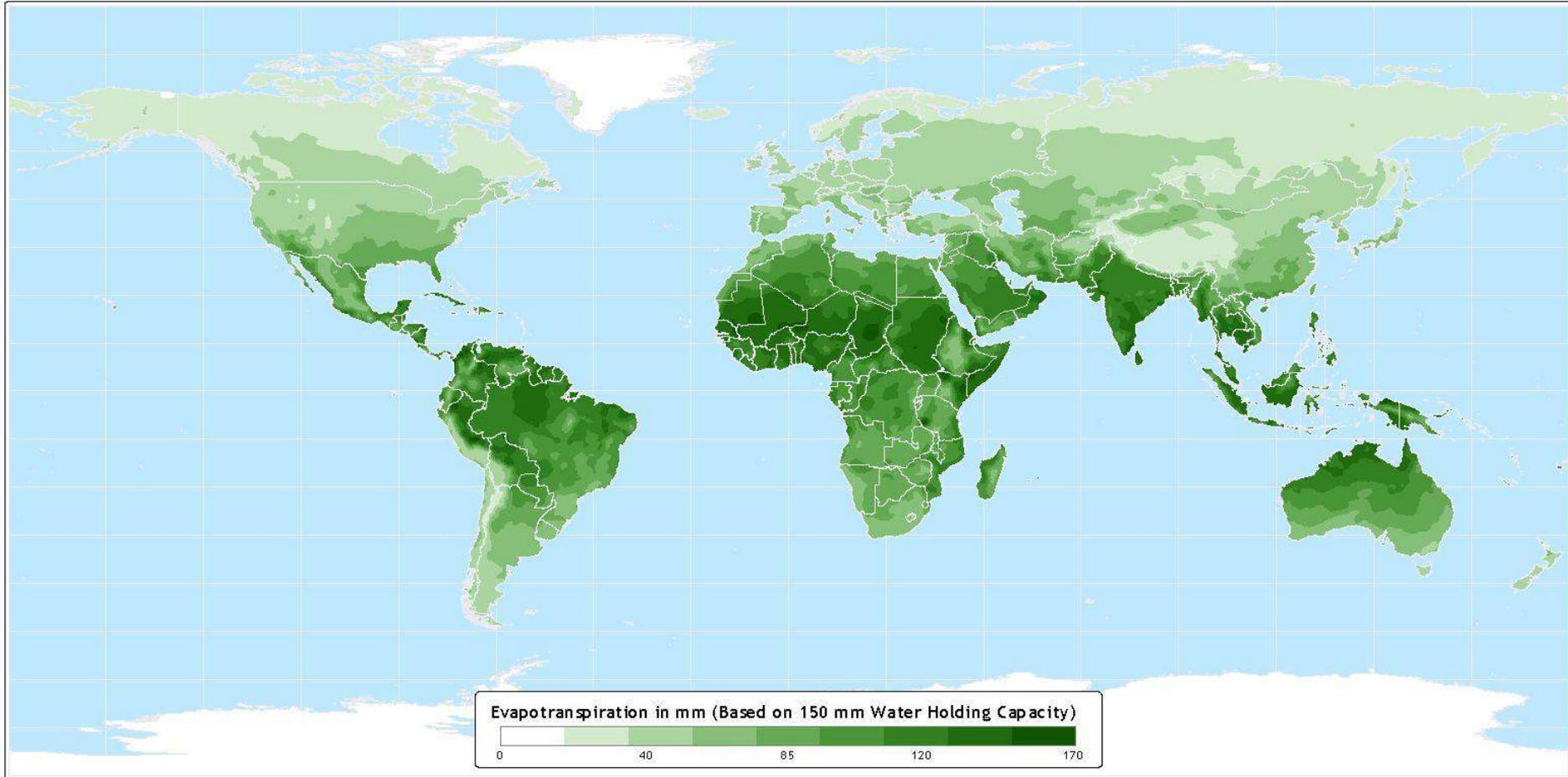


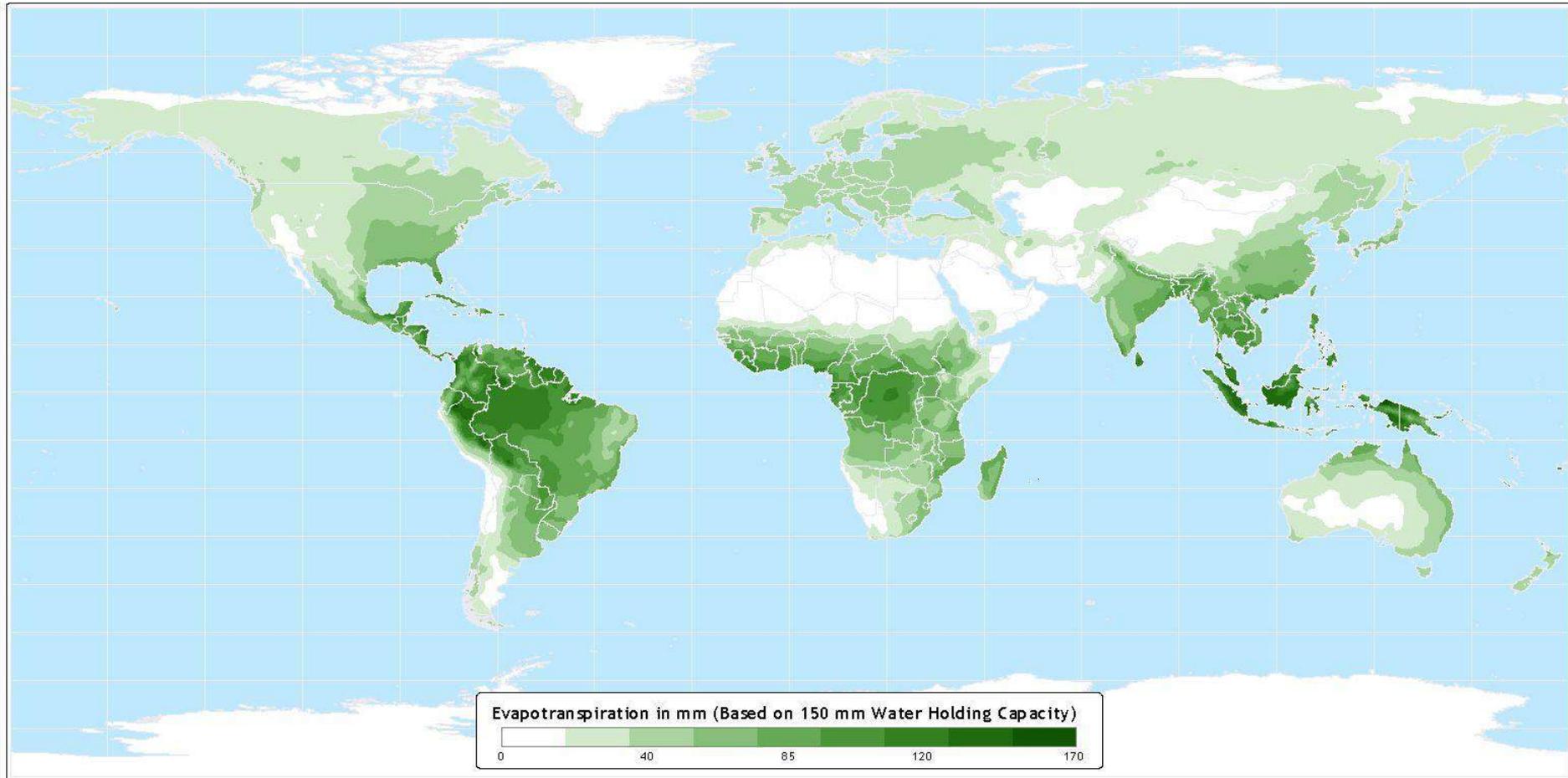
# Potential Evapotranspiration



Data taken from: Willmott and Matsuura (2001)

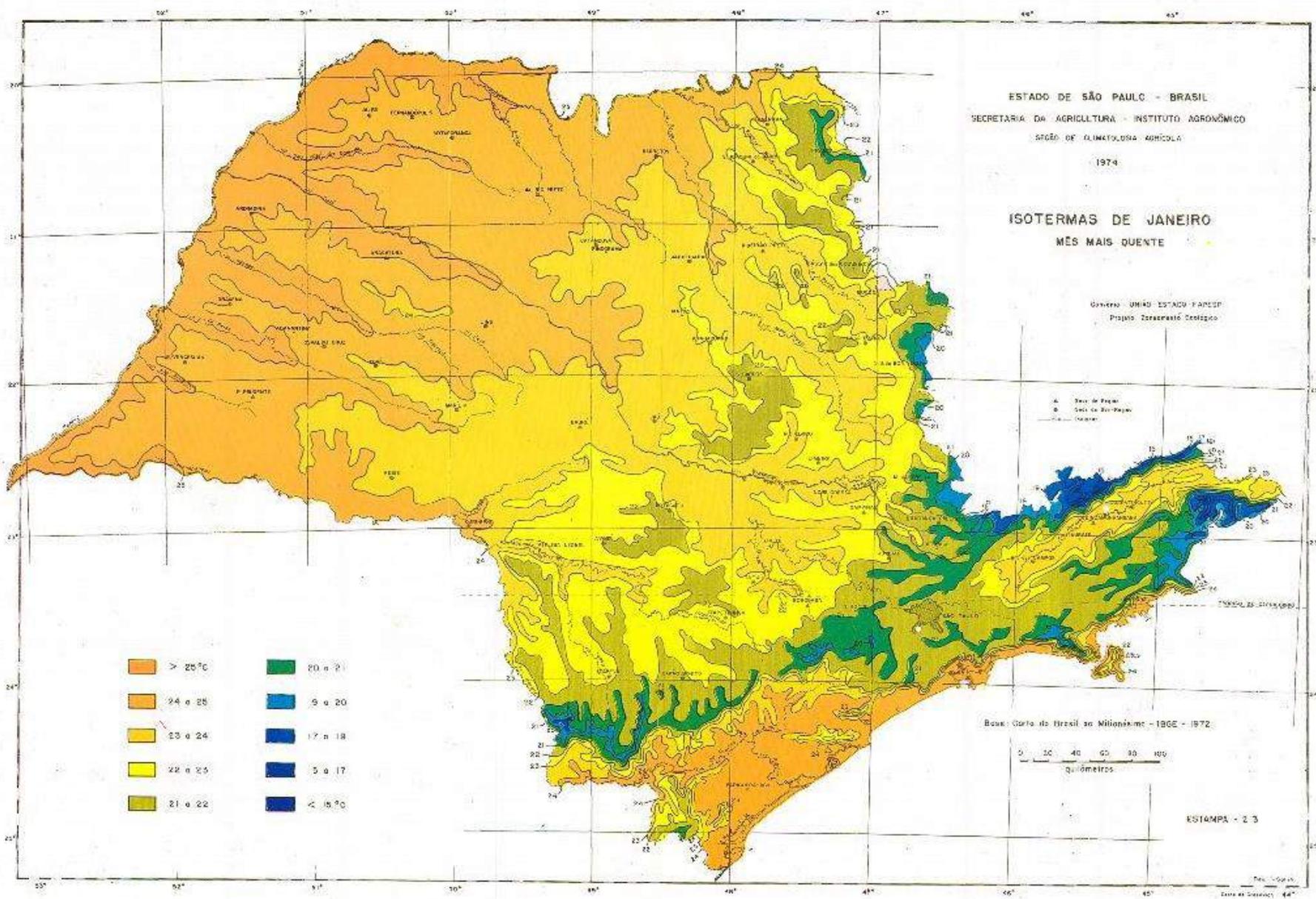
**Atlas of the Biosphere**  
Center for Sustainability and the Global Environment  
University of Wisconsin - Madison

# Evapotranspiration



Data taken from: Willmott and Matsuura (2001)

**Atlas of the Biosphere**  
Center for Sustainability and the Global Environment  
University of Wisconsin - Madison



ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL  
 SECRETARIA DA AGRICULTURA - INSTITUTO AGRONÔMICO  
 SEÇÃO DE CLIMATOLOGIA AGRÍCOLA  
 1974

