

BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE THORNTHWAITTE PARA O MUNICÍPIO DE PELOTAS/RS

GUSTAVO BUBOLZ KLUMB¹; PATRICK MORAIS VEBER¹; LETÍCIA BURKERT MELLO¹; VIVIANE RODRIGUES DORNELES²; RITA DE CÁSSIA FRAGA DAMÉ³; CLAUDIA FERNANDA ALMEIDA TEIXEIRA-GANDRA³

¹Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias – gustavo19klumb@hotmail.com; patrick.veber@hotmail.com, leticia-burkert@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água – vivianerdorneles@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias – ritah2o@hotmail.com; cfteixeira@ig.com.br

1. INTRODUÇÃO

Em estudos climáticos, o balanço hídrico climatológico (BHC) de um local ou região é considerado um dos melhores referenciais para a caracterização climática. O BHC fornece informações da disponibilidade hídrica, a partir do cálculo da deficiência hídrica (DEF), excesso hídrico (EXC), retirada e reposição de água no solo e armazenamento de água no solo. Para a sua elaboração, efetua-se o balanço entre entradas e saídas de água no sistema solo-planta, levando em conta a capacidade de armazenamento de água pelo solo (Thornthwaite, 1948; Thornthwaite e Mather, 1955). Para os cálculos do BHC, além da necessidade de informar geograficamente o local, por meio de suas coordenadas geográficas, são também necessários, para todos os meses do ano, dados de uma série longa dos elementos climáticos.

Um sistema de classificação climática (SCC) 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). Neste contexto conhecer as condições climáticas é de grande valor para um planejamento agrícola adequado, além da adaptabilidade de cada cultura a diversos fatores, como os tipos de solo de cada região (Monteiro, 2009).

Um dos SCC mais abrangentes é o de Köppen (Köppen e Geiger, 1928), que partindo do pressuposto de que a vegetação natural é a melhor expressão do clima de uma região, desenvolveu um SCC ainda hoje largamente utilizado, em sua forma original ou com modificações. Já no SCC de Thornthwaite (Thornthwaite, 1948), a planta não é vista como um instrumento de integração dos elementos climáticos, e sim, como simplesmente um meio físico pelo qual é possível transportar água do solo para a atmosfera. Assim, este SCC é considerado um método mais refinado quando comparado com o de Köppen para aplicações agrícolas.

Rolim *et al.* (2007) aplicaram a classificação climática de Köppen e de Thornthwaite na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo e concluíram que a classificação de Köppen foi eficiente somente para a macroescala e, com baixa capacidade de separação de tipos de climas, levando-se em consideração a temperatura do ar, a precipitação pluvial e elementos resultantes do balanço hídrico. Consequentemente, não deve ser utilizado em estudos agroclimáticos regionais, como na determinação de zonas agrometeorológicas. O sistema de Thornthwaite permitiu separar eficientemente os climas na topoescala, pois consegue resumir eficientemente as informações

geradas por balanços hídricos normais, demonstrando, dessa forma, capacidade para determinação de zonas agroclimáticas.

Assim, objetivou-se realizar o balanço hídrico climatológico e determinar a classificação climática, segundo Thornthwaite, para a localidade de Pelotas no estado do Rio Grande do Sul.

2. METODOLOGIA

Foram utilizados dados de temperatura máxima e mínima do ar e de precipitação pluvial do posto meteorológico do município de Pelotas/RS (estação 3152014; 31°45'00"S; 52°21'00"O; a 13 m de altitude), fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2015) e pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2015). A referida estação foi utilizada em função da mesma apresentar disponibilidade de informações tanto de temperatura, quanto de precipitação.

O cálculo da evapotranspiração potencial foi realizado utilizando o método descrito por Thornthwaite (1948), a partir da aplicação das equações (1), (2), (3) e (4), sendo a temperatura média ($T_{\text{média}}$) obtida pela média entre os valores das temperaturas máxima ($T_{\text{máx}}$) e mínima ($T_{\text{mín}}$) da localidade, considerando o período de 1961 a 2013.

$$ETP_p = 16 \left(10 \frac{T_{\text{média}}}{I} \right)^a \quad \text{para } T_{\text{média}} > 0^\circ\text{C} \quad (1)$$

$$T_{\text{média}} = \frac{T_{\text{máx}} + T_{\text{mín}}}{2} \quad (2)$$

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} \cdot I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} \cdot I^2 + 1,7912 \cdot 10^{-2} \cdot I + 0,49239 \quad (3)$$

$$I = \sum_{i=1}^{12} (0,2 \cdot T_{\text{média}})^{1,514} \quad T_{\text{média}} > 0^\circ\text{C} \quad (3)$$

em que:

ETP_p – evapotranspiração potencial mensal (mm);

a – constante dependente da localidade;

I – índice de calor da região e que deve ser calculado com valores normais (média climatológica);

i – representa o mês do ano.

A equação de Thornthwaite estima a ETP_p para uma condição padrão de 12 horas de brilho solar e mês com 30 dias. Para estimar a evapotranspiração potencial mensal (ETP_p, mm), para um mês de ND dias, e fotoperíodo médio mensal (N), há necessidade de ajustar ETP_p, multiplicando-se os fatores de correções, segundo a equação (5).

$$ETP = ETP_p \frac{N}{12} \frac{ND}{30} \quad (5)$$

em que:

ETP – evapotranspiração potencial (mm).

