperatura do ar à superfície em °C para o mês de Janeiro (Peixoto & Oort)

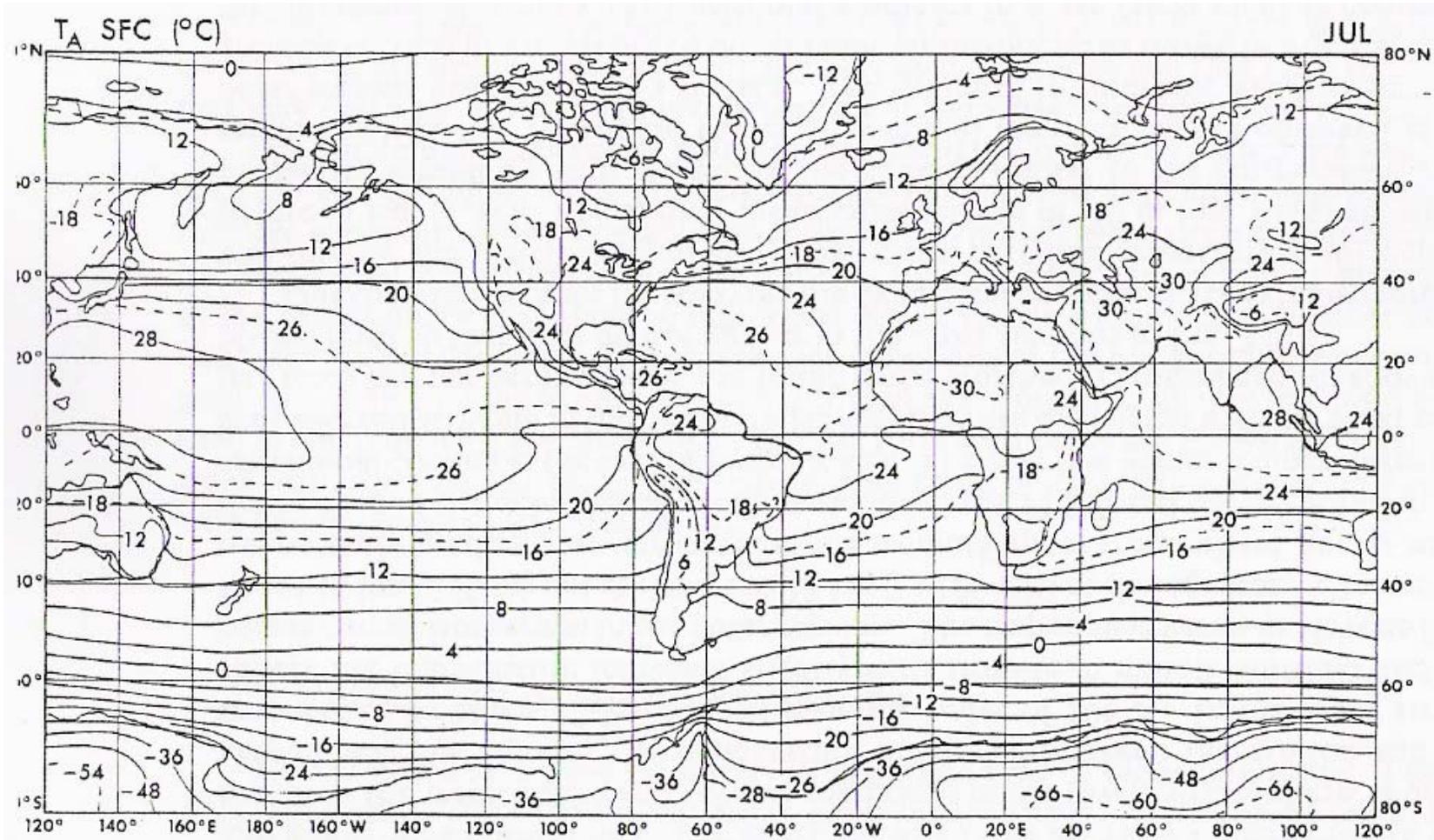


Figura 13: Distribuição horizontal da temperatura do ar à superfície em °C para o mês de Julho (Peixoto & Oort)

A distribuição da temperatura média à superfície está representada nas figuras 12 e 13 para Janeiro e Julho, que representa os extremos sazonais.