**ISOTERMAS DE JANEIRO**  
 MÊS MAIS QUENTE

Governo UNIAO ESTADOS PARCELOS  
 Projeto Cartográfico

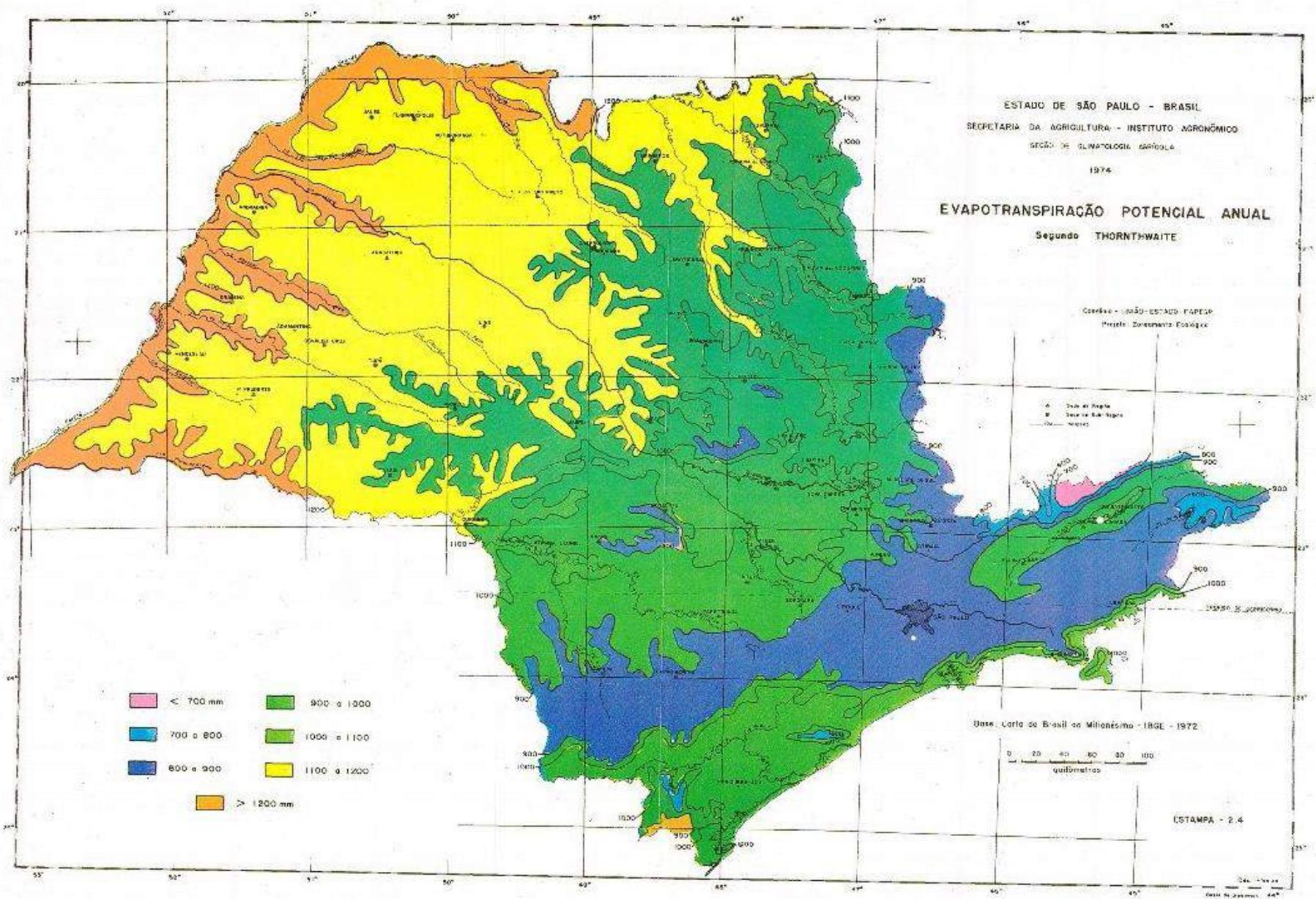
A. Serra de Piracicaba  
 B. Serra de São Paulo  
 C. Serra de Itapetininga

 > 26 °C	 20 e 21
 24 e 25	 9 e 20
 23 e 24	 17 e 18
 22 e 23	 5 e 17
 21 e 22	 < 15 °C

Base: Carta do Brasil em Milionímetros - 1962 - 1972

0 20 40 60 80 100  
 quilômetros

ESTAMPA - 2 3



ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL  
 SECRETARIA DA AGRICULTURA - INSTITUTO AGRONÔMICO  
 SEÇÃO DE CLIMATOLOGIA AEROLÓGICA  
 1974

**EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL ANUAL**  
 Segundo THORNTHWAITTE

Coelho - SÃO PAULO, PAPEIR  
 Projeto Zonamento Ecológico

- ▲ São de Foz de
- São de São João
- São de São

<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #FFC0CB; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &lt; 700 mm</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ADD8E6; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 700 a 800</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #4169E1; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 800 a 900</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #FF8C00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 1200 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #90EE90; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 900 a 1000</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #3CB371; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 1000 a 1100</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #FFFF00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 1100 a 1200</li> </ul>
---	---

Base: Carta do Brasil em Milionésimo - IBGE - 1972



ESTAMPA - 2.4

ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA - INSTITUTO AGRONÔMICO  
SEÇÃO DE CLIMATOLOGIA, METEOROLOGIA

1974

### DEFICIÊNCIAS HÍDRICAS ANUAIS

Segundo método de "THORNTHWAITE & MATHER - 1955"  
(125mm de retenção de água no solo)

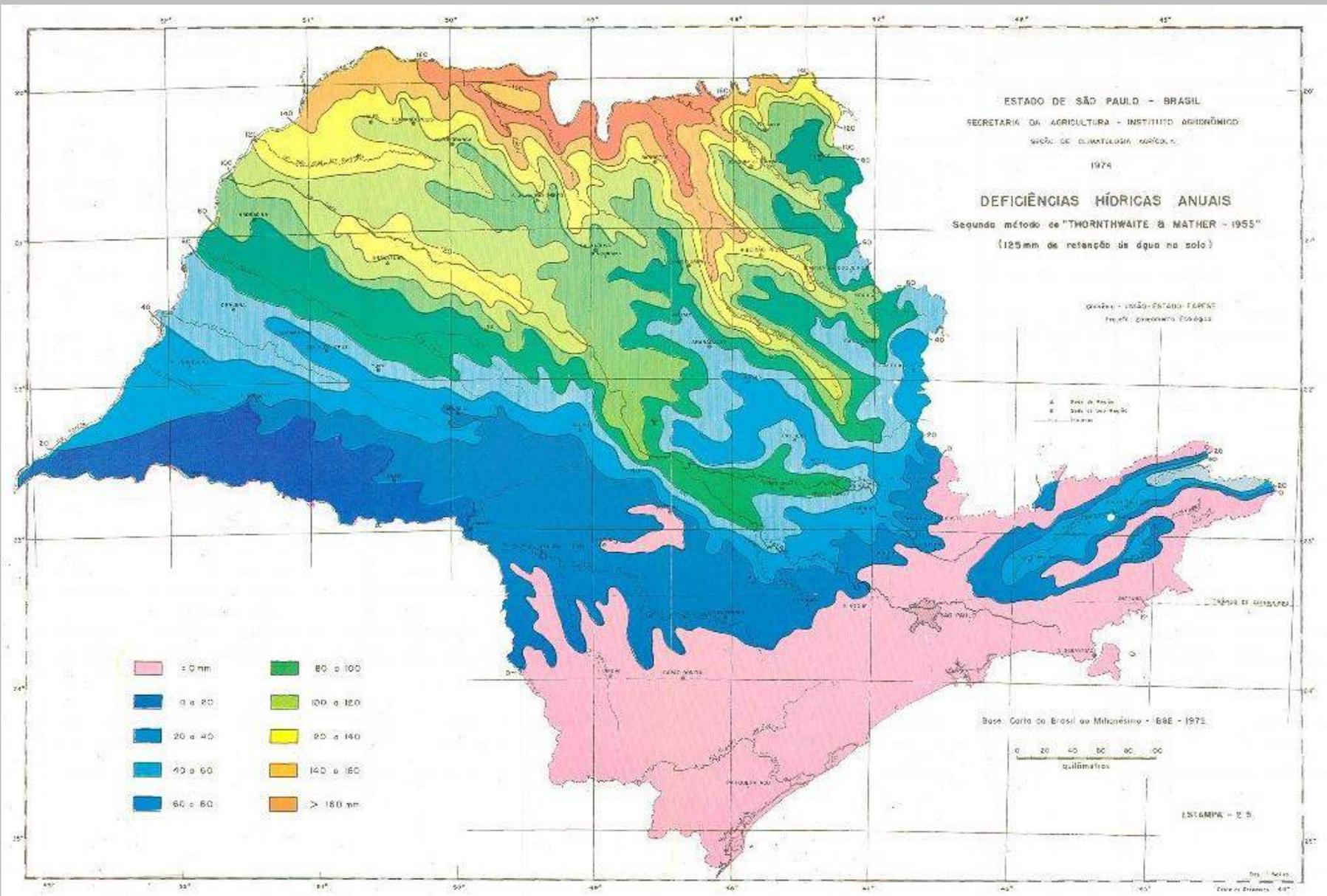
Gravado - INSTITUTO AGRONÔMICO  
Projeto: GEORRACIONAMENTO ECOLÓGICO

▲ São de São Paulo  
■ São de São Paulo  
--- São Paulo

Base: Carta do Brasil em Microsséculo - BGE - 1973

0 20 40 60 80 100  
quilômetros

ESTAMPA - 2/3



# TANQUE DE EVAPORAÇÃO CLASSE A



# Estimativa da evapotranspiração potencial

$$PET = 16 \left( \frac{L}{12} \right) \left( \frac{N}{30} \right) \left( \frac{10 T_a}{I} \right)^\alpha$$

PET – evapotranspiração potencial mm/mês;

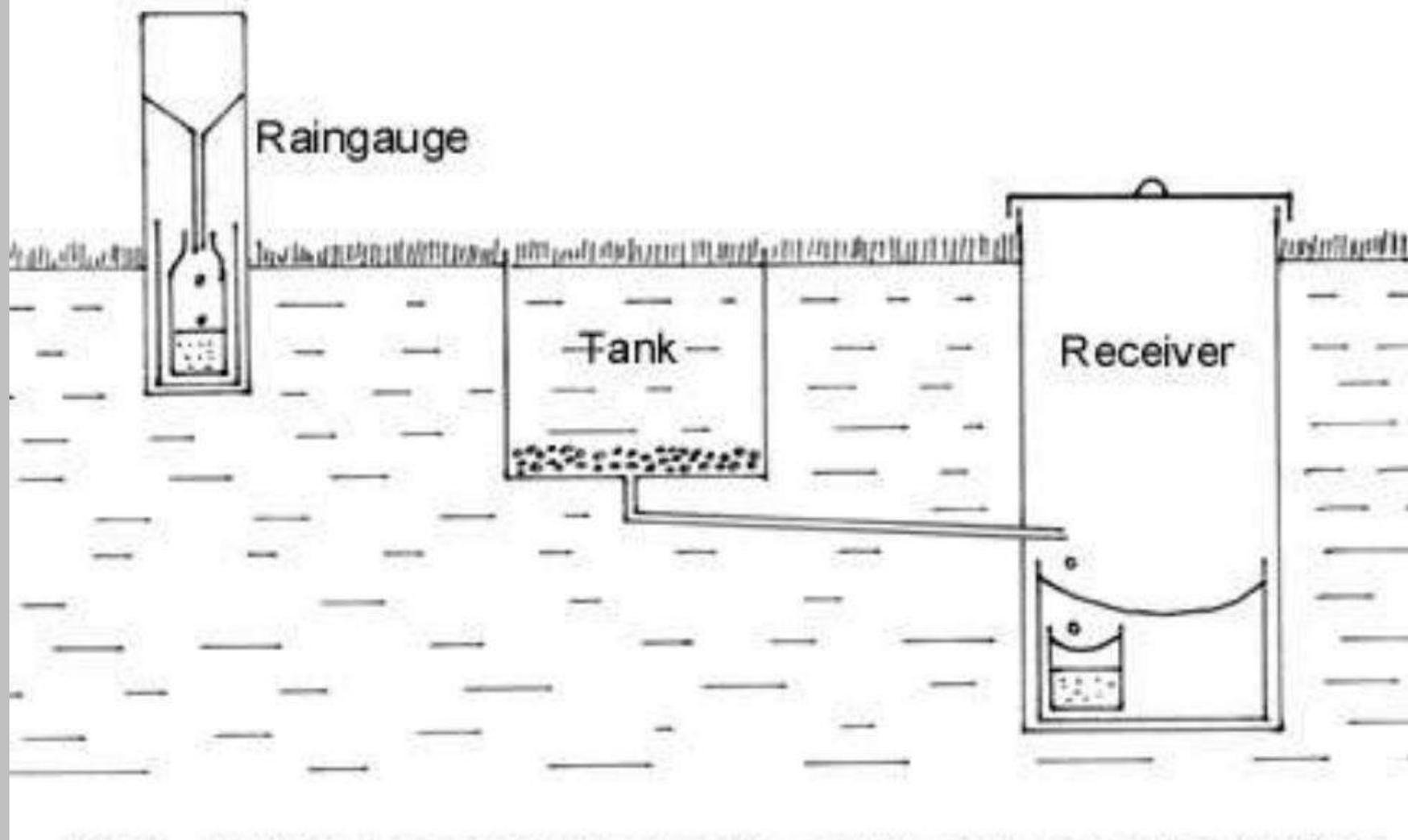
T<sub>a</sub> – temperatura média do mês para o qual esta sendo calculado;

