

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN E THORNTHWAITE PARA O ESTADO DA PARAÍBA

PAULO ROBERTO MEGNA FRANCISCO^{1*}; DJAIL SANTOS²

¹Phd. em Ciência do Solo, UEPB, Campina Grande-PB, paulomegna@gmail.com
²Dr. em Ciência do Solo, Prof. Titular CCA, UFPB, Areia-PB, santosdj@cca.ufpb.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: Utilizou-se das séries histórica de precipitação com dados de 102 anos de observações em 223 postos pluviométricos do Estado da Paraíba. O método do balanço hídrico climático mensal utilizado foi de Thornthwaite e Mather (1955) e com os resultados obtidos realizaram-se as classificações climáticas segundo Thornthwaite (1948) e Thornthwaite e Mather (1955). Para espacialização dos resultados utilizou-se o método de interpolação de krigagem. As classificações propostas demonstraram-se serem muito sensíveis ao relevo das localidades aos índices pluviométricos e as temperaturas das regiões resultando em um número abrangente de 4 tipos climáticos no modelo de Köppen e 6 tipos climáticos no modelo de Thornthwaite e Mather. O sistema de classificação climática utilizado permitiu separar eficientemente os climas resumindo as informações geradas com maior clareza e demonstrando, dessa forma, capacidade para determinação de zonas agroclimáticas.

PALAVRAS-CHAVE: balanço hídrico, índices climáticos, krigagem, mapeamento.

KÖPPEN'S AND THORNTHWAITE CLIMATE CLASSIFICATION FOR PARAÍBA STATE

ABSTRACT: We used the historical precipitation series with data of 102 years of observations in 223 pluviometric stations spatialized in the state. The method of the monthly water balance used was proposed by Thornthwaite e Mather (1955) and the results were realized climate classifications according Thornthwaite (1948) and Thornthwaite e Mather (1955). For spatial distribution of the results we used the Kriging interpolation method. The proposed classifications have shown themselves to be very sensitive to the slope of the locations to rainfall and temperatures of the regions resulting in a comprehensive number of four climate types in Köppen model and six climatic types in Thornthwaite & Mather model. The climate classification system used efficiently separates climates summarizing the information generated more clearly and demonstrating thus able to determine agroclimatical areas.

KEYWORDS: water balance, climate indices, kriging, mapping.

INTRODUÇÃO

O clima pode ser entendido como as condições atmosféricas médias de uma região (Rolim et al., 2007). A classificação climática visa identificar em uma grande área ou região, zonas com características climáticas e biogeográficas relativamente homogêneas fornecendo indicações valiosas sobre as condições ecológicas, suas potencialidades agrícolas e o meio ambiente da região (Andrade Júnior et al., 2005). De acordo com Barros et al. (2012) a classificação de Köppen-Geiger é o sistema mais utilizado em geografia, climatologia e ecologia. A classificação é baseada no pressuposto, com origem na fitossociologia e na ecologia, de que a vegetação natural de cada grande região da Terra é essencialmente uma expressão do clima que nela prevalecente.

Assim, as regiões climáticas são caracterizadas para corresponder às áreas de predominância de cada tipo de vegetação. No entanto, essa classificação em certos casos não distingue regiões com biomas muito distintos (Köppen & Geiger, 1928). Entre os métodos de classificação de regiões bioclimáticas, o de Köppen é o de maior utilização no Brasil, em virtude de se preocupar unicamente com as grandes divisões da vegetação e devido à menor rigidez da fórmula para determinação do mês úmido ou seco.

Além disso, foi adaptada para algumas situações da América do Sul por Knoch em 1930 e James em 1930 (Barros et al., 2012)

De acordo com Barros et al. (2012), Thornthwaite deu uma grande contribuição ao introduzir ainda, além da precipitação pluviométrica e temperatura do ar, a evapotranspiração potencial como elemento de classificação climática. Para ele não seria possível caracterizar o clima em seco ou úmido, analisando apenas a pluviometria, mas também a relacionando com as necessidades hídricas ou água necessária para suprir a demanda de evapotranspiração. Além disso, tinha a preocupação comum de Köppen, de levar em conta o clima ecológico, mas representa um maior esforço de sistematização por meio de fórmulas de evapotranspiração potencial e real, constituindo aspecto inovador e construtivo para a classificação climática. Portanto, a classificação climática de Thornthwaite apoia-se em duas grandezas principais que são funções diretas da evapotranspiração potencial: o índice efetivo de umidade e o índice de eficiência térmica (Ometto, 1981).

Este trabalho objetiva realizar as classificações climáticas através da krigagem e dos modelos de Köppen e de Thornthwaite (1948) e de Thornthwaite e Mather (1955) para o Estado da Paraíba.