- ✓ Como esperado, da figura 2 (radiação absorvida), as temperaturas são mais elevadas nas regiões intertropicais onde se acumula radiação solar durante o ano.
- ✓ Nas regiões equatoriais o gradiente meridional de temperatura é pequeno devido ao pequeno gradiente de insolação (figura 2)
- ✓ As temperaturas mais baixas ocorrem nas regiões polares, onde há o mínimo de insolação.
- ✓ As isotérmicas são mais zonalmente uniformes no Hemisfério Sul associado à predominância do oceano.
- ✓ Existe um forte gradiente de temperatura equador-pólo atingindo os maiores valores nos continentes durante o Inverno no Hemisfério Norte.
- ✓ A influencia da distribuição terra-mar, a natureza da superfície e a topografia são evidentes na configuração das isotérmicas apresentando um maior gradiente perto das zonas costeiras e regiões montanhosas.

Figura 14: Distribuição horizontal da temperatura do ar à superfície em °C para Janeiro (1996|2006)

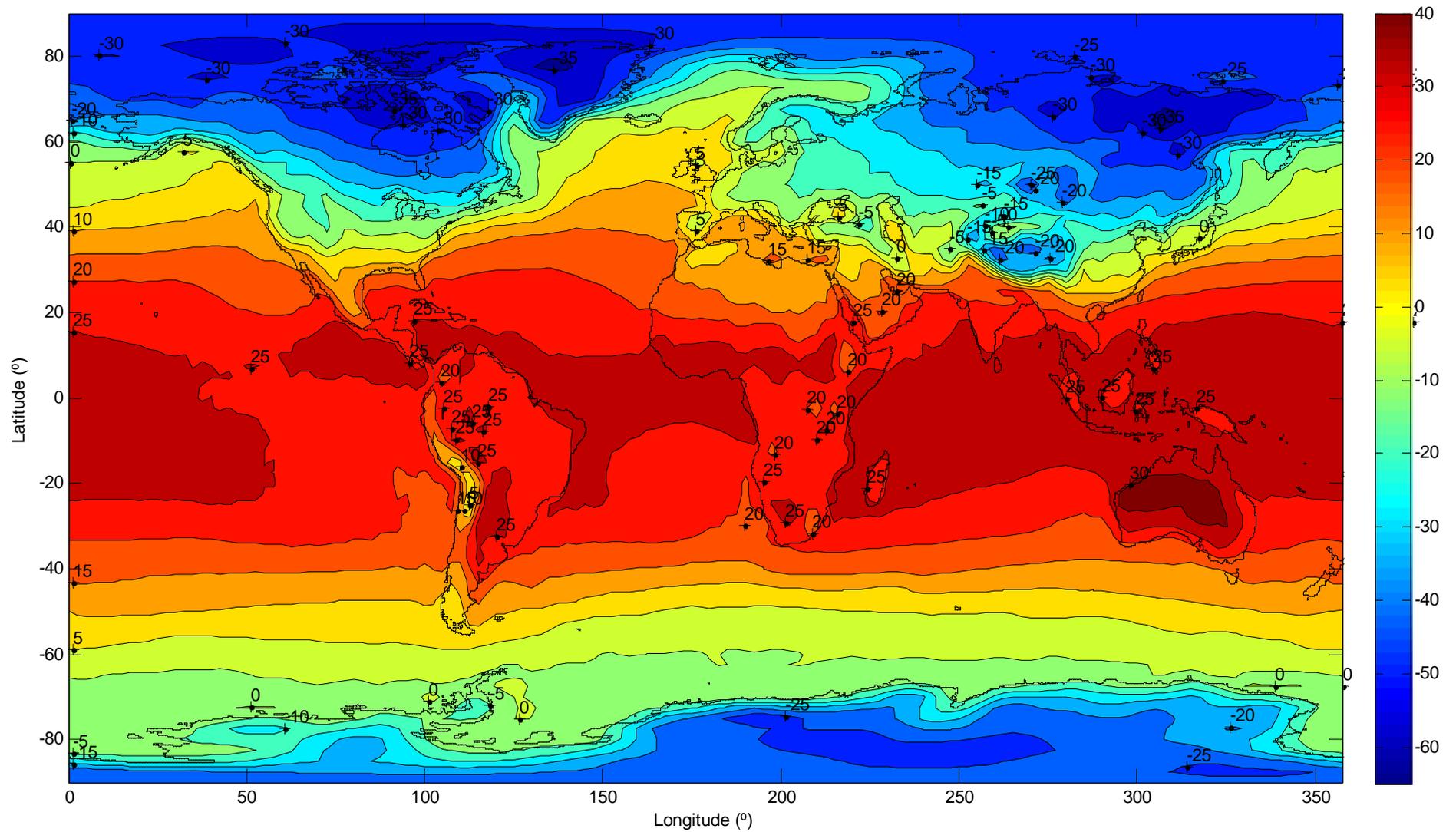
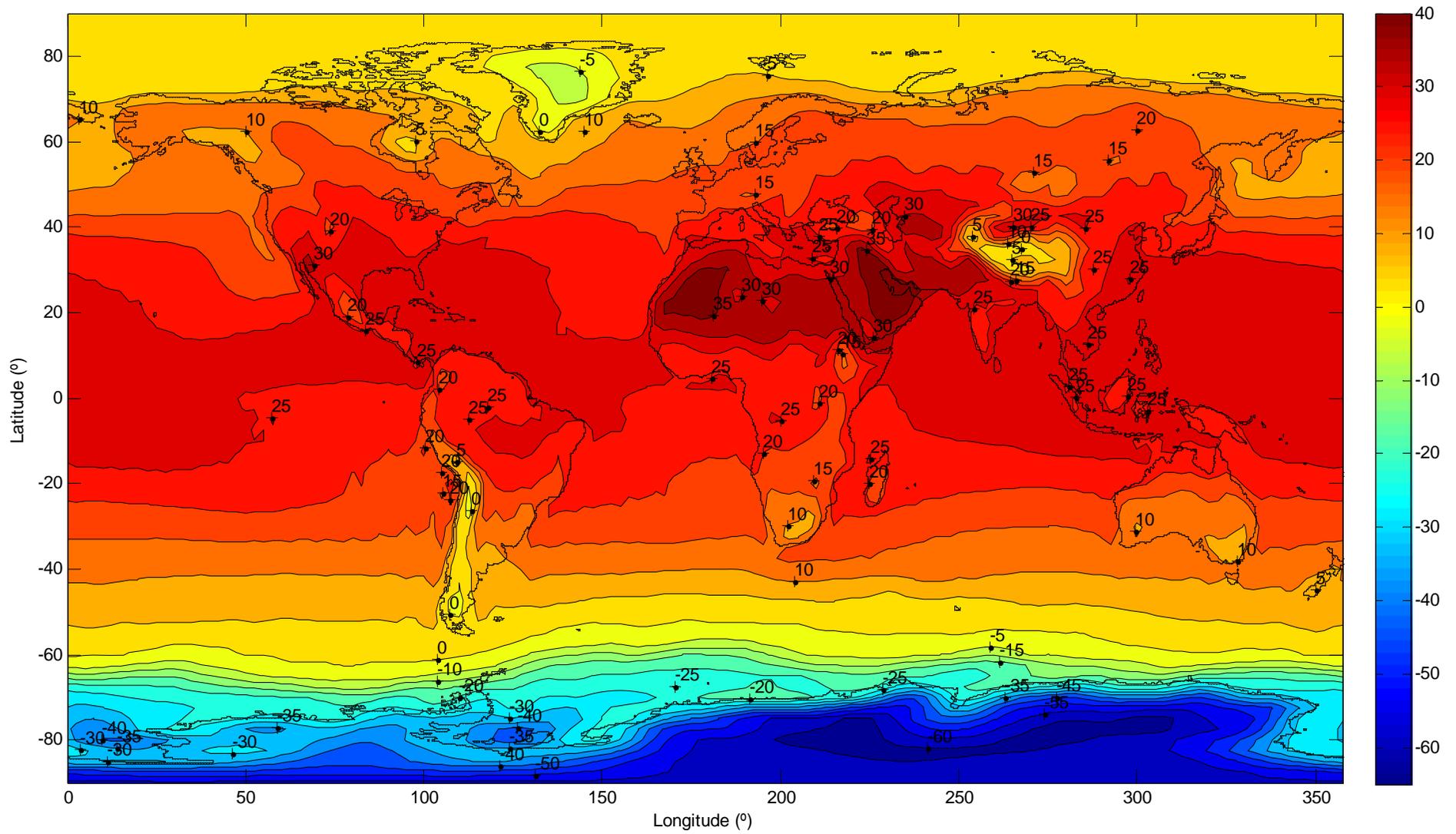
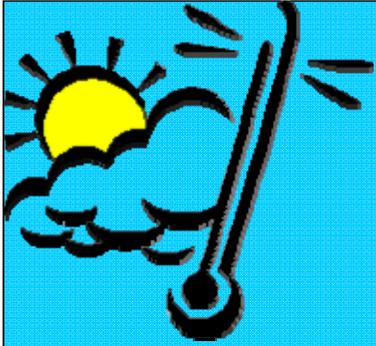


