

# Classificações Climáticas

1

## *Classificações Climáticas*

Os climas do planeta resultam do funcionamento do sistema climático e as suas variadas características reflectem a influência dos diferentes componentes que, de forma conjunta actuam no sistema.

Ao estabelecerem-se classificações climáticas tem de ter-se em atenção os factores que determinam e condicionam o clima.

2

# *Classificações Climáticas*

Estes factores são:

- a latitude,
- as massas de ar
- os factores geográficos (altitude, topografia, correntes marítimas, proximidade do mar).

3

# *Classificações Climáticas*

## **A latitude exerce acção preponderante:**

os tipos climáticos repartem-se por regiões climáticas que se dispõem mais ou menos regularmente do Equador aos Pólos.

## **Como segundo factor a proximidade do mar:**

pois os climas ordenam-se do litoral para o interior dos continentes.

4

## *Classificações Climáticas*

A primeira e mais generalizada classificação de climas deve-se aos Gregos, que dividiram a terra em três grandes zonas climáticas:

- Tropical,
- Temperada,
- Polar.

5

## *Classificações Climáticas*

Desde então, foram numerosos os sistemas formulados, em particular no séc. XX, mas sempre com duas tendências principais:

Baseados em factores que originam a diversidade climática, como a circulação atmosférica, as massas de ar e os tipos de tempo.

Estas classificações são conhecidas como **classificações genéticas**.

6

# *Classificações Climáticas*

As que combinam diferentes elementos do clima (geralmente o grau de aridez e a temperatura) agrupados ou não em índices.

Estas classificações são designadas de **Empíricas** e realçam-se os trabalhos desenvolvidos por Thornthwaite por Köppen.

7

# *Classificações Climáticas*

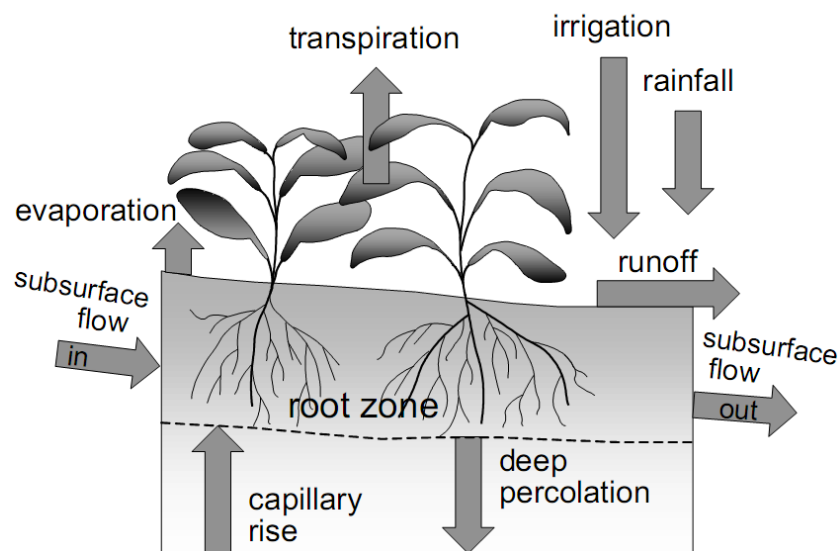
## *Classificação racional de Thornthwaite*

Baseia-se no conceito de evapotranspiração potencial e no balanço de vapor de água.

Contém quatro critérios básicos:

- ✓ índice global de humidade,
- ✓ variação estacional da humidade efectiva,
- ✓ índice de eficiência térmica,
- ✓ concentração estival da eficácia térmica.

8



9

## *Classificações Climáticas*

### *Classificação racional de Thornthwaite*

A evapotranspiração potencial (ETP) determina-se a partir da temperatura média mensal, corrigida segundo a duração do dia.

Esta classificação foi feita em 1948 e compara as precipitações que se verificam num dado local ou região, com as quantidades de água que nesse mesmo local ou região são evapotranspiradas.

10

# Classificações Climáticas

## Classificação racional de Thornthwaite

A comparação é feita através de balanços hídricos, considerando-se por um lado as precipitações e por outro as evapotranspirações.

Dada a escassez de registos de evapotranspiração potencial, Thornthwaite, propôs que fosse avaliada:

$$ETP = 16 * (10t / I)^a$$



# Classificações Climáticas

## Classificação racional de Thornthwaite

$$ETP = 16 * (10t / I)^a$$

onde:

ETP = Evapotranspiração potencial (mm/mês)

t = Valor da temperatura média mensal (°C)

$$a = 675 * 10^{-9} I^3 - 771 * 10^{-7} I^2 + 1792 * 10^{-5} I + 0,49239$$

I = Índice térmico anual, somatório dos índices térmicos mensais i;

$$I = \sum_{i=1}^{12} \left( \frac{t_i}{5} \right)^{1,514}$$

# Classificações Climáticas

## Classificação racional de Thornthwaite

A utilização destas formulas é trabalhosa, por isso recorre-se sempre que possível a tabelas e ábacos.