Foi adotado o valor de 100 mm para a capacidade de água disponível no solo (CAD, em mm) e para o cálculo dos índices de umidade (I_u), aridez (I_a), hídrico (I_h) e eficiência térmica (TE) foram utilizadas as equações (6), (7), (8) e (9), respectivamente.

$$I_h = \left(\frac{EXC}{ET_p} \right) \times 100 \quad (6)$$

$$I_a = \left(\frac{DEF}{ET_p} \right) \times 100 \quad (7)$$

$$I_u = I_h - 0,6 \times I_a \quad (8)$$

$$TE = \frac{ET_{p_{11}} + ET_{p_{12}} + ET_{p_1}}{ET_p} \times 100 \quad (9)$$

em que:

EXC - excedente hídrico oriundo do balanço hídrico climatológico (BHC) (mm);

DEF - deficiência hídrica oriunda do BHC (mm);

ETp - evapotranspiração de referência ou potencial (mm).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do balanço hídrico climático podem ser visualizados na Tabela 1 e na Figura 1, onde se verifica que a média anual de precipitação atinge valores de 1393,9 mm, com períodos relativamente uniformes para todos os meses. Nos meses relativos ao inverno, junho, julho e agosto, concentram 27% da chuva anual. Observa-se que os meses de maio e outubro representam apenas 7% do total precipitado.

Tabela 1 – Balanço hídrico climatológico, no período de 1961 a 2013, para o município de Pelotas/RS.

Mês	T (°C)	P (mm)	ET _P (mm)	P-ET _P (mm)	Arm (mm)	ET _R (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	23,6	111,9	126,38	-14,5	76,41	123,8	2,6	0,0
Fev	23,4	145,7	111,73	33,9	100,00	111,7	0,0	10,4
Mar	22,2	120,6	105,29	15,3	100,00	105,3	0,0	15,3
Abr	19,1	101,4	70,57	30,8	100,00	70,6	0,0	30,8
Maio	16,0	98,6	47,36	51,2	100,00	47,4	0,0	51,2
Jun	13,5	127,4	31,00	96,4	100,00	31,0	0,0	96,4
Jul	13,1	135,4	29,94	105,5	100,00	29,9	0,0	105,5
Ago	14,0	114,7	35,84	78,9	100,00	35,8	0,0	78,9
Set	15,4	133,6	45,06	88,5	100,00	45,1	0,0	88,5
Out	17,9	98,5	67,61	30,9	100,00	67,6	0,0	30,9
Nov	20,0	102,8	86,96	15,8	100,00	87,0	0,0	15,8
Dez	22,3	111,9	115,78	-12,4	88,32	115,0	0,7	0,0
Anual	18,4	1393,9	873,52	520,4		870,2	3,3	523,7

Segundo a classificação climática proposta por Thornthwaite (1948), a classificação climática para o município de Pelotas/RS é B₂ s B'₃ a', ou seja, com base no índice de umidade (I_u) foi definido o tipo climático, que para este caso é úmido "B₂", e através dos índices de aridez (I_a) e hídrico (I_h) foi determinado o subtipo "s", com excedente hídrico. Quanto ao fator térmico, verificou-se que a localidade de Pelotas é do tipo B'₃, e o subtipo a'.

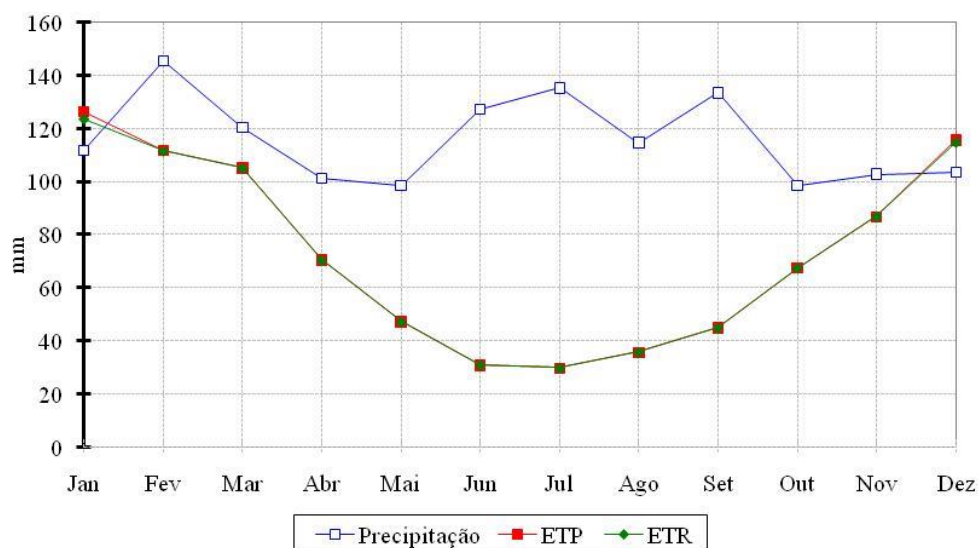


Figura 1 – Distribuição intra-anual dos índices de disponibilidades hídricas em Pelotas/RS, de acordo com critérios de classificação de Thornthwaite (1948).

4. CONCLUSÕES

Existe excesso hídrico pronunciado no município de Pelotas em praticamente todos os meses do ano, sendo que o período de deficiência hídrica ocorre apenas nos meses de dezembro e janeiro. O local apresenta distribuição sazonal das chuvas com dois períodos bem distintos: um seco, entre os meses de dezembro a janeiro, e um outro chuvoso nos meses de fevereiro a novembro. De acordo com Thornthwaite a classificação climática para o município é B₂s B'₃a'.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A.; BARROS, A. H. C.; SILVA, C. O.; GOMES, A. A. N. Classificação climática e regionalização do semi-árido do Estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.36, n.2, p.143-151, 2005.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

ROLIM, G. S.; CAMARGO, M. B. P.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.4, p.711-720, 2007.

THORNTWHAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1).

THORNTWHAITE, C.W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review**. London, v.38, p.55-94, 1948.