N – número de dias do mês;

L – número médio de horas de insolação do mês;

$$\alpha = (6.75 \times 10^{-7})I^3 - (7.71 \times 10^{-5})I^2 + (1.792 \times 10^{-2})I + 0.49239$$

$$I = \sum_{i=1}^{12} \left( \frac{T_{ai}}{5} \right)^{1.514}$$



Mean water balance of the earth in  $10^3 \text{ km}^3 \text{ a}^{-1}$  (Houghton 1997)

surface	precipitation	evaporation	runoff
land surface	111	71	40
ocean surface	385	425	40*

\* water vapor transport in the atmosphere from the ocean to the land, for instance as cloud water

Mean annual data of the water cycle of Germany (Source: German Meteorological Service, Hydrometeorology) in mm ( $1 \text{ mm} = 1 \text{ L m}^{-2}$ )

precipitation	evaporation		
779 mm	463 mm		
into evaporation	463 mm	from transpiration	328 mm
into ground water	194 mm	from interception	72 mm
into runoff	122 mm	from soil evaporation	42 mm
		from surface water evaporation	11 mm
		from service water evaporation	11 mm

# Coeficiente de Bowen (razão de Bowen)

A razão de Bowen pode definir a dinâmica do calor armazenado pela relação entre a perda de calor sensível por convecção livre e a perda por calor latente.

$$Q = R_n - X = \lambda E + C$$

A partir do balanço de energia podemos supor que uma quantidade de calor  $X$  é armazenada no ambiente considerando as perdas por calor latente e calor sensível. A razão entre esses fluxos é a razão de Bowen. Uma das utilidades do emprego desse parâmetro é a avaliação do impacto da atividade humana no balanço de energia. O aumento no valor é associado com atividade antrópica.

$$C/\lambda E = \beta = \gamma \frac{r}{r_h} \frac{T_s - T_a}{e_s - e_a} = \gamma^* \frac{T_s - T_a}{e_s - e_a}$$

# Clima

Sistema de Classificação de Thornthwaite, 1931

- a) Índice de eficiência da precipitação (P/E) =  
5 Províncias de umidade e vegetação: ABCDE
- b) Sazonalidade de umidade: r w s d (A,B,C,D)
- c) Índices de eficiência da temperatura (T-E)

<u>Província</u>	<u>Vegetação</u>	<u>Sazonal. P/E</u>	<u>Índice T-E</u>
A Super-úmida	Flor. Pluvial	r= sempre-úmido	> 128 Tropical
B Úmida	Flor. Mesófila	w = < inverno	64-127 Mesotér.
C Sub-úmida	Campo	s = < verão	32- 63 Microtér.
D Semi-árida	Estepe	d = < em todas	16- 31 Taiga
E Árida	Deserto		1- 15 Tundra
F Gêlo perpétuo			0

# Sistema de classificação de Koeppen, 1918/1936 (1948)

a) Médias mensais e anuais de temperatura e precipitação  
= Tipos climáticos : A, B, C, D, E.

b) Variação sazonal de umidade : f, w (A, C, D), s (C).

c) Efeito sobre vegetação: S, W (B); T, F (D)

## Principais tipos climáticos de Köppen:

- ◆ A Tropical (média do mês + frio  $>18^{\circ}$ )
- ◆ B Seco (evaporação  $>$  precipitação)
- ◆ C Temperado quente (média mês + frio de  $18^{\circ}$  a  $-3^{\circ}\text{C}$ )
- ◆ D Temperado frio úmido (média mês + frio  $< 3^{\circ}\text{C}$ ; do mês + quente  $> 10^{\circ}\text{C}$ )
- ◆ E Polar (média mês + quente  $< 10^{\circ}\text{C}$ )
- ◆ (Temperaturas diferenciadas a, b, c (para C,D); d (para D); g, h, i, k, m, n (para A, B, C, D)).

# Alguns tipos climáticos segundo o sistema de Koeppen

- ◆ Af - Clima de Floresta pluvial tropical
- ◆ Aw - Clima de Savana tropical
- ◆ BSh - Estepe tropical e subtropical
- ◆ BWh - Deserto tropical e sub-tropical
- ◆ Cs - Clima mediterrâneo
- ◆ Caw - Clima temperado úmido, inver. Seco
- ◆ Caf - Clima temperado sempre úmido
- ◆ Da - Clima continental úmido e frio
- ◆ ET - Clima de Tundra (e outros)

# Sistema ecológico de Walter & Lieth, 1960

## Representado através de Climadiagramas

- ◆ Contem dados ecológicos essenciais como a distribuição de temperatura e água no decorrer do ano.
- ◆ O eixo vertical à esquerda é a escala de T e o da direita de P, cuja relação  $T: P :: 1: 2$  indica a aridez do meio segundo Gaussen (1954)
- ◆ O eixo horizontal representa os meses do ano, iniciando-se com o mês de janeiro para o hemisfério N e julho para o hemisfério Sul. É essencial que os meses mais quentes fiquem sempre na parte central do diagrama, para permitir uma comparação direta dos tipos climáticos de qualquer parte do globo.

# Sistemas Ecológicos da Bio-Geosfera

## Biomas zonais ou Zonobiomas (ZB)

- ◆ ZB I Úmido equatorial (clima diurno)
- ◆ ZB II Tropical com chuvas no verão
- ◆ ZB III Sub-tropical árido
- ◆ ZB IV Clima mediterrâneo
- ◆ ZB V Temperado-quente-sempre úmido
- ◆ ZB VI Temperado típico com curta estação fria
- ◆ ZB VII Temperado árido com longa estação fria
- ◆ ZB VIII Temperado frio, boreal com longo inverno
- ◆ ZB IX Clima de tundra ártica
- ◆ ZBr(III) Clima árido extremo com inver. frio

# Sistemas ecológicos da Bio-Geosfera

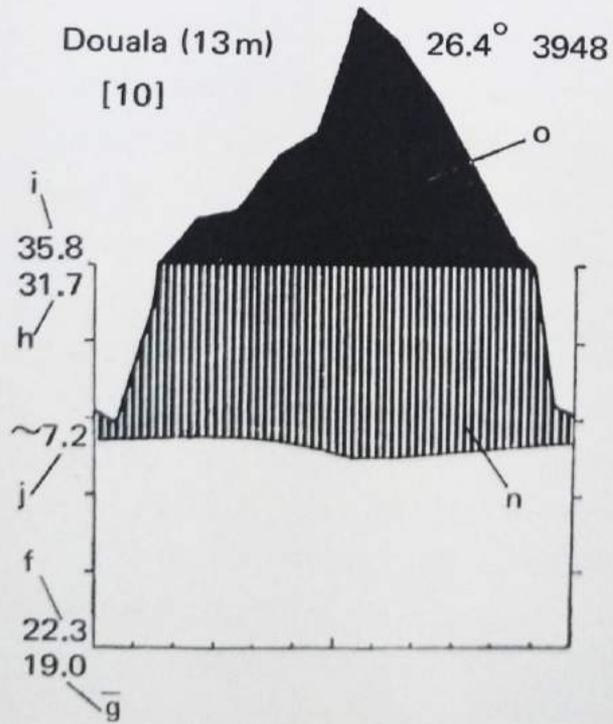
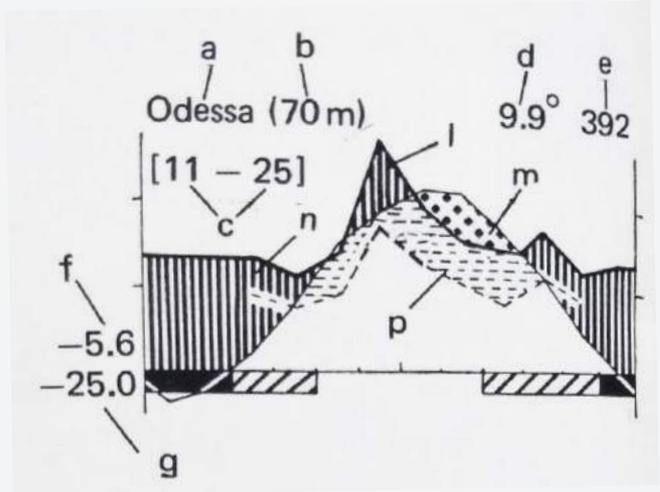
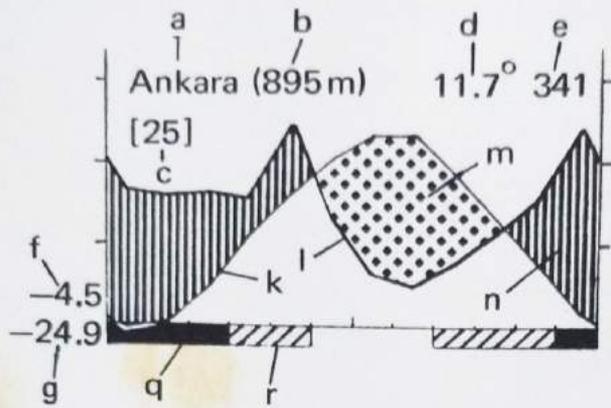
## Biomassazonais - Orobiomas

- ◆ OB I Páramo venezuelano ( 4221m; 2,8°C; 682mm)
- ◆ OB II Puna peruana ( 3777m; 8,6°C; 104mm)
- ◆ OB III Puna desértico ( 2260m; 13,3°C; 0 mm )
- ◆ OB IV Cedres - Líbano (1930m; 9,1°C; 768mm)
- ◆ OB V Montanhas da Austrália, sempre úmidas  
( 2000m; 3,8°C; 1820mm)
- ◆ OB VI Norte de Alpes ( 2962m; -5°C; 1350mm)
- ◆ OB VII Pikes Peak -Rochosas ( 4301m; - 7°C; 752mm)
- ◆ OB VIII Sul Alaska ( 966m; - 3,6°C; 248mm)
- ◆ OB IX Wostok - Antártica ( 3420m;- 56°C; 248mm)

# Sistemas Ecológicos da Bio-Geosfera

## Biomias azonais

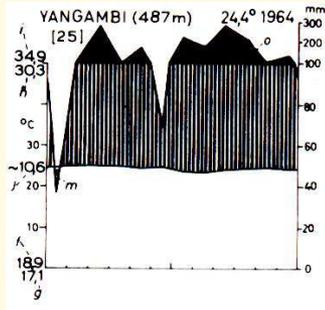
- ◆ Pedobiomas :
- ◆ Litobiomas, Psamobiomas, Halobiomas,
- ◆ Helobiomas, Peinobiomas
  
- ◆ Zonoecotonos :
- ◆ ZB I/II; ZB II/III; ZB V/II



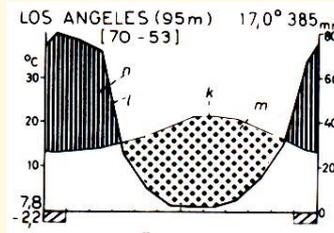
- a – nome do lugar ;
- b – altitude;
- c – número de anos de medições;
- d – temperatura média anual (oC);
- e – precipitação média anual (mm);
- f – temperatura média do mês mais frio;
- g – mínima absoluta;
- h – temperatura média do mês mais quente;
- i – temperatura máxima absoluta registrada;
- j – média das variações de temperatura diárias;
- k – curva da temperatura média mensal;
- l – curva da precipitação mensal média;
- m - período de seca relativa;
- n – estação chuvosa;
- o – período de precipitação média mensal >100;
- p – curva de precipitação disponível (reduzida);
- q – meses com média diária abaixo de 0;
- r – meses com mínima absoluta abaixo de zero;