A partir dos valores de evapotranspiração e de precipitação anuais pode determinar-se o balanço hídrico – que permite conhecer os meses em que se verifica excesso, deficiência ou equilíbrio de água, obtendo-se então a evapotranspiração real, o deficit e o excesso de água anuais

13

### Classificação racional de Thornthwaite Matriz para automatizar o Cálculo ETP

		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGT	SET	OUT	NOV	DEZ
Temp. mensal (°C)	T <sub>m</sub>	2,1	2,5	4,8	7,1	8,3	10,7	13,4	14,5	11,1	8,2	5,4	3,7
Índice térmico anual, somatório dos índices térmicos mensais i <sub>m</sub>	$I = \sum_{i=1}^{12} \left( \frac{t_i}{5} \right)^{1,514} = 25,3$	0,3	0,4	0,9	1,7	2,2	3,2	4,4	5,0	3,3	2,1	1,1	0,6
Coefficiente	a	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
Evapotranspiração não ajustada	(ETP <sub>m</sub> ) = 16 * (10t / I) <sup>a</sup>	13,5	15,9	28,6	40,8	47,1	59,2	72,6	78,0	61,2	46,5	31,9	22,6
Duração do fotoperíodo, d (Tab.27 ou Eq. 34, FAO56)	d	9,4	10,6	12	13	15	15,2	15	13,9	12,6	11,1	9,8	9,1
Ajuste para o numero de Horas do fotoperíodo	(d/12)	0,78	0,88	0,99	1,12	1,22	1,27	1,24	1,16	1,05	0,93	0,82	0,76
Evapotranspiração ajustada, mensal (mm/mês)	ETP <sub>m</sub> = (d/12)*(ETP <sub>m</sub> )	10,6	14,0	28,4	45,6	57,3	75,0	90,2	90,4	64,3	43,1	26,0	17,2
Evapotranspiração ajustada diária (mm/dia), com ajuste para o Numero de dias e Horas do fotoperíodo, substituindo t <sub>m</sub> pela temperatura diária	ETP <sub>d</sub> =(d/12)*(N/30)*(ETP <sub>m</sub> )  [onde d é o fotoperíodo do dia e N é numero de dias, N=1]	0,4	0,5	0,9	1,5	1,9	2,5	3,0	3,0	2,1	1,4	0,9	0,6
	$a = 675 \cdot 10^{-9}  ^3 - 771 \cdot 10^{-7}  ^2 + 1792 \cdot 10^{-5}   + 0.49230$												

14

*Classificação racional de Thornthwaite*  
*Matriz para automatizar o Cálculo ETo*  
*(Hargreaves)*

Hargreaves equation			
$ET_o = 0,0023(T_{mean} + 17,8)(T_{max} - T_{min})^{0,5} R_a$ (52)			
(Eto e Ra em mm/day)			
-	Tmax =	26,6	°C
-	Tmin =	14,8	°C
-	Tmed =	20,7	°C
Tabela 2.6 or Eq. 21 (Ra)	J	196	-
	Latitude =	46,0	°N
	R <sub>a</sub> =	40,6	MJ m <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup>
equivalent evaporation [mm day <sup>-1</sup> ] = 0.408 x Radiation [MJ m <sup>2</sup> day <sup>-1</sup> ]		0,408R <sub>a</sub> =	16,5648 mm/day
Eq. 52 ETo = 0.0023(Tmean + 17.8)(Tmax - Tmin) <sup>0.5</sup> Ra		ETo	5,038668 mm/day

15

*Classificação racional de Thornthwaite*  
*Matriz para automatizar - Balanço Hidrológico*

Balanço Hidrológico Sequencial Mensal, Thornthwaite – Mather

Local; Latitude; Longitude; Altitude; Período; Nº de Anos; Cap. Utiliz. (CU -capacidade de água máxima que o solo pode armazenar)

	CU=	100 mm	(admita-se CU se encontra satisfeito ao início do período seco - Abril)												
			JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGT	SET	OUT	NOV	DEZ	Ano
Conhecido	1	T(°C)													
Índice calórico, Tab <b>Tab1 – f(t)</b>	2	I													
Evapotranspiração não ajustada, Tab <b>Tab2-f(Ianula,t)</b>	3	(ETP)													
Factor de ajustamento, Tab <b>Tab4-f(Ilat, mês)</b>	4	F													
Conhecido	1,5	R													
3*4 ou Penman ou ...	2,6	ETP													
	3,7	R-ETP													
Perda de água potencial em determinado período de tempo; Valores Acumulados da linha anterior quando Negativos (L<=0)	4,8	L													
Volume Água Armazenado : [A= CU EXP (L/CU) (Max=CU)	5,9	A													
Varição no armazenamento; AA i = Ai - Ai(-1) = CU EXP (Li/CU) - Ai(-1) (meses com déficit)	6,10	AA													
- Intervalos com déficit hídrico; ETR =R-AA (AA<0) - AA>=0 ETR=ETP	7,11	ETR													
D - Déficit de água no Solo; D=ETP - ETR	8,12	D													
S – Excesso de água no Solo; S= R - (ETP+ AA)	9,13	S													

