

# AUTOMAÇÃO DE ALGORITMO PARA CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DE KOPPEN UTILIZANDO PROCEDIMENTOS COMPUTACIONAIS.

Alexandre Ortega Gonçalves<sup>1</sup>, Gabriella Fernandes Gachet<sup>2</sup>, Carlos André Maximiliano da Silva<sup>3</sup>

**ABSTRACT** – Climate classification is a tool used for characterization of the different types of climate in a given region. It is very useful for studies in several areas, such as farming and livestock. When associated with the water balance it becomes an essential instrument for application in agrometeorology.

The principal objective of this work was, together with elaboration of a climate water balance, to accomplish a climate classification in agreement with the criteria of Köppen (1948), using the algorithm developed by Viana (1997). It consisted of computer routines included in the software Microsoft Excel, in attempt increase speed of calculation.

The results were spreadsheets with the water balance and the climate classification for the areas of the Northeast, Southeast and Center-West of Brazil, obtained by equations and using mean temperature and precipitation data.

## INTRODUÇÃO

O objetivo da classificação climática é definir limites geográficos para os diversos tipos de clima observados em todo o mundo. Seu estudo é de grande auxílio pra a aplicação de diferentes pesquisas nos setores agrícola e pecuário, entre outros. A classificação de Köppen foi publicada pela primeira vez em 1918 e posteriormente revisada (Hashemi et al., 1981). Este método de classificação é baseado em dados normais mensais de temperatura média do ar e precipitação total. A vegetação nativa de cada região é utilizada para determinar limites climatológicos de classificação, que apresenta cinco grandes zonas climáticas, representadas de A a E, onde: A – Clima Tropical Chuvoso; B – Clima Seco; C – Clima Temperado Chuvoso; D – Clima Boreal; E – Clima Polar. Cada clima recebe, então, uma caracterização mais detalhada, que utiliza duas ou três letras minúsculas do alfabeto. Usando estes critérios de classificação, a saída é a tipologia climática referente aos dados analisados.

O balanço hídrico climatológico desenvolvido por Thornthwaite & Mather (1955) é uma das várias maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo. Por meio da contabilização do suprimento natural de água no solo, pela chuva (P), e da demanda atmosférica, pela evapotranspiração potencial (ETP), e com um nível máximo de armazenamento ou capacidade de água disponível (CAD), apropriada ao estudo em questão, o balanço hídrico fornece estimativas de evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água no solo (ARM), podendo ser elaborado desde a escala diária até a mensal (Camargo, 1971; Pereira et al., 1997).

O balanço hídrico climatológico é mais freqüentemente apresentado na escala mensal e para um ano médio, ou seja, o balanço hídrico cíclico,

elaborado a partir das normais climatológicas de temperatura média e chuva do local. De acordo com Camargo & Camargo (1993), o balanço hídrico climatológico é um instrumento agrometeorológico útil e prático para caracterizar o fator umidade do clima, sendo sua utilização indispensável na caracterização climática (Vianello & Alves, 1991; Pedro Júnior et al., 1994) como, também, na definição da aptidão agrícola da região estudada (Ortolani et al., 1970; Camargo et al., 1974).

Além dessas utilidades, o balanço hídrico de Thornthwaite & Mather (1955), quando empregado de maneira seqüencial, ainda possibilita quantificar as necessidades de irrigação em uma cultura (Camargo & Pereira, 1990) e a relacionar o rendimento das culturas com o déficit hídrico (Jensen, 1968; Doorenbos & Kassam, 1994).

O objetivo deste trabalho foi criar uma ferramenta computacional para auxiliar na classificação climática para determinadas regiões, utilizando o algoritmo da classificação climática de Köppen, elaborado com estruturas de seleção dos tipos “Caso” e “Se-então-senão”. Para utilização do mesmo fazem-se necessários dados normais mensais de precipitação e temperatura média do ar.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada a classificação climática para os estados das Regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil.