# CLIMADIAGRAMA DE BIOMAS ZONAIS

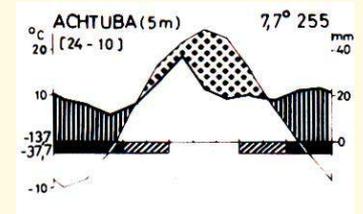
ZB I



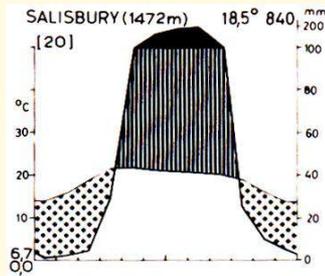
ZB IV



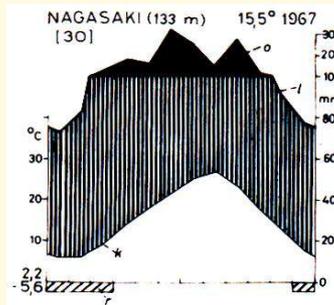
ZB VII



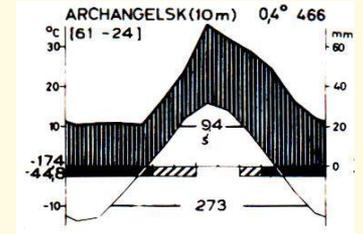
ZB II



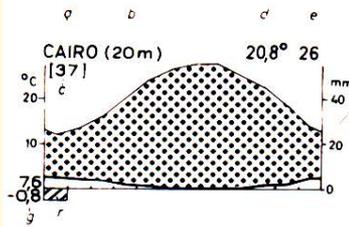
ZB V



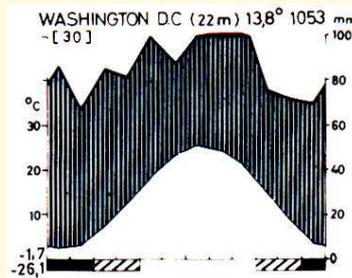
ZB VIII



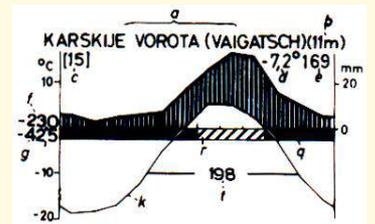
ZB III



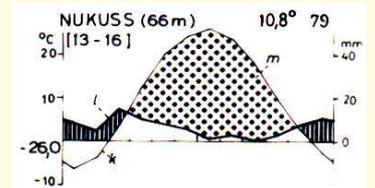
ZB VI

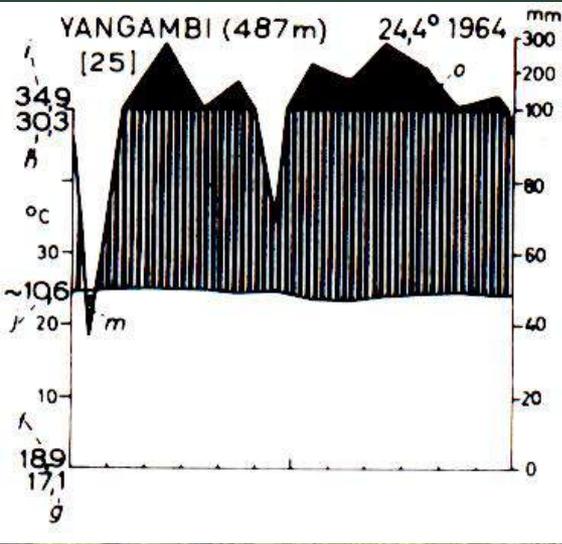


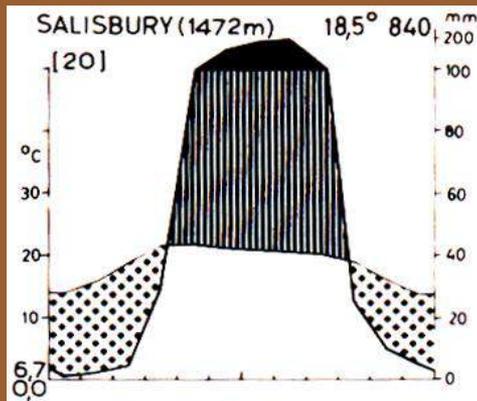
ZB IX



R(III)







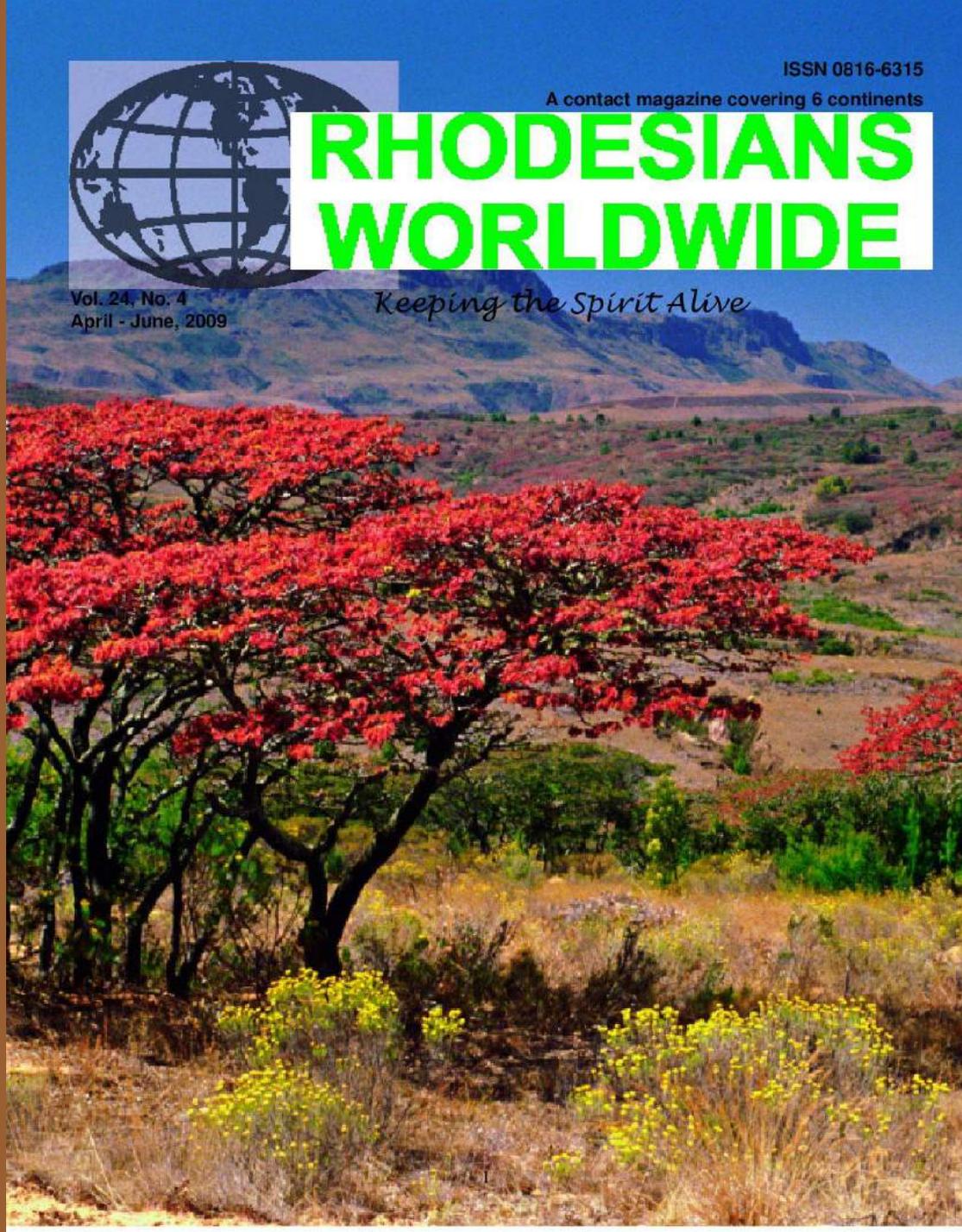
ISSN 0816-6315

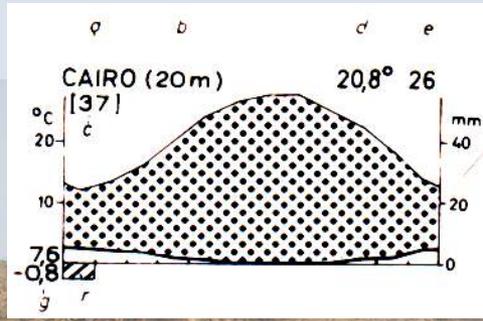
A contact magazine covering 6 continents

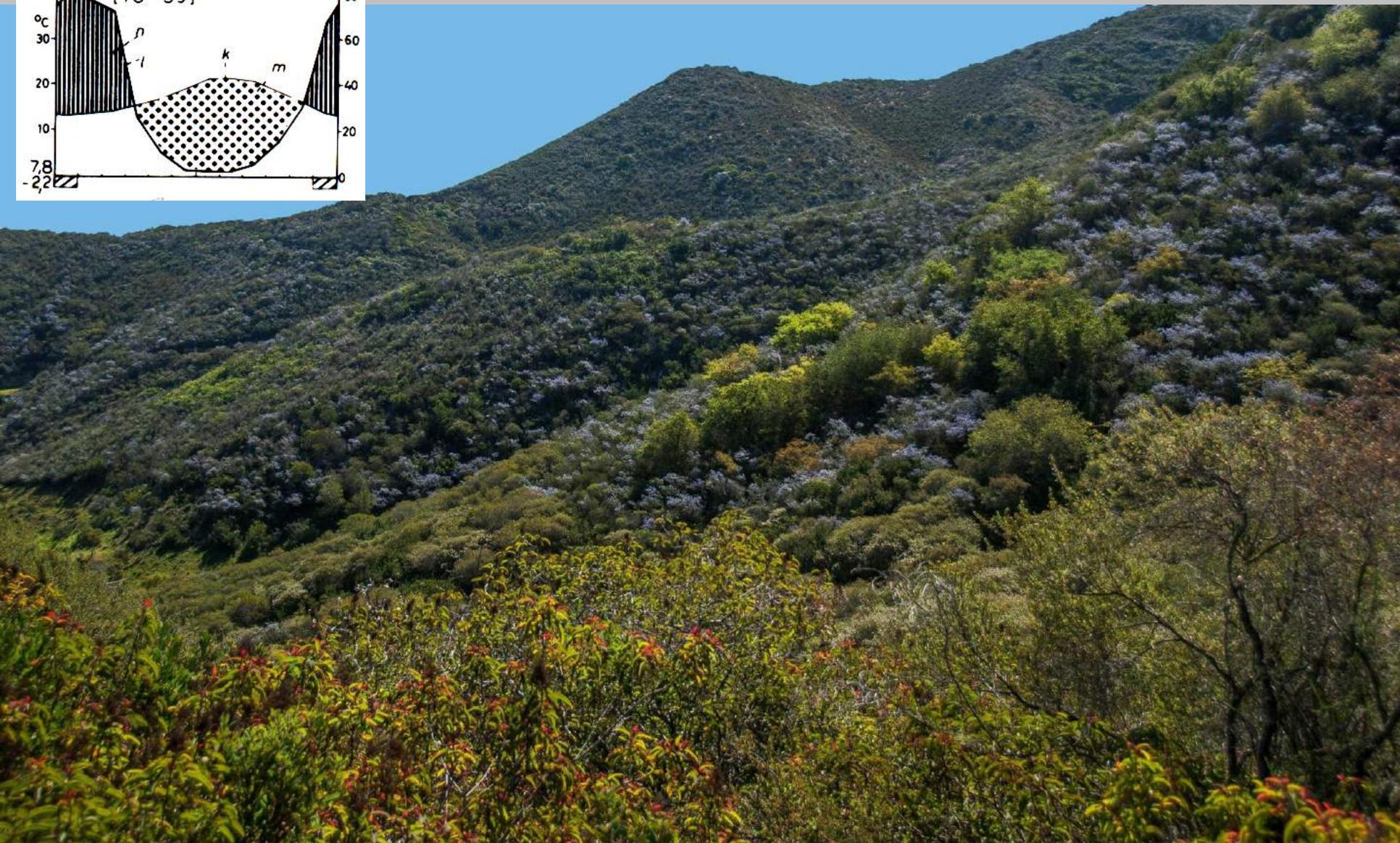
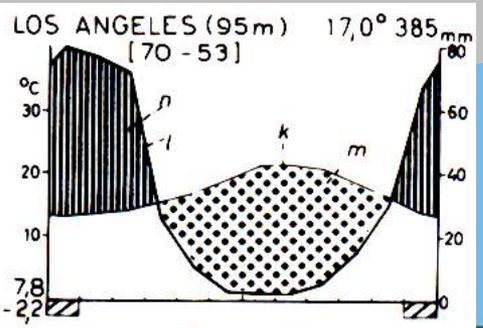
# RHODESIANS WORLDWIDE