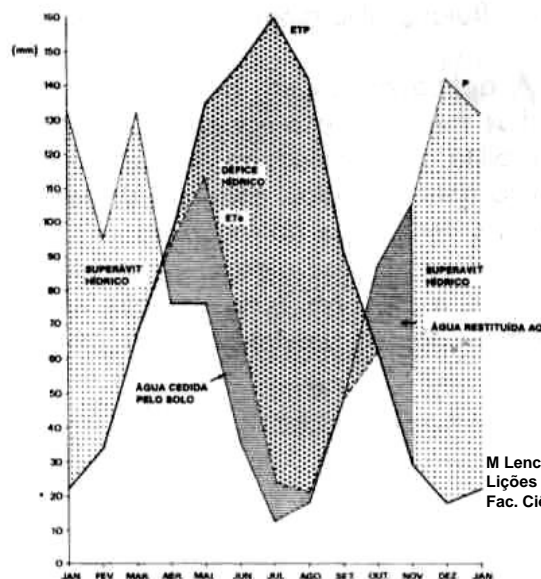
R-ETPS-D  

--	--

16



### Classificação racional de Thornthwaite



M Lencastre, A. C e Franco, F., 1992.  
Lições de Hidrologia. Universidade Nova.  
Fac. Ciências e Tecnologia

Balanço hidrológico sequencial mensal (Valores médios de 30 anos em Coimbra; capacidade utilizável = 100 mm)

17

## Classificações Climáticas

### Classificação racional de Thornthwaite

Com base nos valores anuais médios do deficit (DH) hídrico do solo, do excesso (SH) e da ETP, foram estabelecidos os índices de humidade ( $I_u$ ) e o índice de aridez ( $I_a$ )

$$I_u = (SH / ETP) * 100 (\%)$$

$$I_a = (DH / ETP) * 100 (\%)$$

O índice hídrico ( $I_h$ ) conjuga os dois índices anteriores num valor numérico

$$I_h = I_u - 0,6 I_a$$

18

# Classificações Climáticas

## Classificação racional de Thornthwaite

A evapotranspiração potencial é assim uma avaliação da eficiência térmica.

Os diversos tipos climáticos da classificação de Thornthwaite obtêm-se considerando sucessivamente valores:

- do índice hídrico,
- resultado global do balanço anual,
- da ETP tomada como indicativo da eficiência térmica, dos índices de aridez e de humidade, dando expressão aos excessos ou deficiências de água.

19

# Classificações Climáticas

## Classificação racional de Thornthwaite

Assim os tipos climáticos definidos por Thornthwaite são:

### a) Classificação em função do índice hídrico

$I_h \geq 100\%$	A — Super-húmido (N)
$90\% \leq I_h < 100\%$	B <sub>4</sub> — Muito húmido (N)
$60\% \leq I_h < 80\%$	B <sub>3</sub> — Húmido
$40\% \leq I_h < 60\%$	B <sub>2</sub> — Moderadamente húmido
$20\% \leq I_h < 40\%$	B <sub>1</sub> — Pouco húmido
$0\% \leq I_h < 20\%$	C <sub>2</sub> — Sub-húmido húmido (N)
$-20\% \leq I_h < 0\%$	C <sub>1</sub> — Sub-húmido seco (S)
$-40\% \leq I_h < -20\%$	D — Semi-árido (S)
$-60\% \leq I_h < -40\%$	E — Árido

20

# Classificações Climáticas

## Classificação racional de Thornthwaite

### b) Em função da eficiência térmica (= ETP em mm)

ETP < 142 E'	Clima de Gelo
142 ≤ ETP < 285 D'	Tundra
285 ≤ ETP < 427 C'1 1°	Microtérico
427 ≤ ETP < 570 C'2 2°	Microtérico
570 ≤ ETP < 712 B'1 1°	Mesotérico
712 ≤ ETP < 855 B'2 2°	Mesotérico
855 ≤ ETP < 997 B'3 3°	Mesotérico
997 ≤ ETP < 1140 B'4 4°	Mesotérico
ETP ≥ 1140 A'	Megatérico

21

# Classificações Climáticas

## Classificação racional de Thornthwaite

### c) Classificação pelos índices de aridez e humidade

#### · Climas húmidos (A, B e C<sub>2</sub>)

0,0 < $I_a$ ≤ 16,7 %	r — DH nulo ou pequeno, no ano
16,7 % < $I_a$ ≤ 33,3 %	s — DH moderado, no Verão
16,7 % < $I_a$ ≤ 33,3 %	w — DH moderado, no Inverno
$I_a$ > 33,3 %	s <sub>2</sub> — DH grande, no Verão
$I_a$ > 33,3 %	w <sub>2</sub> — DH grande, no Inverno

#### Climas secos e áridos (C<sub>1</sub>, D e E)

0,0 < $I_u$ ≤ 10 %	d — SH nulo ou pequeno, no ano
10 % < $I_u$ ≤ 20 %	s — SH moderado, no Inverno
10 % < $I_u$ ≤ 20 %	w — SH moderado, no Verão
$I_u$ > 20 %	s <sub>2</sub> — SH grande, no Inverno
$I_u$ > 20 %	w <sub>2</sub> — SH grande, no Verão

22

# *Classificações Climáticas*

## *Classificação de Köppen*

A classificação de Köppen é o melhor exemplo de classificações empíricas e é uma das classificações mais conhecidas e mais utilizadas.