MATERIAL E MÉTODOS

O Estado da Paraíba localiza-se na região Nordeste do Brasil, e apresenta uma área de 56.372 km², que corresponde a 0,662% do território nacional. Seu posicionamento encontra-se entre os paralelos 6°02'12" e 8°19'18" S, e entre os meridianos de 34°45'54" e 38°45'45" W (Francisco, 2010).

Utilizaram-se os totais mensais de precipitações obtidos nos postos pluviométricos da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AES/A). Os postos selecionados foram aqueles que possuem trinta ou mais anos de observações. A utilização dos dados foi procedida de uma análise no tocante à sua consistência, homogeneização e no preenchimento de falhas em cada série, e para cada localidade com série de observação igual ou superior a trinta anos, foi considerado para o período disponível, independente do início. Com os dados obtidos foi calculada a média dos anos.

A Classificação climática foi realizada utilizando a metodologia de Köppen-Geiger adaptada por Setzer (1966) (Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5).

Tabela 1. Chave para a classificação climática de Köppen

Temperatura Média Normal		Total de chuva do mês mais seco (Pms)	Total de chuva anual (P)	Descrição do Tipo de Clima segundo Köppen	Símbolo		
do mês mais frio	do mês mais quente						
≥ 18°C	≥ 22°C	≥ 60 mm	< 2500 - 27,27. Pms	TROPICAL	sem estação seca	Af	
		< 60 mm		≥ 2500 - 27,27. Pms	TROPICAL com chuvas excessivas	Inverno Seco	Am
< 18°C	< 22°C	< 30 mm		SUBTROPICAL	sem estação seca	Quente	Cwa
						Temperado	Cwb
	≥ 22°C	>= 30 mm				Quente	Cfa
						Temperado	Cfb

Fonte: Rolim et al. (2007).

Tabela 2. Tipos climáticos em função do índice de umidade (Im)

Tipo climático	Índice efetivo de umidade (Im)
A – Super úmido	≥ 100
B4 – Úmido	100 > Im ≥ 80
B3 – Úmido	80 > Im ≥ 60
B2 – Úmido	60 > Im ≥ 40
B1 – Úmido	40 > Im ≥ 20
C2 – Úmido e subúmido	20 > Im ≥ 0
C1 – Seco e subúmido	0 > Im ≥ -20
D – Semiárido	-20 > Im ≥ -40
E – Árido	-40 > Im ≥ -60

Fonte: Barros et al. (2012).

Tabela 3. Subtipos climáticos em função dos valores do índice de aridez (Ia), de umidade (Iu) e em função da distribuição estacional das precipitações pluviométricas

Climas úmidos		Índice de Aridez (Ia)	Climas úmidos		Índice de umidade (Iu)
r	Pequena ou nenhuma deficiência	$0 < Ia \leq 16,7$	d	Pequeno ou nenhum excesso hídrico	$0 < Iu \leq 10$
S	Moderada deficiência	$16,7 < Ia \leq 33,3$	S	Moderado excesso hídrico no inverno	$10 < Iu \leq 20$
W	Moderada deficiência	$16,7 < Ia \leq 33,3$	W	Moderado excesso hídrico no verão	$10 < Iu \leq 20$
S2	Grande deficiência	$> 33,3$	S2	Grande excesso hídrico no inverno	> 20
W2	Grande deficiência	$> 33,3$	W2	Moderado excesso hídrico no verão	> 20

Fonte: Barros et al. (2012).

Tabela 4. Tipos climáticos segundo a Evapotranspiração Potencial (ETp) em função da temperatura e do comprimento do dia

Tipos de Clima	Símbolos	Evapotranspiração Potencial Anual (ETp)
Megatérmico	A'	> 1.140
Mesotérmico	B'4	1.140 a 997
Mesotérmico	B'3	997 a 855
Mesotérmico	B'2	855 a 712
Mesotérmico	B'1	712 a 570
Microtérmico	C'2	570 a 427
Microtérmico	C'1	427 a 285
Tundra	D'	285 a 142
Gelo Perpétuo	E'	< 142

Fonte: Barros et al. (2012).

Tabela 5. Subtipos climáticos segundo o Cv

Subtipos Climáticos	Cv (%)
a'	$< 48,0$
b'4	48,0 a 51,9
b'3	51,9 a 56,3
b'2	56,3 a 61,6
b'1	61,6 a 68,0
c'2	68,0 a 76,3
c'1	76,3 a 80,0
d'	$\geq 80,0$

Fonte: Barros et al. (2012).

