

MODELAGEM DA TEMPERATURA MÍNIMA MÉDIA DECENDIAL EM FUNÇÃO DAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Alberto Cargnelutti Filho¹, Jaime Ricardo Tavares Maluf², Ronaldo Matzenauer³, Álvaro Prestes Stolz⁴

ABSTRACT - Aiming to assess the ten-day mean minimum temperature (T_m) as per the geographic coordinates altitude, latitude and longitude, data on normal ten-day mean minimum temperature of forty-one counties in the State of Rio Grande do Sul, Brazil, over the period of meteorological observations 1945-1974 were used. Appraisal of parameters of the model of multiple linear regression equations by the stepwise backward method, having T_m as dependent variable and altitude, latitude and longitude as independent variables, were carried out for the 36 ten-day periods of the year. Pearson's linear correlation coefficient between assessed and observed T_m , calculated for ten counties of the state applying data of the series of meteorological observations over 1975-2004. The ten-day mean minimum temperature may be assessed through the geographic coordinates – altitude, latitude and longitude – at any place or ten-day period, in the State of Rio Grande do Sul and the altitude and latitude is the geographic coordinates that more explain the variation of the T_m .

INTRODUÇÃO

No estudo da adaptabilidade e comportamento das culturas agrícolas é fundamental o conhecimento e a análise das variáveis meteorológicas. Essa relação clima-planta é caracterizada e mensurada através da magnitude dessas variáveis e da resposta da planta ao meio ambiente. Assim, para trabalhos de zoneamento de culturas, indicação de épocas de semeadura, irrigação, determinações de potencial de rendimento, zoneamento de riscos climáticos, crédito e seguro agrícola, e outros, usam-se dados meteorológicos em níveis horário, diário, decendial e mensal, conforme o alcance e detalhamento do estudo e do tipo de cultura em questão.

O estudo das disponibilidades térmicas do ambiente às culturas agrícolas é realizado através da temperatura em suas diversas modalidades – médias, máximas e mínimas – medida em estações meteorológicas, que, entretanto, nem sempre são em número suficiente e com distribuição geográfica satisfatória. Visando solucionar esse problema vários trabalhos (Ferreira et al., 1971; Buriol et al., 1973; Estefanel et al., 1973; Alfonsi et al., 1974; Pinto & Alfonsi, 1974) têm buscado métodos de estimativa de parâmetros meteorológicos, principalmente temperatura, em locais ou regiões carentes de medição.

O objetivo deste trabalho consistiu em verificar se no Estado do Rio Grande do Sul, a temperatura mínima média decendial pode ser estimada em função da altitude, latitude e longitude.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram usados dados de temperatura mínima média decendial (T_m) de quarenta e uma estações meteorológicas pertencentes ao 8º Distrito de Meteorologia/INMET localizadas no Estado do Rio Grande do Sul, obtidos em Instituto de Pesquisas Agronômicas (1989), referentes ao período de 1945-1974.

Em cada município, a partir dos dados diários de temperatura mínima, medida em abrigo meteorológico, situado a 1,5 m de altura em relação à superfície do solo, foi calculada a temperatura mínima média decendial do período de 1945-1974, neste trabalho denominada de T_m , totalizando 30 anos de observações, nos 36 decêndios do ano (1º decêndio de janeiro até 3º decêndio de dezembro).

Os dados de T_m e as coordenadas geográficas altitude, latitude e longitude, dos 41 municípios, formaram 36 matrizes (36 decêndios) de 4 x 41 (4 variáveis e 41 observações).

