

Balanço hídrico climatológico e classificação climática de Thornthwaite para o município de Pelotas/RS**Climatological water balance and Thornthwaite climatic classification for the municipality of Pelotas / RS**

Recebimento dos originais: 11/06/2018

Aceitação para publicação: 29/06/2018

Gustavo Bubolz Klumb

Engenheiro Agrícola pela Universidade Federal de Pelotas
 Instituição: Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas
 Endereço: Rua Benjamin Constant, 989. Bairro Porto, Pelotas-RS, Brasil
 E-mail: gustavo19klumb@hotmail.com

Patrick Moraes Veber

Engenheiro Agrícola e Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água pela Universidade Federal de Pelotas
 Instituição: Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas
 Endereço: Campus Capão do Leão, s/n. Caixa Postal 354, Capão do Leão-RS, Brasil
 E-mail: patrick.veber@hotmail.com

Letícia Burkert Mello

Engenheira Agrícola e Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água pela Universidade Federal de Pelotas
 Instituição: Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas
 Endereço: Campus Capão do Leão, s/n. Caixa Postal 354, Capão do Leão-RS, Brasil
 E-mail: leticia-burkert@hotmail.com

Viviane Rodrigues Rorneles

Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água e
 Doutoranda pelo Programa de Recursos Hídricos da Universidade Federal de Pelotas
 Instituição: Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas
 Endereço: Rua Gomes Carneiro, 01. Centro, Pelotas-RS, Brasil
 E-mail: vivianerdorneles@gmail.com

Rita de Cássia Fraga Damé

Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da
 Universidade Federal do Rio Grande do Sul
 Instituição: Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas
 Endereço: Rua Benjamin Constant, 989. Bairro Porto, Pelotas-RS, Brasil
 E-mail: ritah2o@yahoo.com

Claudia Fernanda Almeida Teixeira-Gandra

Doutora em Solos e Nutrição de Plantas pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da
 Universidade de São Paulo
 Instituição: Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas
 Endereço: Rua Benjamin Constant, 989. Bairro Porto, Pelotas-RS, Brasil
 E-mail: cfteixe@gmail.com

RESUMO

O conhecimento das características climáticas e biogeográficas de uma região é de suma importância no planejamento agrícola, com foco na adaptabilidade das culturas ao meio e aos tipos de solo da referida região. Nesse sentido, 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. Para tanto 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. O cálculo da evapotranspiração potencial foi realizado utilizando o método descrito por Thornthwaite (1948). Foi adotado o valor de 100 mm para a capacidade de água disponível no solo e calculados os índices de umidade, aridez, hídrico e eficiência térmica. Os resultados mostraram que a média anual de precipitação atinge valores de 1393,9 mm, com períodos relativamente uniformes para todos os meses. 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 e de acordo com Thornthwaite a classificação climática para o município é B2 s B'3 a'.

Palavras-chave: Evapotranspiração potencial; Características climáticas; Índices climáticos.

ABSTRACT

The knowledge of the climatic and biogeographic characteristics of a region is of paramount importance in agricultural planning, focusing on the adaptability of crops to the medium and the soil types of the region. In this sense, the objective was to perform the climatological water balance and determine the climatic classification, according to Thornthwaite, for the locality of Pelotas in the state of Rio Grande do Sul. For this purpose, maximum and minimum air temperature and rainfall meteorological station of the municipality of Pelotas / RS (station 3152014, 31°45'00 "S, 52°21'00"O, at 13 m altitude), provided by the National Institute of Meteorology. The calculation of potential evapotranspiration was performed using the method described by Thornthwaite (1948). The value of 100 mm was adopted for the available water capacity in the soil and the moisture, dryness, water and thermal efficiency indexes were calculated. The results showed that the average annual precipitation reaches 1393.9 mm, with relatively uniform periods for all months. There is pronounced water excess in the municipality of Pelotas in practically every month of the year, and the period of water deficiency occurs only in the months of December and January and according to Thornthwaite the climatic classification for the municipality is B2 s B'3 a'.

Keywords: Potential evapotranspiration; Climatic characteristics; Climatic indexes.

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.

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

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

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

$$I = \sum_{i=1}^{12} (0,2 \cdot T_{\text{média}})^{1,514} \quad T_{\text{média}} > 0^\circ\text{C} \quad (4)$$

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 (Iu), aridez (Ia), hídrico (Ih) e eficiência térmica (TE) foram utilizadas as equações (6), (7), (8) e (9), respectivamente.

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

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

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

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

em que:

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

DEF - deficiência hídrica oriunda do BHC (mm);

ET_p - 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
Mai	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 (Iu) foi definido o tipo climático, que para este caso é úmido "B2", e através dos índices de aridez (Ia) e hídrico (Ih) 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'.

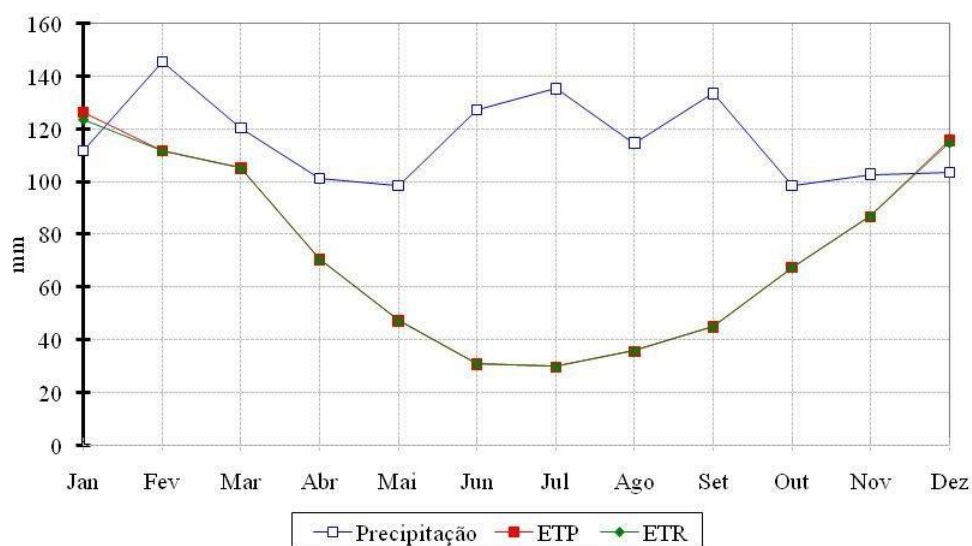


Figura 1 – Distribuição intra-anual dos índices de disponibilidades hídricas em Pelotas/RS, de acordo com critérios de classificação de Thornthwaite (1948).

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 B2 s B'3 a'.

REFERÊNCIAS

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.

THORNTHWAITE, 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).

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