Os climas são definidos pelos valores médios anuais e mensais das temperaturas e da precipitação,

e com estes critérios diferencia vários grupos e subgrupos climáticos que se identificam mediante um código de letras.

23

# *Classificações Climáticas*

## *Classificação de Köppen*

Köppen distingue 5 grupos principais aos quais atribuiu letras maiúsculas:

- A – Climas Tropicais Chuvosos.** A temperatura média do mês mais frio é superior a  $18^{\circ}\text{C}$ . Não existe estação fria e as precipitações são abundantes
- B – Climas Secos.** A precipitação é inferior à evaporação.
- C – Climas Temperados e Húmidos.** O mês mais frio tem uma temperatura média entre  $18^{\circ}\text{C}$  e  $-3^{\circ}\text{C}$  e o mês mais quente tem uma temperatura superior a  $10^{\circ}\text{C}$ .
- D – Climas Temperados de Inverno Frio.** A temperatura média do mês mais frio é inferior a  $-3^{\circ}\text{C}$  e a do mês mais quente superior a  $10^{\circ}\text{C}$ .
- E – Climas Polares.** Não têm estação quente e a temperatura média mensal é sempre inferior a  $10^{\circ}\text{C}$ .

24

# Classificações Climáticas

## Classificação de Köppen

Cada tipo é subdividido em subgrupos mais específicos com base na **precipitação** e identificam-se por letras minúsculas:

- f - sem estação seca, precipitação todo o ano
- s – estação seca no Verão
- w – estação seca no Inverno
- m – estação seca curta no Inverno (Monção).

25

# Classificações Climáticas

## Classificação de Köppen

Para ter em atenção o regime **térmico**, utiliza-se uma terceira letra minúscula, sendo as mais significativas:

- a – temperatura média do mês mais quente superior a 22°C
- b – temperatura média do mês mais quente inferior a 20°C, mas com pelo menos 4 meses com temperaturas medias superiores a 10°C
- c – menos de 4 meses com temperaturas medias superiores a 10°C
- d – o mês mais frio tem temperatura média inferior a – 38°C
- h – a temperatura media anual superior a 18°C
- k – temperatura média anual inferior a 18°C

26

FIGURE 13.6  
Worldwide distribution of climatic  
regions (after Köppen).

"mudanças sazonais na  
temperatura e precipitação"

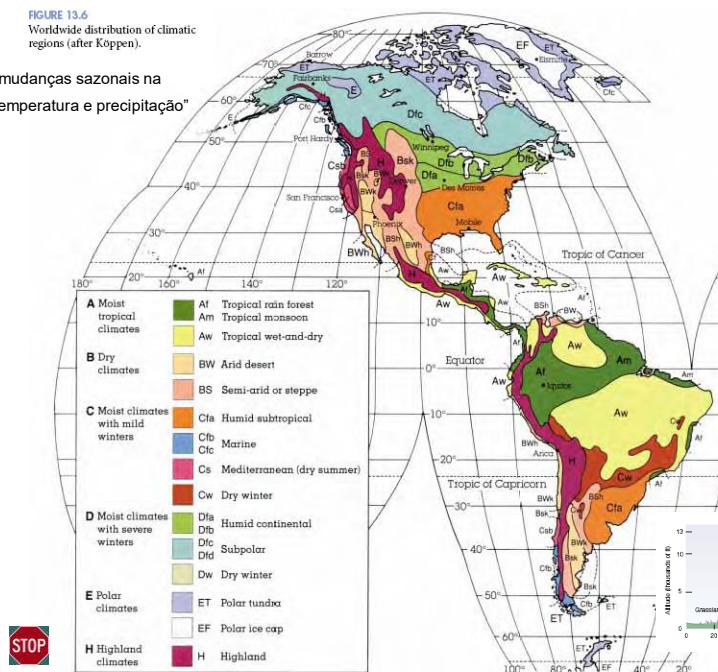
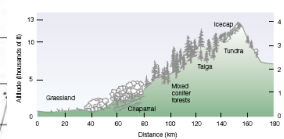
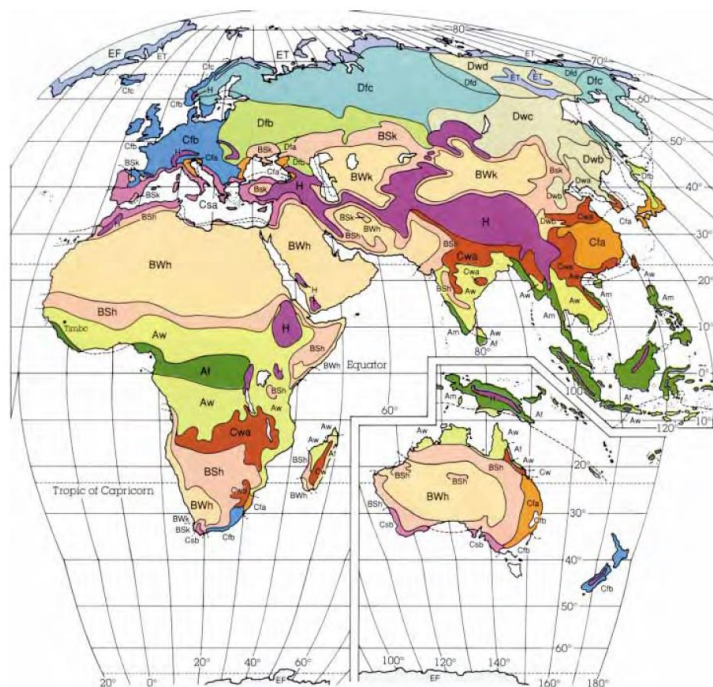