Figura 15: Distribuição horizontal da temperatura do ar à superfície em °C para Julho (1996|2006)





- ✓ Comparando as duas distribuições de temperatura para o mês de Janeiro, verifica-se que no Hemisfério Norte as isotérmicas deslocam-se para Sul, proporcionando Invernos mais frios.
- ✓ Relativamente ao mês de Julho nota-se um aumento da temperatura média no Hemisfério Norte.

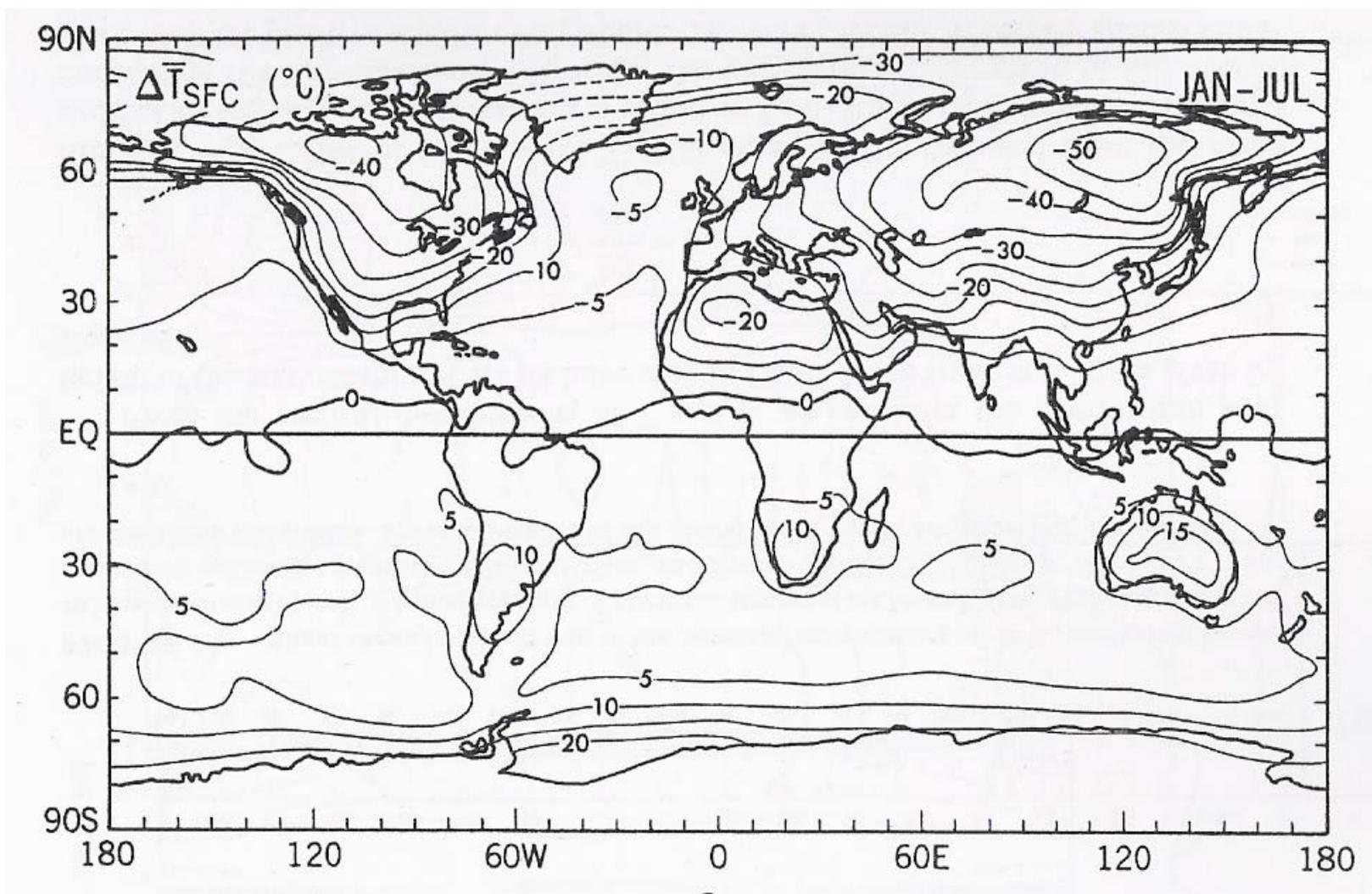
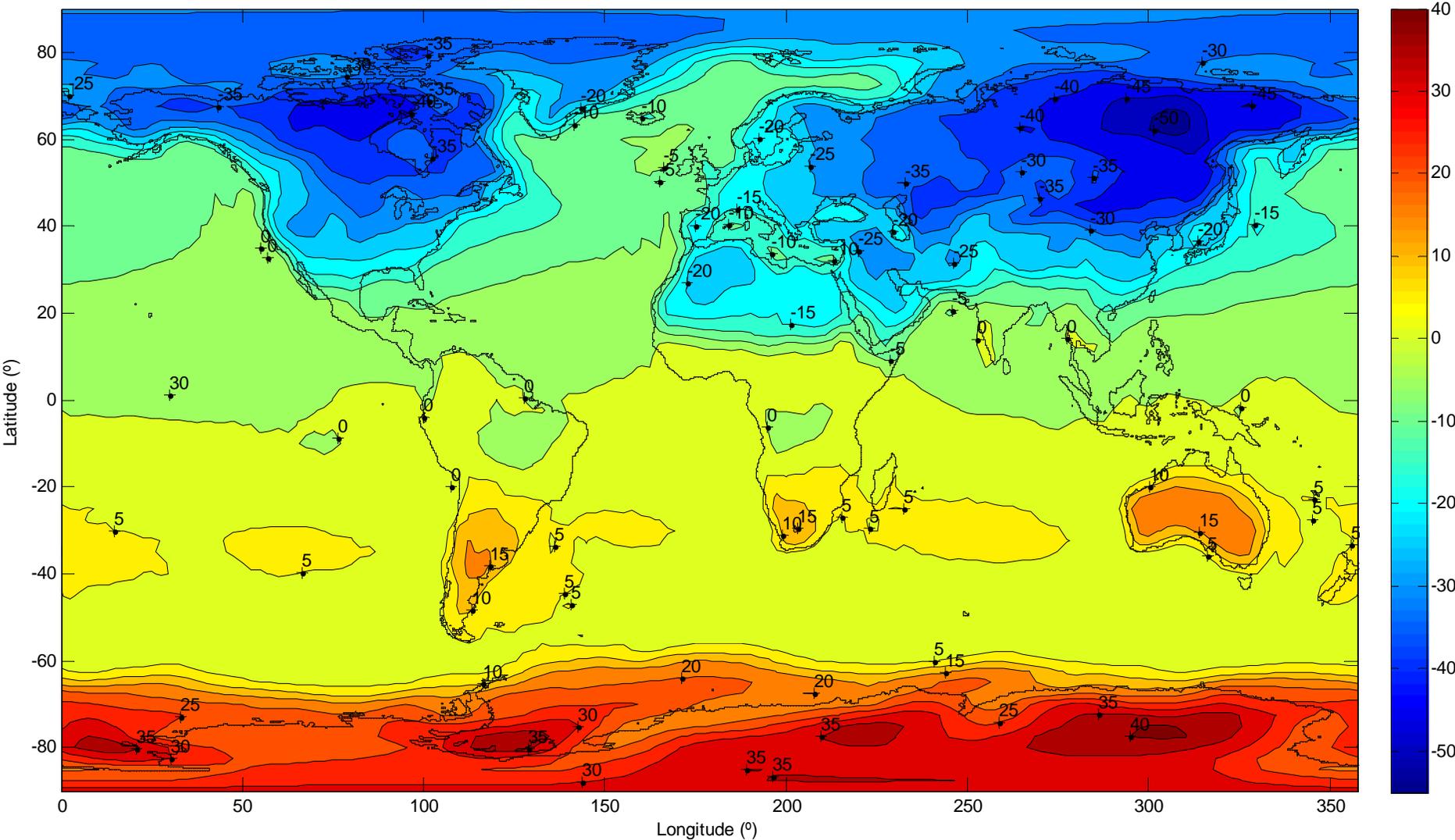