Os dados de temperatura média e de precipitação total mensal foram utilizados na elaboração do balanço hídrico climatológico, empregando-se o método de Thornthwaite & Mather (1955), usando o programa “BHnorm” elaborado em planilha EXCEL por Rolim et al. (1998). Para capacidade de água disponível (CAD) utilizou-se o valor de 100mm e a evapotranspiração potencial (ETP) foi estimada pelo método de Thornthwaite (1948). Como resultado, o balanço hídrico fornece as estimativas da evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água no solo (ARM) para cada mês do ano.

Concomitante a elaboração do balanço hídrico, foi realizada a classificação climática segundo critérios de Köppen (1948) empregando o algoritmo desenvolvido por Viana (1997), com rotinas computacionais constantes do software Microsoft Excel.

## RESULTADOS

O principal resultado foram as planilhas com o cálculo do balanço hídrico, obtidas pelas equações, utilizando-se os dados de precipitação e temperatura, e a classificação climática obtida pelo algoritmo de Köppen. (Figuras 1,2 e 3)

<sup>1</sup> Engº Agrº MSc. Pesquisador Embrapa Solos, Rio de Janeiro, Brasil. Doutorando em Física do Ambiente Agrícola – Depto. de Ciências Exatas (DCE), ESALQ/USP. (aortega@cnpq.embrapa.br)

<sup>2</sup> Técnica em Meteorologia, estagiária Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>3</sup> Aluno em Meteorologia na UFRJ (camaximi@acd.ufrj.br)

Estação:		Município:		Altitude (m):		
Campo Grande (SBCG)		CAMPO GRANDE		559		
Latitude: -20,47		Longitude: -54,67				
MÊS	T (°C)	P (mm)	ET0 (mm)	ETR	Exc	Def
JAN	23,7	233	79,3	79,3	153,7	0
FEV	23,9	163	88,3	88,3	74,7	0
MAR	24	154	103,4	103,4	50,6	0
ABR	22,2	84	100,6	99,5	0	1,1
MAI	20,2	103	97,1	97,1	0	0
JUN	20,3	42	95	81,9	0	13,1
JUL	18,7	36	91	62,9	0	28,1
AGO	20,9	42	99,1	59,8	0	39,3
Set	21,9	94	94	94	0	0
Out	23	139	91,3	91,3	0	0
Nov	24	178	80,6	80,6	50,9	0
DEZ	23,9	199	75,6	75,6	123,4	0
ANUAL	22,2	1467	1095,3	1013,7	453,3	81,6
Ih	36,92	Clima: Úmido		Mesotérmico		
Iu	41,39	Köppen: Aw				
Ia	7,45	Meses secos**		:3		

\*Coordenadas geográficas expressas em decimal

\*\*Precipitação mensal < 60mm

Figura 1. Planilha com resultados do balanço hídrico e a classificação climática para Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

Estação:		Município:		Altitude (m):		
D5-019		Botucatu		875		
Latitude: 22,82		Longitude: 48,43				
MÊS	T (°C)	P (mm)	ET0 (mm)	ETR	Exc	Def
JAN	21,9	226,6	114,5	114,5	112,1	0
FEV	21,9	206,5	97,9	97,9	108,6	0
MAR	21,3	162,8	94	94	68,8	0
ABR	19,6	69,3	69,8	69,8	0	0
MAI	17	70,5	53	53	17,1	0
JUN	15,7	60,3	41,8	41,8	18,5	0
JUL	14,9	38,7	43,3	43,2	0	0,1
AGO	16,7	38	56,5	54,6	0	1,9
SET	18,4	76,6	72,4	72,4	0	0
OUT	19,5	131,4	91,9	91,9	22,7	0
NOV	20,6	141,7	102	102	39,6	0
DEZ	21,3	238	112,8	112,8	125,2	0
ANUAL	19,1	1460,4	949,9	947,9	512,6	2
Ih	53,8	Clima: Úmido		Mesotérmico		
Iu	54,0	Köppen: Cwb				
Ia	0,2	Meses secos**		:2		

\*Coordenadas geográficas expressas em decimal

\*\*Precipitação mensal < 60 mm

Figura 2. Planilha com resultados do balanço hídrico e a classificação climática para Botucatu, São Paulo.