FIGURE 13.27  
Vertical view of changing  
vegetation and climate due to  
elevation in the central Sierra  
Nevada.



27



28

Köppen's Climatic Classification System				
Letter Symbol			Climatic Characteristics	Criteria
1st	2nd	3rd		
A	f w m		Humid tropical	All months have an average temperature of 18°C (64°F) or higher
			Tropical wet (rain forest)	Wet all seasons; all months have at least 6 cm (2.4 in.) of rainfall
			Tropical wet and dry (savanna)	Winter dry season; rainfall in driest month is less than 6 cm (2.4 in.) and less than $10 - P/25$ ( $P$ is mean annual rainfall in cm)
			Tropical monsoon	Short dry season; rainfall in driest month is less than 6 cm (2.4 in.) but equal to or greater than $10 - P/25$ .
B	S W		Dry	Potential evaporation and transpiration exceed precipitation. The dry/humid boundary is defined by the following formulas: $p = 2t + 28$ when 70% or more of rain falls in warmer 6 months (dry winter) $p = 2t$ when 70% or more of rain falls in cooler 6 months (dry summer) $p = 2t + 14$ when neither half year has 70% or more of rain ( $p$ is the mean annual precipitation in cm and $t$ is the mean annual temperature in °C)* The BS/BW boundary is exactly $1/2$ the dry/humid boundary
			Semi-arid (steppe)	
			Arid (desert)	
		h k	Hot and dry Cool and dry	Mean annual temperature is 18°C (64°F) or higher Mean annual temperature is below 18°C (64°F)
C	w s f		Moist with mild winters	Average temperature of coolest month is below 18°C (64°F) and above -3°C (27°F)
			Dry winters	Average rainfall of wettest summer month at least 10 times as much as in driest winter month
			Dry summers	Average rainfall of driest summer month less than 4 cm (1.6 in.); average rainfall of wettest winter month at least 3 times as much as in driest summer month
			Wet all seasons	Criteria for w and s cannot be met
		a	Summers long and hot	Average temperature of warmest month above 22°C (72°F); at least 4 months with average above 10°C (50°F)
		b	Summers long and cool	Average temperature of all months below 22°C (72°F); at least 4 months with average above 10°C (50°F)
		c	Summers short and cool	Average temperature of all months below 22°C (72°F); 1 to 3 months with average above 10°C (50°F)

29

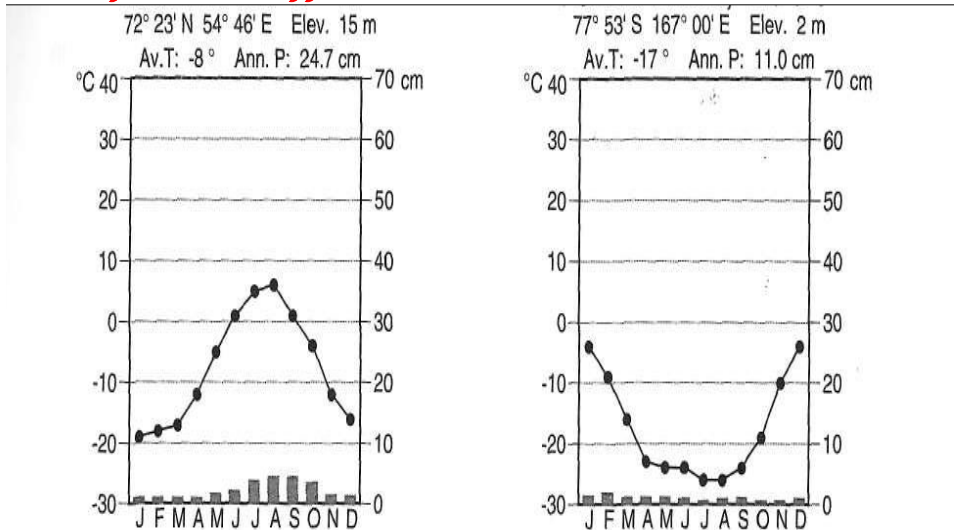
D	w s f		Moist with cold winters	Average temperature of coldest month is -3°C (27°F) or below; average temperature of warmest month is greater than 10°C (50°F)
			Dry winters	Same as under C
			Dry summers	Same as under C
			Wet all seasons	Same as under C
		a	Summers long and hot	Same as under C
		b	Summers long and cool	Same as under C
		c	Summers short and cool	Same as under C
		d	Summers short and cool; winters severe	Average temperature of coldest month is -38°C (-36°F) or below
E	T		Polar climates	Average temperature of warmest month is below 10°C (50°F)
			Tundra	Average temperature of warmest month is greater than 0°C (32°F) but less than 10°C (50°F)
		F	Ice cap	Average temperature of warmest month is 0°C (32°F) or below