De acordo com Pereira et al. (2002), os índices são calculados a partir do balanço hídrico climatológico, que fornece informações da disponibilidade hídrica ao longo do ano, pelo cálculo do excedente hídrico (EXC), deficiência hídrica (DEF) e armazenamento (ARM), retirada e reposição de água no solo. A partir desses valores anuais são definidos os índices que expressam a disponibilidade hídrica.

Conforme os índices climáticos de Thornthwaite (1955), os tipos e os subtipos climáticos podem ser definidos de acordo com as Tabelas 6 e 7.

Tabela 6. Tipos climáticos em função do índice de umidade (Im) com base na classificação de Thornthwaite (1955)

Tipo climático	Índice efetivo de umidade (Im)
A – Super úmido	≥ 100
B4 – Úmido	$100 > Im \geq 80$
B3 – Úmido	$80 > Im \geq 60$
B2 – Úmido	$60 > Im \geq 40$
B1 – Úmido	$40 > Im \geq 20$
C2 – Úmido e subúmido	$20 > Im \geq 0$
C1 – Seco e subúmido	$0 > Im \geq -20$
D – Semiárido	$-20 > Im \geq -40$
E – Árido	$-40 > Im \geq -60$

Fonte: Barros et al. (2012).

Tabela 7. Subtipos climáticos em função dos valores do índice de aridez (Ia), de umidade (Iu) e em função da distribuição estacional das precipitações pluviométricas

Climas úmidos		Índice de Aridez (Ia)	Climas úmidos		Índice de umidade (Iu)
r	Pequena ou nenhuma deficiência	$0 < Ia \leq 16,7$	d	Pequeno ou nenhum excesso hídrico	$0 < Iu \leq 10$
S	Moderada deficiência	$16,7 < Ia \leq 33,3$	S	Moderado excesso hídrico no inverno	$10 < Iu \leq 20$
W	Moderada deficiência	$16,7 < Ia \leq 33,3$	W	Moderado excesso hídrico no verão	$10 < Iu \leq 20$
S2	Grande deficiência	$> 33,3$	S2	Grande excesso hídrico no inverno	> 20
W2	Grande deficiência	$> 33,3$	W2	Moderado excesso hídrico no verão	> 20

Fonte: Barros et al. (2012).

Utilizando-se dos dados gerados pelo estudo e utilizando o software Surfer 9.0 através da krigagem, foram elaborados os mapas das classificações de Köppen e Thornthwaite, e após recortados utilizando-se o limite do Estado da Paraíba (IBGE, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, observa-se o mapa da classificação climática de Köppen que apresenta quatro tipos diferentes de clima. Observa-se o clima Aw, que caracteriza essa região como Tropical com estação seca no inverno. O aparecimento do clima Am, característico de região monçônica, foi um resultado não esperado por se tratar de um clima relacionado a regiões de alto volume anual de precipitação. Os tipos climáticos As dominam em sua maioria nas regiões parte do Litoral, Brejo, Agreste em pequena faixa da região do Sertão e em toda área do Alto Sertão. O tipo climático BSh é predominante da área do Cariri/Curimataú, e boa parte da área do Sertão.

Uma distribuição de postos pluviométricos com espacialização adequada proporciona ótima distribuição na determinação dos tipos climáticos, tanto pelo método de Köppen de acordo com Setzer (1966) como de Thornthwaite em todas as regiões do Estado. Observa-se com relação aos climas Aw e Am estão presentes na região litorânea. Sendo decorrente do fato que nesta área a temperatura do mês mais frio foi maior que 18°C.

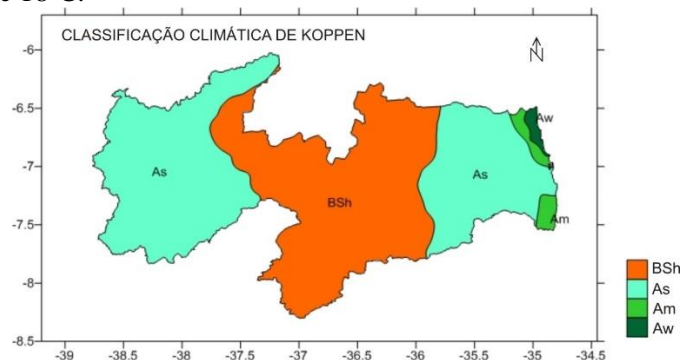


Figura 1. Mapa da classificação climática de Köppen no Estado da Paraíba.

De acordo com Alvares et al. (2014), a Paraíba tem o clima BSh que se estende por todo Planalto da Borborema, onde no vale do rio Paraíba, a precipitação anual é de cerca de 400mm, considerado um dos locais mais secos do Brasil de acordo com os resultados obtidos por Guerra (1955).