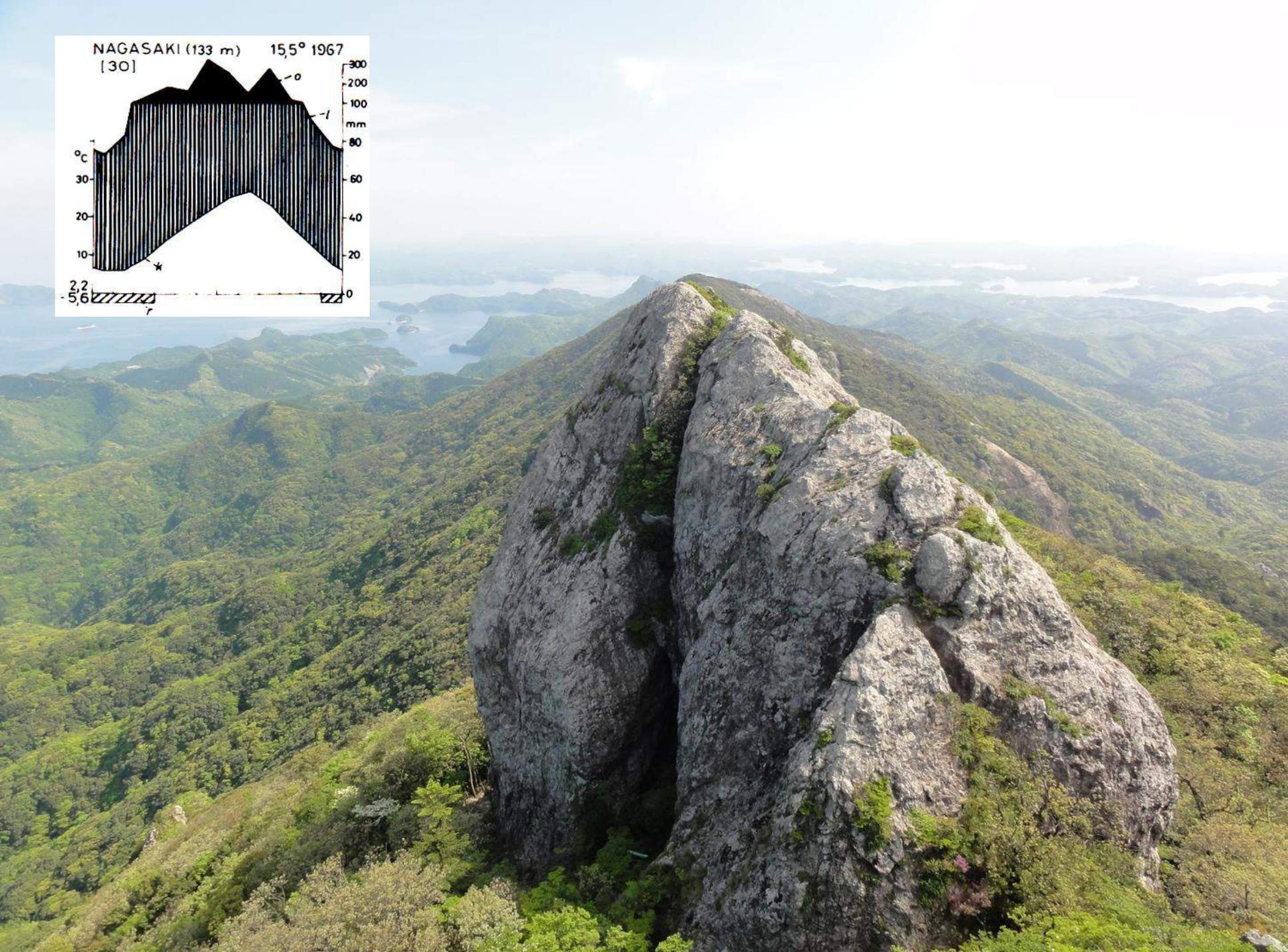
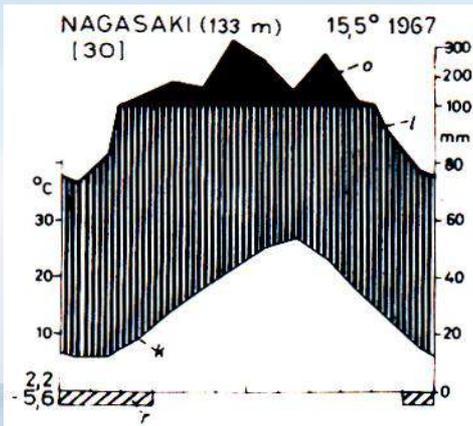
Vol. 24, No. 4  
April - June, 2009

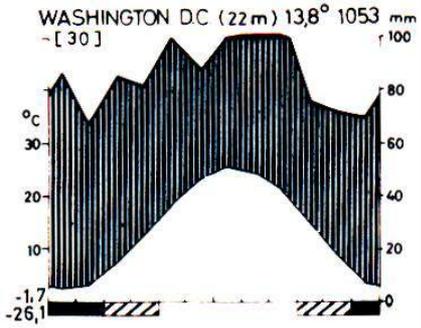
*Keeping the Spirit Alive*

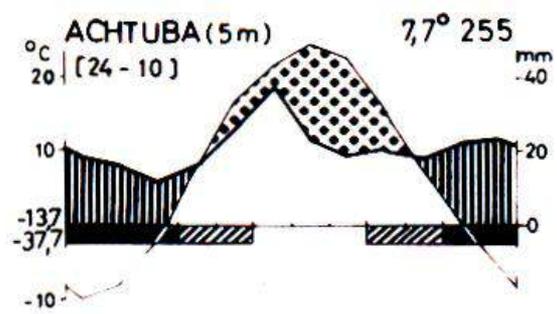












Depth, cm



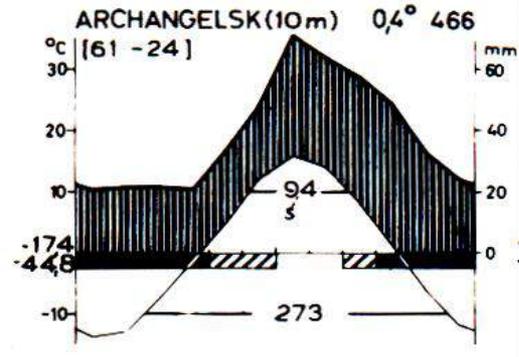
A

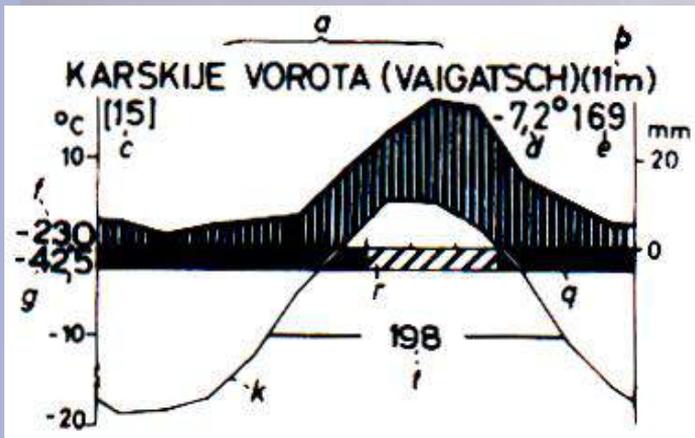


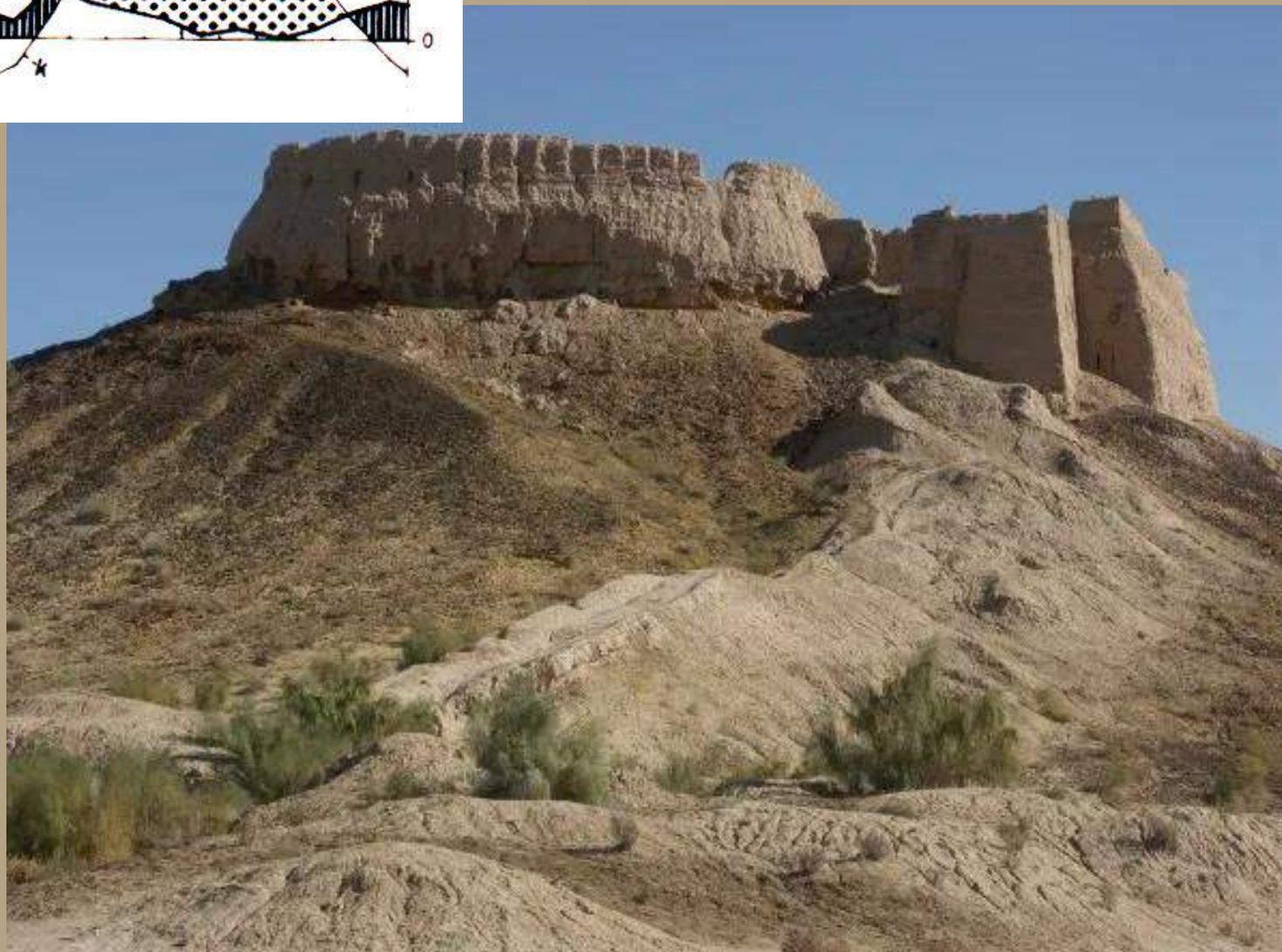
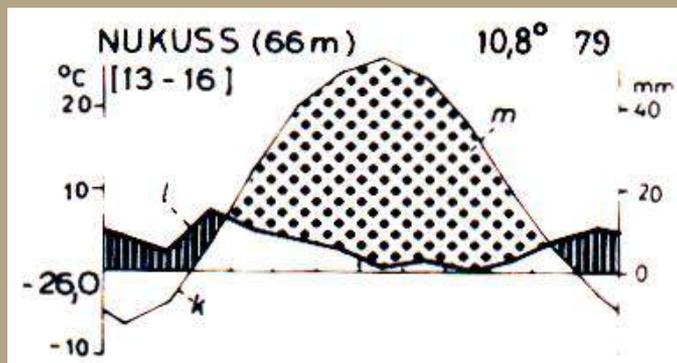
C



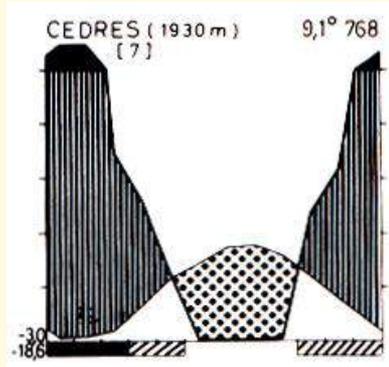
B



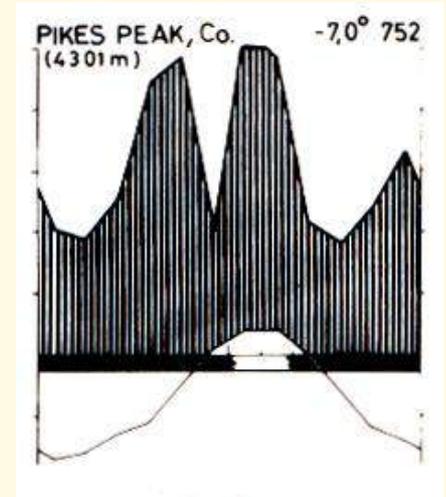




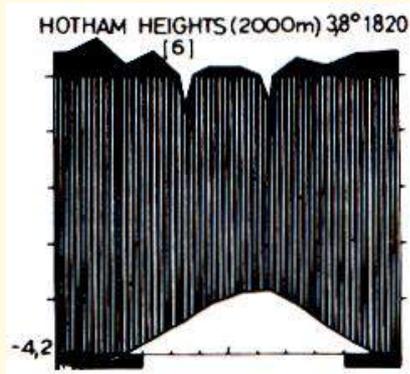
# CLIMADIAGRAMA DE BIOMAS AZONAIS OROBIMAS