\*The dry/humid boundary is defined in English units as:  $p = 0.44t - 3$  (dry winter);  $p = 0.44t - 14$  (dry summer); and  $p = 0.44t - 8.6$  (rainfall evenly distributed). Where  $p$  is mean annual rainfall in inches and  $t$  is mean annual temperature in °F.



## Classificações Climáticas

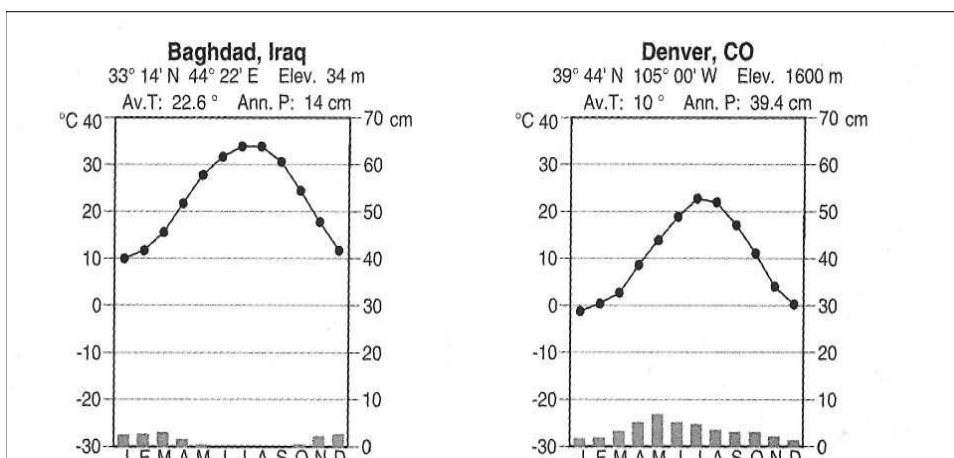
### Classificação de Köppen



31

## Classificações Climáticas

### Classificação de Köppen



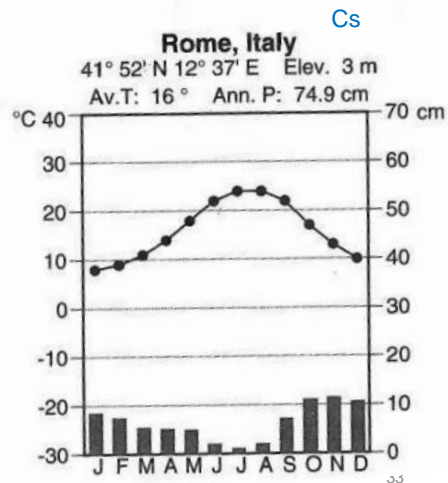
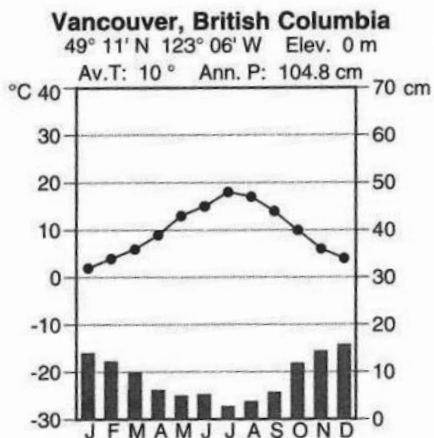
32