De acordo com Barros et al. (2012), vale ressaltar que qualquer classificação climática contém imprecisões de diferentes gêneros devido à complexidade de reunir diversos fatores inter-relacionados do ambiente em índices puramente matemáticos. Toda classificação de fenômenos naturais, via de regra, não consegue enquadrar dentro de uma sistemática rígida os fenômenos classificados. Além disso, vários outros fatores não climáticos exercem influência sobre o caráter da vegetação, tais como a topografia, o tipo de solo e os efeitos das atividades humanas, como agricultura e exploração vegetal.

Na Figura 2 observa-se a classificação climática de Thornthwaite e sua espacialização no Estado da Paraíba. O critério de classificação climática de Thornthwaite e Mather (1955) é mais restritivo que o de Thornthwaite (1948), já que preconiza escalas distintas de aridez e semiaridez. Segundo

Thornthwaite (1948), os tipos climáticos E e D ficam caracterizados quando o índice de umidade (Iu) oscila na faixa de -60 a -40 e de -40 a -20, respectivamente (Tabela 1). Entretanto, para Thornthwaite e Mather (1955), os tipos climáticos E e D só se caracterizam para uma faixa mais ampla de valores de Iu, ou seja, de -100 a -66,7 e de -66,7 a -33,3, respectivamente (Tabela 1). Por exemplo, se um determinado município apresenta $Iu = -30$, pelo critério de Thornthwaite (1948), é considerado como pertencente ao domínio semiárido (D), enquanto que, pelo critério de Thornthwaite e Mather (1955), é tido como pertencente ao domínio subúmido seco (C1).

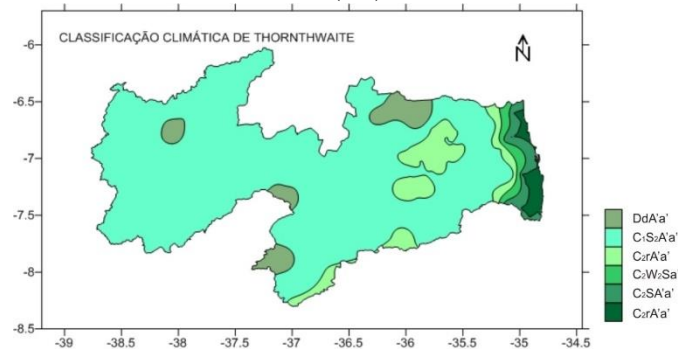


Figura 2. Mapa da classificação climática de Thornthwaite no Estado da Paraíba.

Observa-se que a classificação de Thornthwaite, inédita para o Estado, demonstrou ser muito mais sensível aos montantes de chuva, temperatura e ao relevo das localidades, por resultar em um número maior de tipos de clima, totalizando 6 tipos.

CONCLUSÃO

A utilização da krigagem proporcionou resultados satisfatórios na geoespacialização dos dados obtidos. As classificações climáticas de Thornthwaite (1948) e Thornthwaite e Mather (1955) consentiram separar eficazmente os climas no Estado. A classificação climática e a regionalização do semiárido no Estado oscilam com os cenários pluviométricos e o critério adotado na sua classificação climática.

REFERÊNCIAS

- Alvares, C.A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. de M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, p.711–728, 2014.
- Andrade Júnior, A. S.; Bastos, E. A.; Barros, A. H. C.; Silva, C. O.; Gomes, A. A. N. Classificação climática e regionalização do semiárido do Estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos. *Revista Ciência Agronômica*, v.36, p.143-151, 2005.
- Barros, A. H. C.; Araújo Filho, J. C. de; Silva, A. B. da; Santiago, G. A. C. F. *Climatologia do Estado de Alagoas*. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n.211. Recife: Embrapa Solos, 32p. 2012.
- Francisco, P. R. M. Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas. 122f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2010.
- Guerra, I. A. L. T. Tipos de clima do Nordeste. *Revista Brasileira de Geografia*, v.17, p.449–496. 1955.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 de março de 2011.
- Köppen, W.; Geiger, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlagcondicionadas. Justus Perthes. n.p. 1928.
- Ometto, J. C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres Ltda., 413p. 1981.
- Rolim, G. de S.; Camargo, M. B. P. de; Lania, D. G.; Moraes, J. F. L. de. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. *Bragantia*, v.66, p.711-720, 2007.
- Setzer, J. *Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo*. Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí. São Paulo, Brasil, 61p. 1966.
- Thornthwaite, C. W. An approach toward a rational classification of climate. *Geogr. Ver.*, 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.