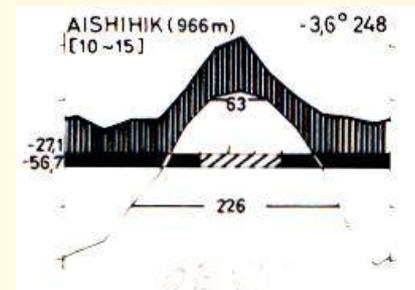
OBIV



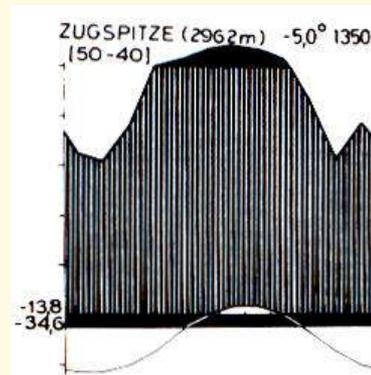
OBVII



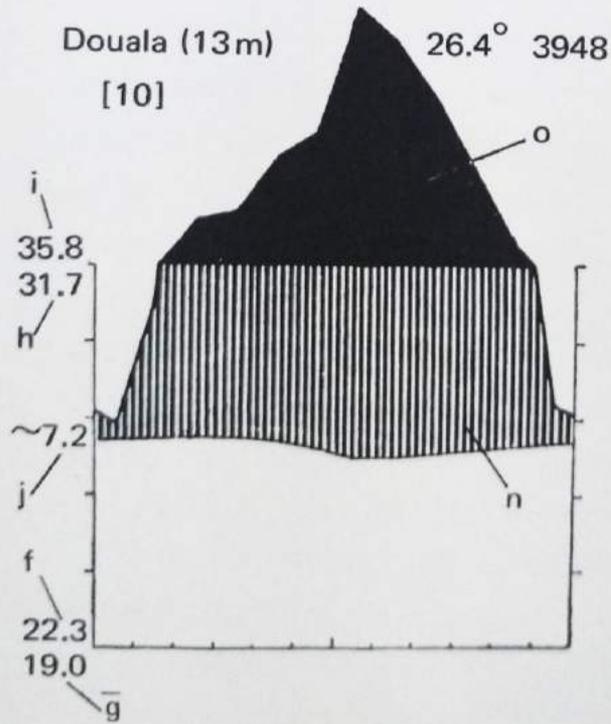
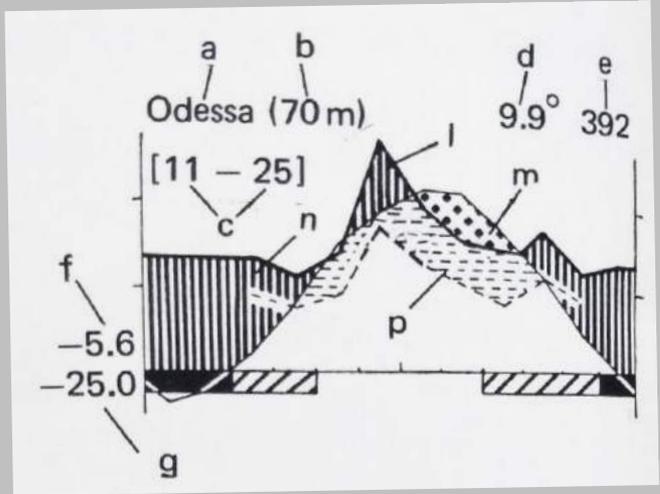
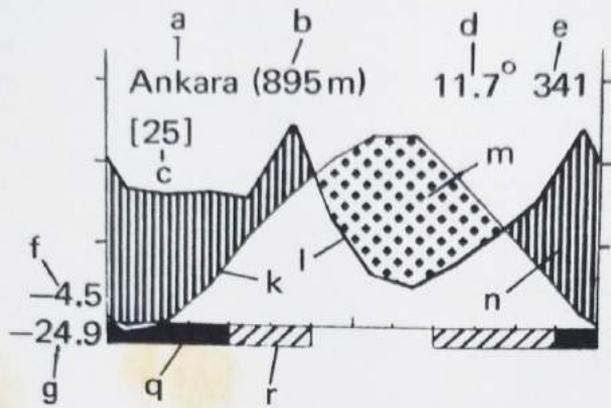
OBV



OBIII

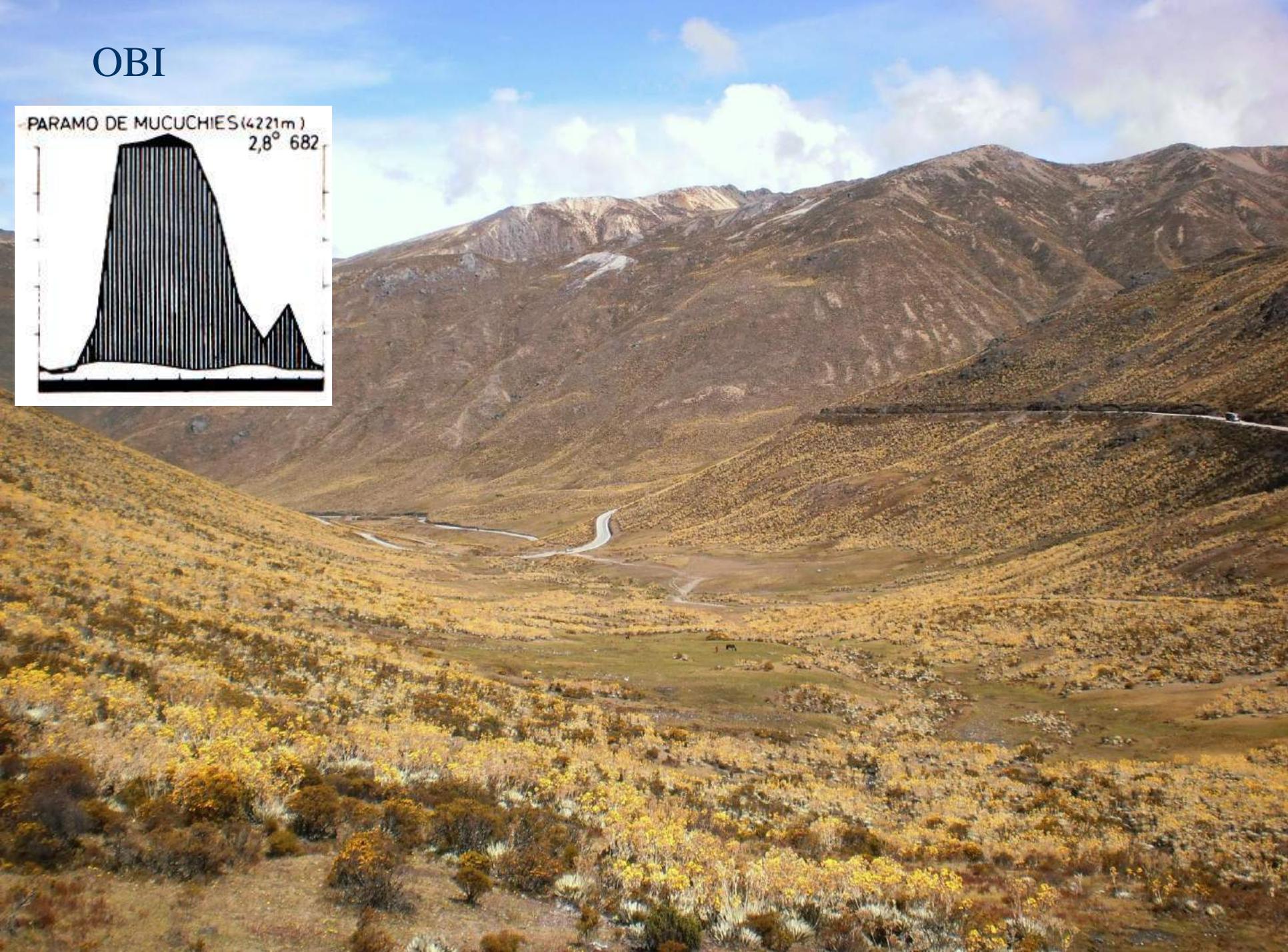
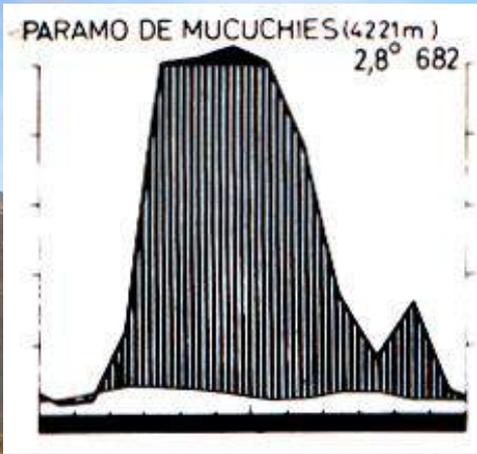


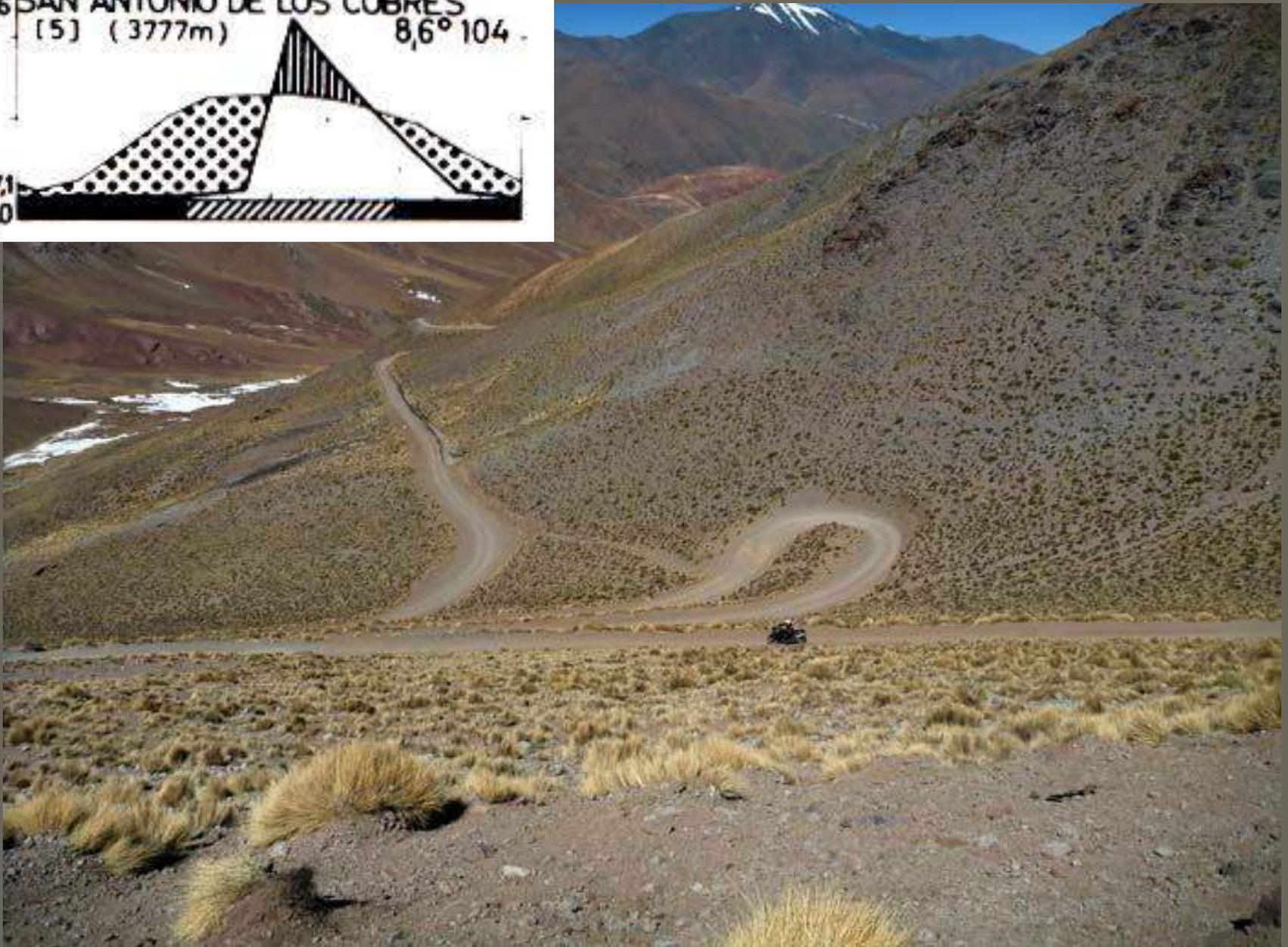
OBVI



- a – nome do lugar ;
- b – altitude;
- c – número de anos de medições;
- d – temperatura média anual (oC);
- e – precipitação média anual (mm);
- f – temperatura média do mês mais frio;
- g – mínima absoluta;
- h – temperatura média do mês mais quente;
- i – temperatura máxima absoluta registrada;
- j – média das variações de temperatura diárias;
- k – curva da temperatura média mensal;
- l – curva da precipitação mensal média;
- m - período de seca relativa;
- n – estação chuvosa;
- o – período de precipitação média mensal >100;
- p – curva de precipitação disponível (reduzida);
- q – meses com média diária abaixo de 0;
- r – meses com mínima absoluta abaixo de zero;