# Classificações Climáticas

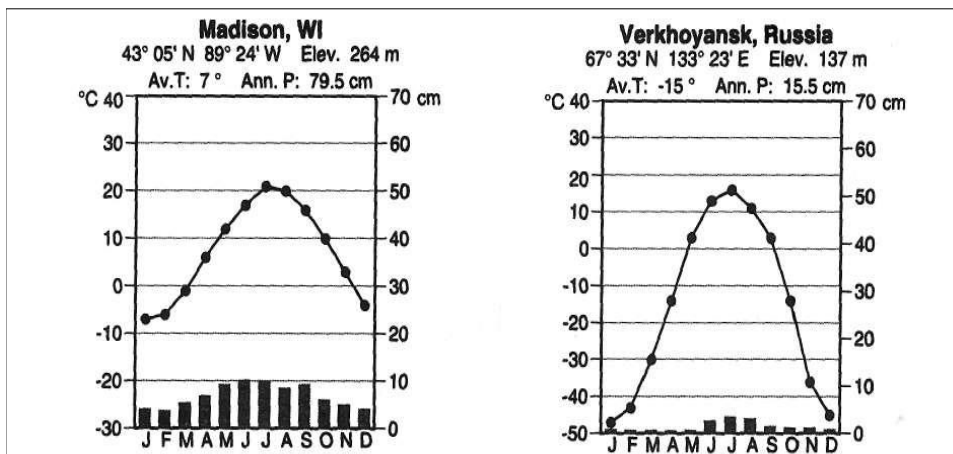
## Classificação de Köppen

Cfb



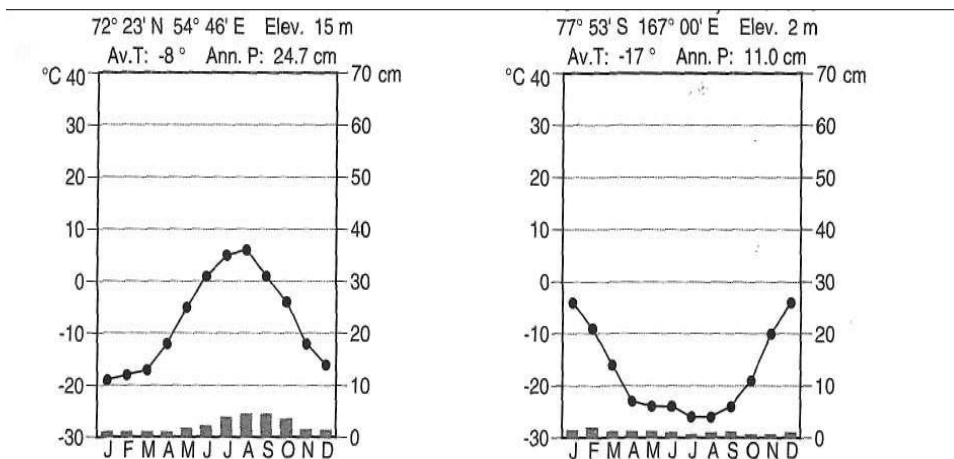
# Classificações Climáticas

## Classificação de Köppen



# Classificações Climáticas

## Classificação de Köppen



35

# Classificações Climáticas

## Classificação de Köppen

### Classificação do clima de Portugal:

Cs – Clima temperado, com estação seca no verão, com a temperatura do mês mais frio inferior a 18°C, mas superior a -3°C.

O mês mais quente tem temperaturas médias superiores a 10°C. Csa para o Sul e o Interior e Csb para o Norte e o Litoral.

36

# Classificações Climáticas

## Climas Regionais

37

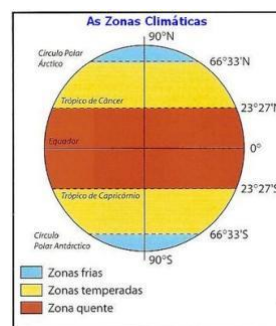
# Classificações Climáticas

## Climas Regionais

É impossível descrever individualmente todos os climas existentes.

Na divisão mundial dos climas podem observar-se bem diferenciadas três grandes zonas que correspondem às áreas Intertropicais, Temperadas e Polares.

Em cada uma destas pode identificar-se uma variada tipologia de climas regionais:



**Zona Quente:** Clima Equatorial; Clima Tropical (de monção, húmido e seco) e Clima Desértico.

**Zona Temperada:** Clima subtropical húmido, Clima Mediterrânico; Clima Marítimo ou Oceânico e Clima Continental.

**Zona Fria:** Clima Continental ou Subpolar e Clima Polar. Os climas de altitude não acompanham a distribuição latitudinal dos climas

**Montanhas**

38

<http://www.prof2000.pt/users/elisabethm/geo7/clima/climas.htm>

# *Classificações Climáticas*

## *Climas Regionais - Intertropicais*

Ocupam a extensa área do globo compreendida entre os Trópicos de Câncer e de Capricórnio, e caracterizam-se por temperaturas altas e homogêneas ao longo do ano.

Podem diferenciar-se quatro tipos de climas:

*Climas Equatoriais*

*Climas Tropicais secos e húmidos*

*Climas Monçónicos*

*Climas Secos*

39

# *Classificações Climáticas*

## *Climas Regionais - Intertropicais*

*Climas Equatoriais*

Têm uma disposição zonal entre as latitudes 10° - 15° a Norte e a Sul do Equador.

São climas de grande uniformidade térmica.

A precipitação é sempre abundante, com totais anuais superiores a 2000mm.