Posto:		Município:		Altitude (m):		
3894341		Canindé do São Francisco		130		
Latitude: 9,65		Longitude: 37,8				
MES	T(°C)	P(mm)	ET0(mm)	ETR	DEF	EXC
JAN	27,8	34,4	157,7708	34,4	123,3708	0
FEV	27,9	40,7	146,114	40,7	105,414	0
MAR	28	59,6	167,0488	59,6	107,4488	0
ABR	26,9	61,5	143,3192	61,5	81,81917	0
MAI	25,2	62,9	119,5796	62,9	56,67957	0
JUN	24	60	98,54167	60	38,54167	0
JUL	23,3	50,8	91,77486	50,8	40,97486	0
AGO	23,4	27,5	92,21186	27,5	64,71186	0
SET	24,7	14,5	106,2841	14,5	91,78407	0
OUT	26,6	13,1	140,1875	13,1	127,0875	0
NOV	27,7	19,6	153,4521	19,6	133,8521	0
DEZ	27,7	42,2	156,1218	42,2	113,9218	0
ANO	26,1	486,8	1572,406	486,8	1085,606	0
Ih	-41,42	Clima: Árido		Megatérmico		
Iu	0	Köppen: Aw				
Ia	60,04	Meses secos**		:9		

\*Coordenadas geográficas expressas em decimal

\*\*Precipitação mensal < 60 mm

Figura 3. Planilha do balanço hídrico e classificação climática para Canindé do São Francisco, Sergipe.

O estudo confirma as conclusões de Vianello & Alves (1991) e Pedro Júnior et al. (1994), de que o cálculo do balanço hídrico climatológico é extremamente útil na área de agrometeorologia, sendo indispensável para a caracterização climática e também para a definição da aptidão agrícola da região estudada, conforme concluíram Ortolani et al. (1970) e Camargo et al. (1974).

A utilização de procedimentos computacionais para aplicação do algoritmo de classificação climática de Köppen mostrou-se eficiente, fazendo com que os cálculos se tornassem mais rápidos e práticos. Porém, ajustes manuais devem ser feitos em casos de suspeita de erro.

## REFERÊNCIAS

- Hashemi, F.; Smith, G.W.; Habibián, M.T. Inadequacy of climatological classification systems in agroclimatologic analogue evaluations. *Agricultural meteorology*, v.24, p.157-173, 1981.
- Thornthwaite, C.W. An approach toward a rational classification of climate. *Geogr. Rev.*, v.38, p.55-94, 1948.
- Thornthwaite, C.W.; Mather, J.R. The water balance. *Publications in Climatology*. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.
- Vianello, R.L.; Alves, A.R. *Meteorologia básica e aplicações*. Viçosa, UFV, 1991, 449p.
- Rolim, G.S.; Sentelhas, P.C.; Barbieri, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.6, p.133-137, 1998.
- Camargo, M.B.P.; Camargo, A.P. Representação gráfica informatizada do extrato do balanço hídrico de Thornthwaite & Mather. *Bragantia*, Campinas, v.52, p.169-172, 1993.
- Camargo, A.P.; Pinto, H.S.; Pedro JR., M.J.; et al. Aptidão climática de culturas agrícolas. In: São Paulo, Secretaria da Agricultura. *Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo*. São Paulo, v.1, p.109-149, 1974.
- Doorenbos, J.; Kassam, A.H. Efeito da água no rendimento das culturas. *Estudos FAO, Irrigação e Drenagem 33*. Tradução Gheyi, H.R. e outros, UFPB, Campina Grande. FAO. 306p. 1994.
- Jensen, N.E. Water consumption by agriculture plants. In: KOZLOWSKI, T.T. (ed) *Water deficits and plant growth*. New York, Academic Press, 1968. V.2, p.1-22.