# OBI





CALAMA (2260m)

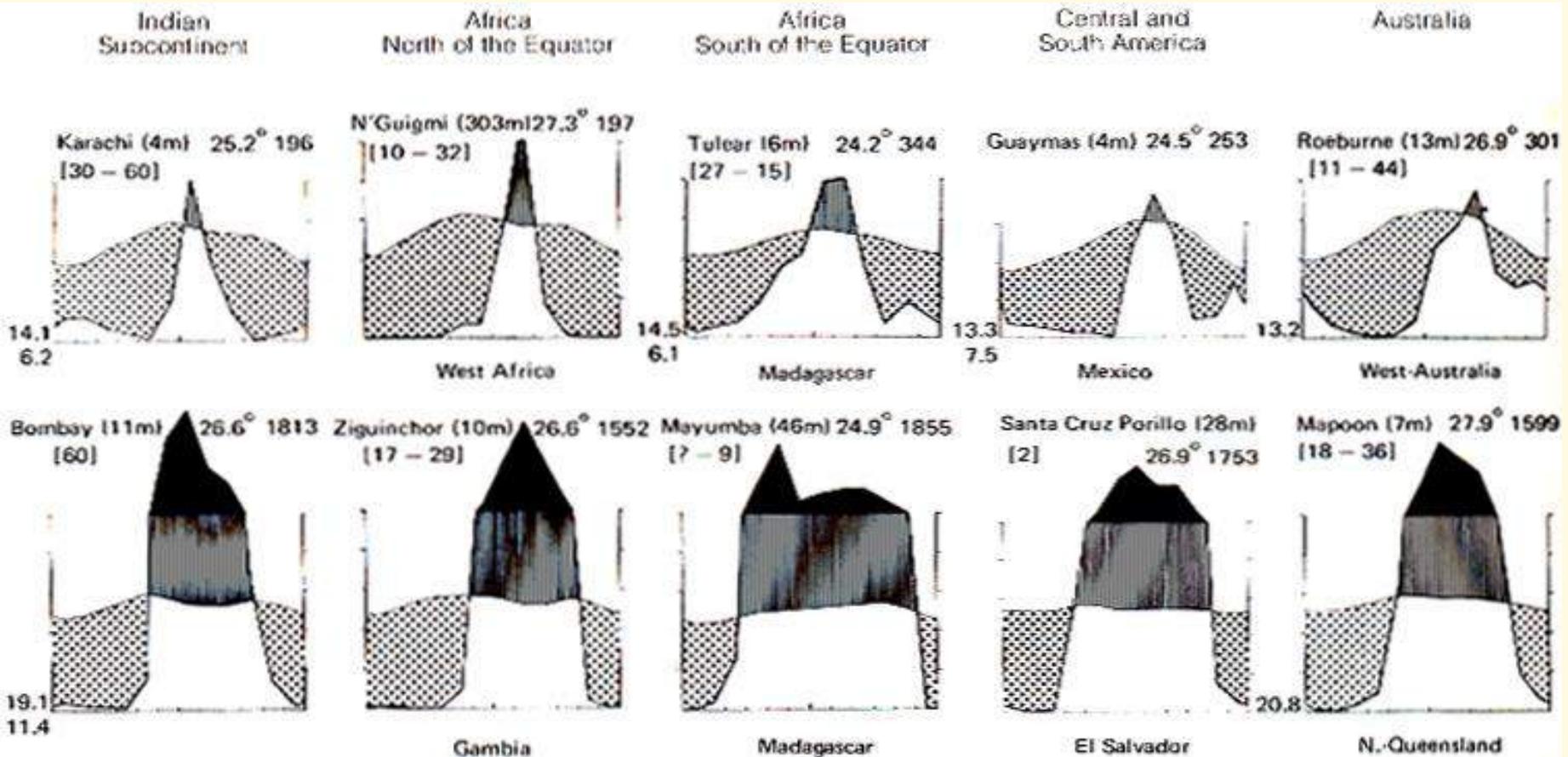
13,3° 0

(2)



# Climadiagramas de regiões Tropicais

◆ ZB III/II --> ZB II



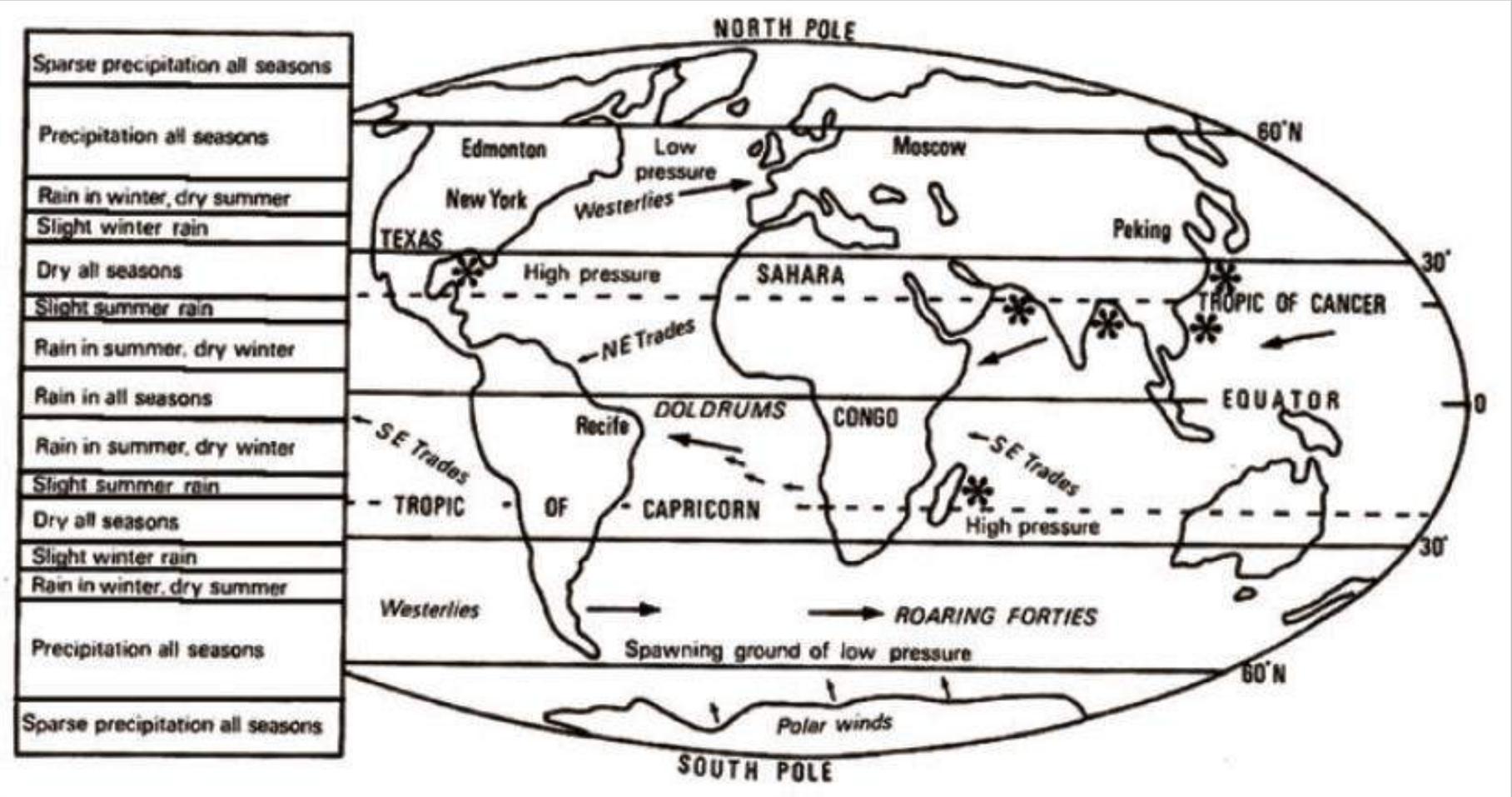
# Desertificação

- ◆ O que é um “deserto”:

Região com precipitação média anual menor do que 100mm (definição nem sempre eficaz para explicar a aridez);

Região definida por um déficit hídrico pela razão entre precipitação e demanda evaporativa;

# Cinturões climáticos



# Razão de Budyko-Lettau

$$D = R / (L \times P)$$

**D = índice de secura;**

**R = ganho líquido anual de radiação;**

**P = precipitação média anual;**

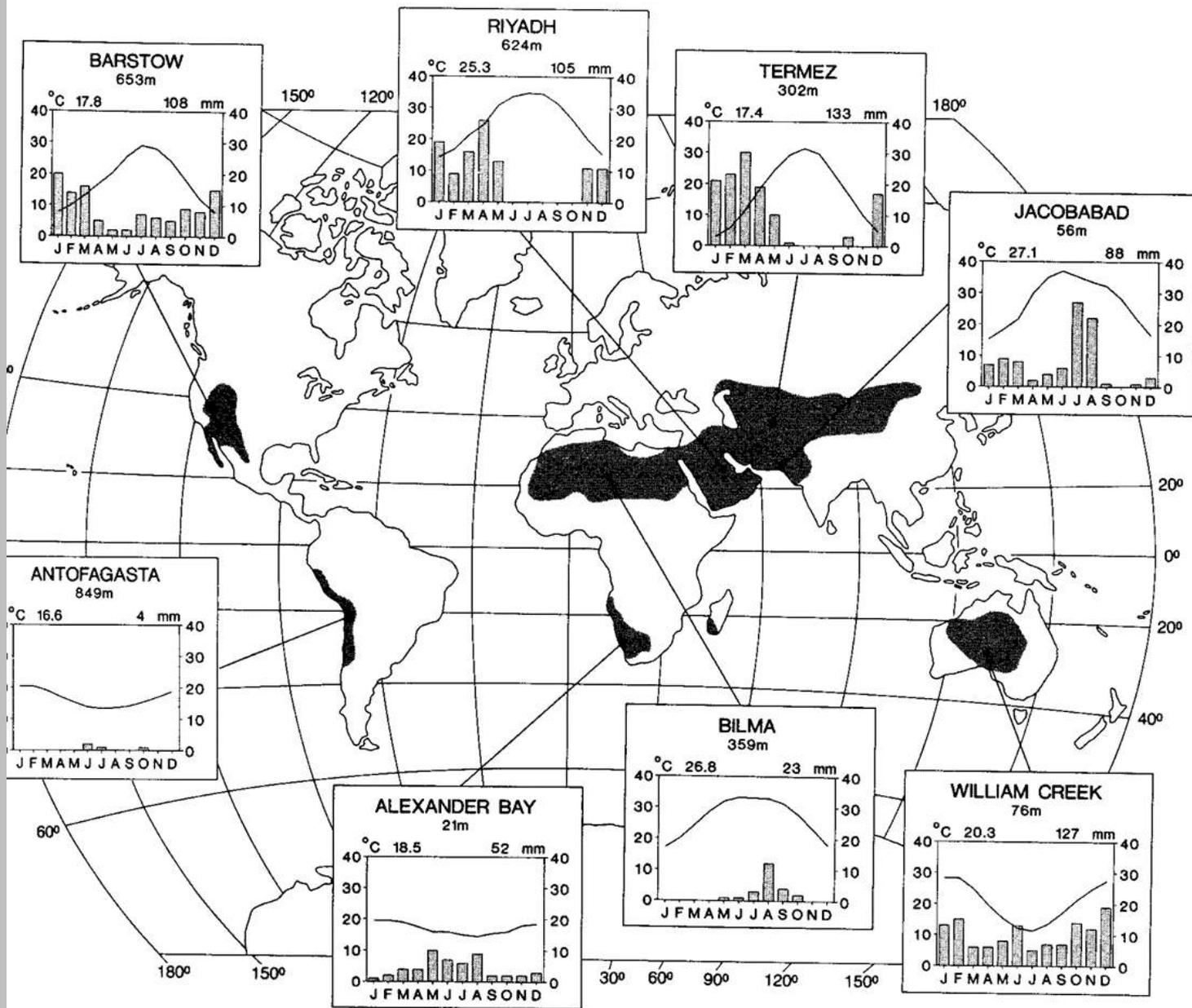
**L = calor latente de evaporação da água**