40

# *Classificações Climáticas*

## *Climas Regionais - Intertropicais*

### *Climas Tropicais secos e húmidos*

Caracterizados pela alternância das estações seca e húmida.

A época das chuvas ocorre no Verão e o período seco no Inverno.

As temperaturas são elevadas durante todos os meses.

41

# *Classificações Climáticas*

## *Climas Regionais - Intertropicais*

### *Climas Monçónicos*

Caracterizados pela alternância de um período de elevada precipitação e outro seco.

### *Climas Secos*

São caracterizados pela extrema aridez provocada pela escassa precipitação e levada evaporação.

Têm um balanço hídrico deficitário todo o ano.

42

# *Classificações Climáticas*

## *Climas Regionais - Intertropicais*

### *Climas Monçónicos*

Caracterizados pela alternância de um período de elevada precipitação e outro seco.

### *Climas Secos*

São caracterizados pela extrema aridez provocada pela escassa precipitação e levada evaporação.

Têm um balanço hídrico deficitário todo o ano.

43

# *Classificações Climáticas*

## *Climas Regionais - Temperados*

Ocupam uma vasta área em ambos os hemisférios entre os paralelos 40° e 70° aproximadamente.

São caracterizados pela circulação dos ventos de Oeste e pela conjugação das massas de ar tropical e polar.

Engloba climas muito diferentes desde quentes a muito frios, chuvosos a secos, mas com uma linha comum o regime térmico permite alternância entre calor e frio.

44

# *Classificações Climáticas*

## *Climas Regionais - Temperados*

Podem diferenciar-se 3 climas:

*Clima mediterrâneo*

*Clima Oceânico*

*Clima Continental*

45

### *Climas Regionais - Temperados*

#### **Clima mediterrâneo**

Localiza-se entre os paralelos 30º e 45º.

É caracterizado por chuvas fracas, quente. Durante o Verão altas temperaturas e tempo seco, durante o Inverno chuvas, frio e neve.

#### **Clima Oceânico**

Os Invernos são temperados, os Verões frescos com amplitudes térmicas na ordem dos 10ºC.

Em todas as estações a humidade do ar é elevada e há ocorrência de precipitação, mas com maior incidência no Inverno.

#### **Clima Continental**

Regime térmico muito variável, com precipitações abundantes, principalmente nos meses estivais e neve nos meses frios.

46

# *Classificações Climáticas*

## *Climas Regionais - Polares*

São os climas das grandes latitudes, caracterizados por frio intenso e ausência de Verão.

As áreas polares são zonas secas.

Podem distinguir-se dois tipos de climas:

*Clima de Tundra*

*Clima Glaciar*

47

# *Classificações Climáticas*

## *Climas Regionais - Polares*

*Clima de Tundra*

Ocupa as zonas costeiras ártica e antártica.

Os Verões são inexistentes e os Invernos rigorosos.

*Clima Glaciar*

É o clima mais frio do globo, com temperaturas sempre inferiores a 0°C.

As precipitações são escassas e quando ocorrem é sob a forma de neve.

48



# Classificações Climáticas

## Climas Regionais - Montanhas

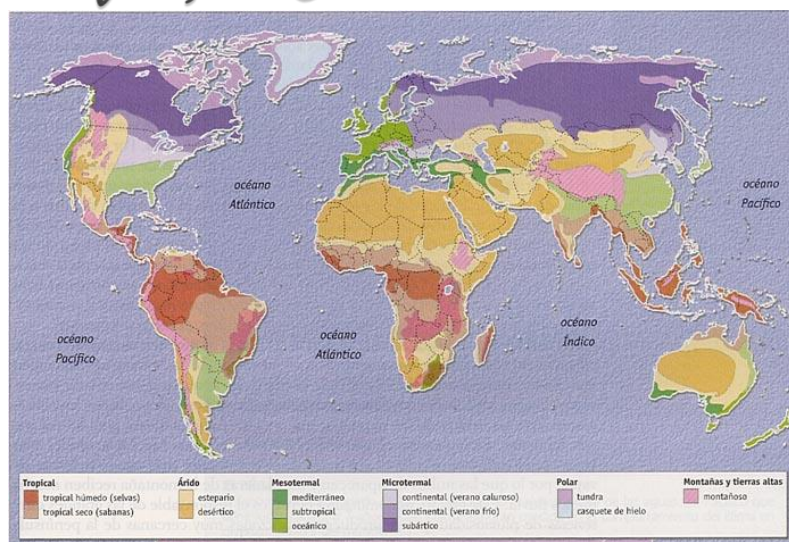
Constituem um factor azonal do clima e introduzem importantes modificações nos elementos meteorológicos.

A disposição do relevo, altitude, exposição solar originam verdadeiros tipos de clima particulares.

Há diminuição da temperatura e aumento da precipitação com a altitude, logo há sempre temperaturas baixas e elevadas precipitações que podem ocorrer sob a forma de neve.

49

# Classificações Climáticas



50