Figura 16: Distribuição horizontal da temperatura do ar à superfície em °C para a diferença Janeiro-Julho (Peixoto & Oort)

- ✓ A distribuição de temperatura para Janeiro-Julho é uma boa aproximação da variação anual.
- ✓ Na região equatorial os valores são pequenos porque a irradiação solar não muda substancialmente ao longo do ano.
- ✓ As flutuações são também pequenas para as grandes bacias oceânicas devido ao elevado valor de calor específico e à grada mistura na camada superficial do oceano conduzindo a uma elevada inércia térmica nos oceanos.
- ✓ Os valores extremos, negativos no Hemisfério Norte e positivos no Hemisfério Sul, ocorrem em todos os continentes que são quentes no Verão e frios no Inverno.
- ✓ Os valores mais baixos podem encontrar-se na Sibéria central (-50°C) e no norte do Canadá (-40°C).
- ✓ Outro extremo local é o Sahara (-20°C).
- ✓ No HS os extremos são muito menores (10 a 15°C) e são observados nos continentes.
- ✓ As regiões polares são objecto de grandes flutuações na ordem dos 30°C .

Figura 17: Distribuição horizontal da temperatura do ar à superfície em °C para a diferença Janeiro-Julho (1996|2006)



- ✓ Relativamente às diferenças Janeiro-Julho no período 1996-2006 não se observam grandes alterações.
- ✓ Continua-se a observar flutuações da ordem dos 30°C nos pólos assim como mínimos de -50°C na Sibéria e -40°C no Canadá.
- ✓ O mínimo local de -20°C no Sahara também continua a ser observado.
- ✓ As variações no HS são pequenas devido à maior presença de oceanos.
- ✓ As variações de 10 a 15°C continuam a observar-se nos continentes do HS.

Conclusão:

A radiação absorvida não sofreu grandes alterações, contudo a radiação emitida pela terra é bastante superior à observada em anos anteriores. Assim, devido ao efeito de estufa esta radiação é aprisionada, conduzindo a um aumento de temperatura média.

No HN os Verões tornaram-se mais quentes do que no passado assim como os Invernos mais frios.



Chile e Argentina