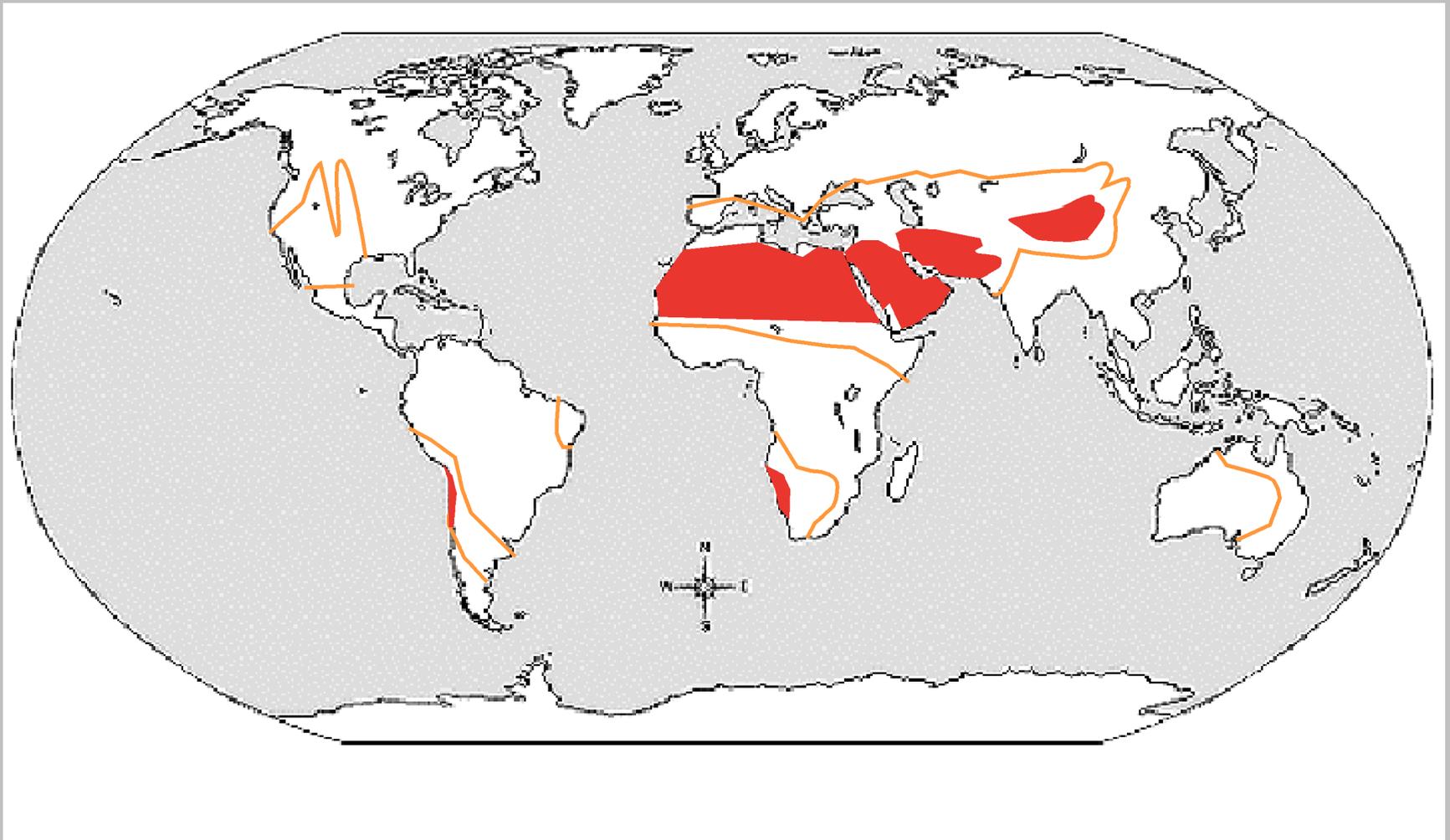
---

Concepção original:

$D > 2.3 =$  semi-deserto;  $D \geq 3.4 =$  deserto

UNESCO:  $D \geq 10 =$  deserto extremo

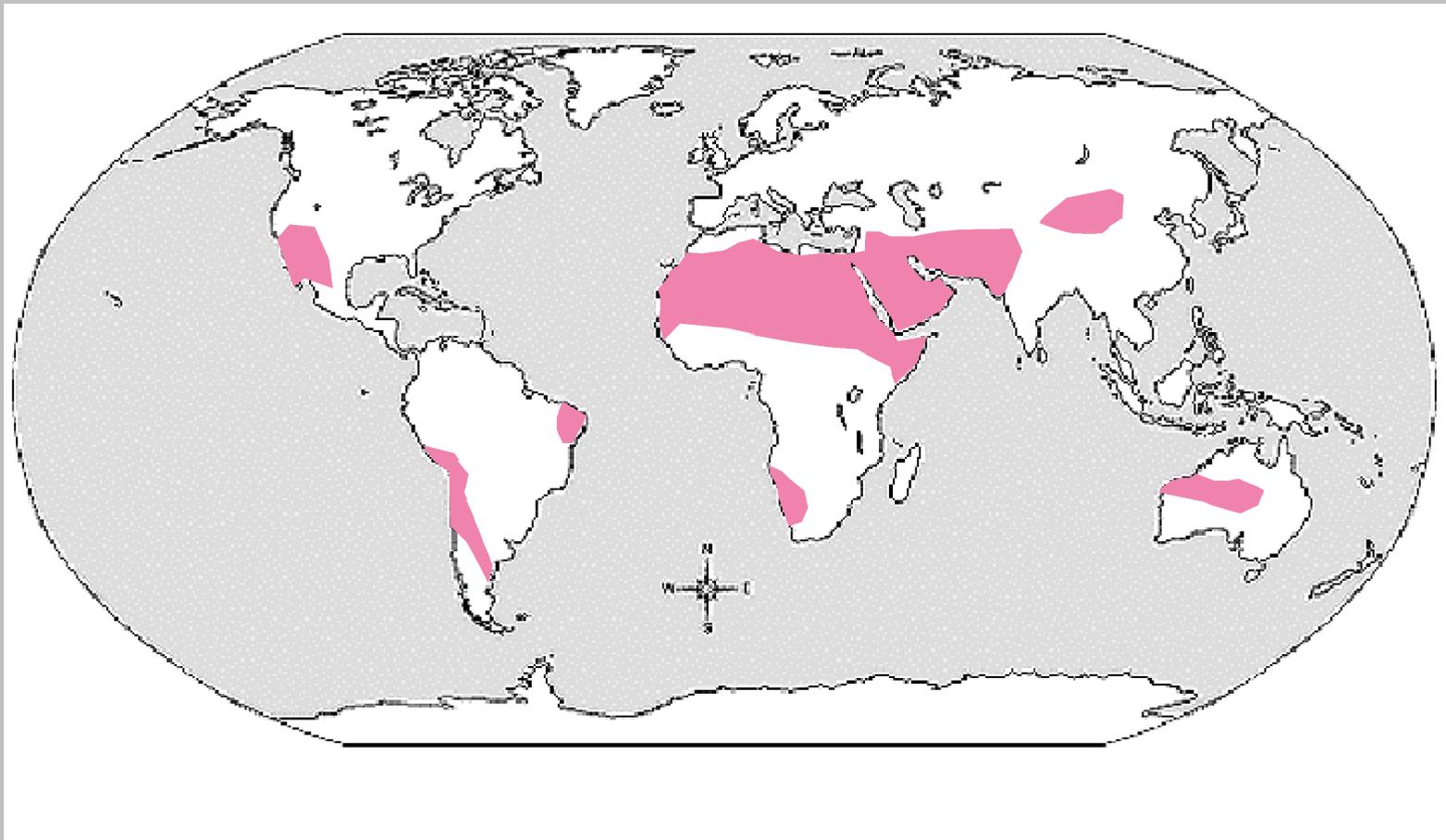




Linha -semiárido  
( $D \geq 2.3$ )

Área vermelha- deserto  
( $D \geq 10$ )

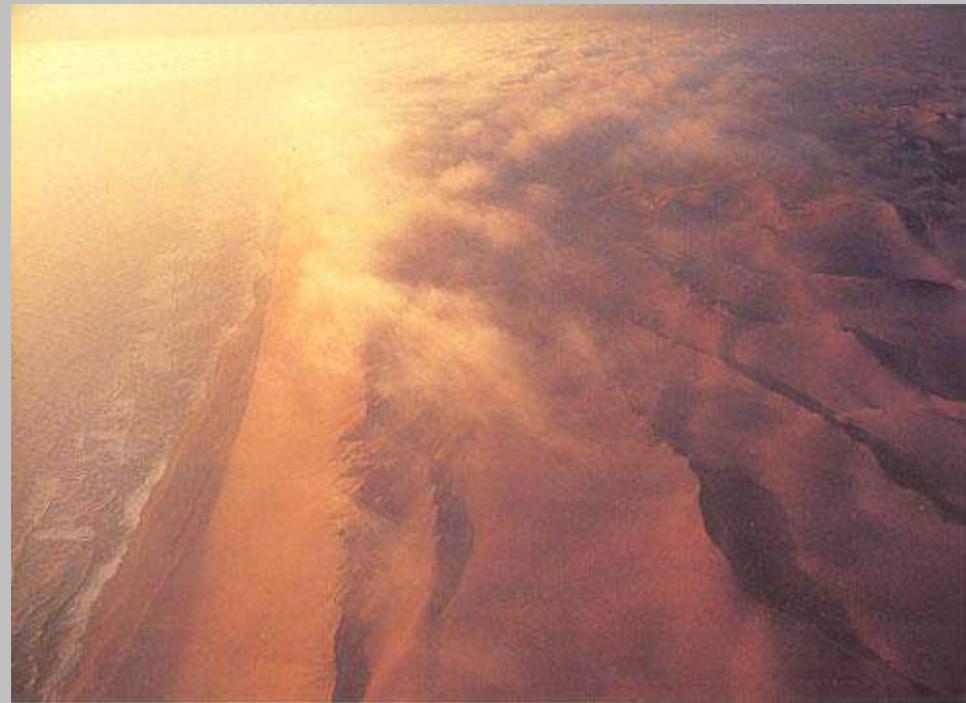
Imprevisibilidade:  
areas com variações maiores do que  
30% na precipitação



# Desiertos de mar frio



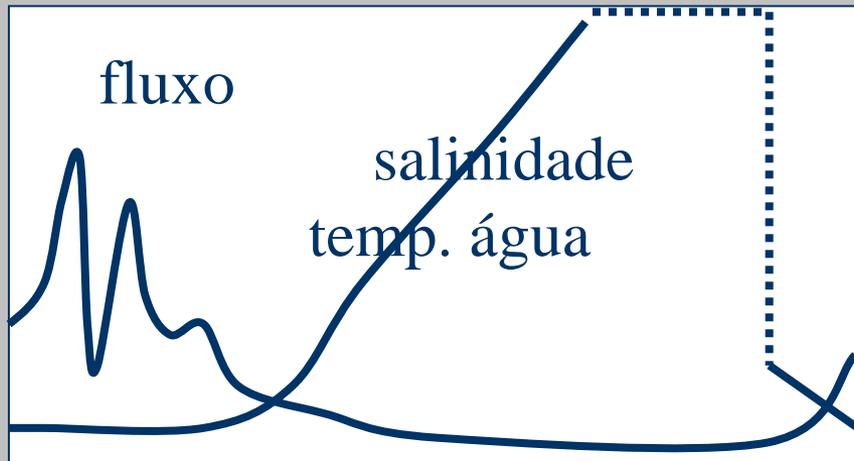
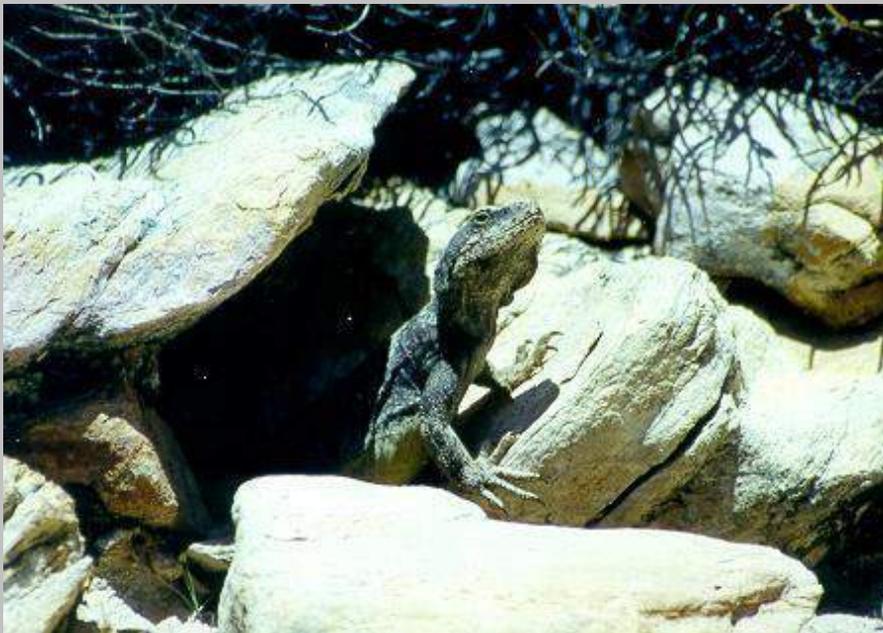
Atacama



Namib desert

# Desertos salinos





# Temperaturas