Em cada decêndio, os parâmetros do modelo das equações de regressão linear múltipla (Draper & Smith, 1996; Neter et al., 1997) foram estimados pelo método "stepwise backward", tendo a T_m como variável dependente e as demais (altitude, latitude e longitude) como independentes. Em cada decêndio, verificou-se o ajuste dos modelos de estimativa da T_m , pelo coeficiente de correlação linear de Pearson entre a T_m estimada pelo modelo e a T_m observada. Para isso, foram usados dados de dez municípios do Estado do Rio Grande do Sul no período de 1975-2004, com alguns municípios diferentes daqueles utilizados para obtenção das estimativas dos parâmetros do modelo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estimativa da equação de regressão linear múltipla da T_m , com exceção do primeiro decêndio de janeiro, segundo de junho e segundo de setembro, foi função da altitude e latitude, não havendo contribuição da longitude para melhoria da estimativa da T_m (Tabela 1).

De maneira geral, há uma diminuição de aproximadamente 0,3°C a 0,5°C a cada acréscimo de 100 m de altitude, e entre 0,2°C a 0,6°C a cada grau de aumento na latitude. Resultados semelhantes foram obtidos por Alfonsi et al. (1974).

Tabela 1. Estimativa dos parâmetros (β_0 , β_1 , β_2 e β_3) da regressão linear múltipla ⁽¹⁾ e coeficiente de determinação (R^2), da temperatura mínima média decendial (T_m) em função da altitude, latitude e longitude, no Estado do Rio Grande do Sul, com dados do período de 1945 -1974.

Mês	Dec.	Constante (β_0)	Altitude (β_1) (m)	Latitude (β_2) (°)	Longitude (β_3) (°)	R^2 (%)
Jan.	1	23,49115552	-0,0046769	-0,42233972	0,15916284	75
Jan.	2	32,40570652	-0,00545713	-0,43646904		82
Jan.	3	32,80464739	-0,00532743	-0,43120421		79
Fev.	1	33,31401654	-0,00512719	-0,45438281		72
Fev.	2	31,94391742	-0,00494153	-0,40702872		77

¹ Eng. Agr., Dr., Pesquisador em Estatística/Experimentação Agropecuária da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060, Porto Alegre, RS. E-mail: alberto-cargnelutti@fepagro.rs.gov.br

² Eng. Agr., Mestre, Pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. E-mail: maluf@cnpq.embrapa.br

³ Eng. Agr., Dr., Pesquisador em Agrometeorologia – FEPAGRO. E-mail: ronaldo-matzenauer@fepagro.rs.gov.br

⁴ Acadêmico de Agronomia da UFRGS - Estagiário do Laboratório de Agrometeorologia da FEPAGRO

Fev. 3	31,94686841	-0,00514537	-0,41832663	79	
Mar. 1	30,91485678	-0,00479367	-0,39690054	72	
Mar. 2	26,52174058	-0,00469331	-0,28913871	75	
Mar. 3	28,66759839	-0,0046701	-0,37489731	70	
Abr. 1	28,82785943	-0,00473542	-0,42891867	60	
Abr. 2	26,35700088	-0,00451013	-0,39172744	61	
Abr. 3	21,03004708	-0,00403038	-0,25734199	54	
Mai. 1	22,24957212	-0,00370234	-0,32581704	49	
Mai. 2	20,16644287	-0,0039709	-0,27183798	56	
Mai. 3	19,04585803	-0,00370098	-0,25183922	47	
Jun. 1	24,29381401	-0,00374009	-0,45230103	54	
Jun. 2	27,7004411	-0,00388304	-0,37756744	-0,12741114	66
Jun. 3	23,67914754	-0,00328719	-0,46537418	52	
Jul. 1	18,90404926	-0,00332274	-0,32912116	55	
Jul. 2	17,26727432	-0,00330367	-0,2607863	53	
Jul. 3	20,40227946	-0,00323438	-0,36185748	45	
Ago. 1	22,1717539	-0,00370921	-0,43347276	58	
Ago. 2	24,25274572	-0,00334717	-0,45589315	52	
Ago. 3	29,29463961	-0,00410409	-0,60368532	67	
Set. 1	28,92631124	-0,00354892	-0,58413035	60	
Set. 2	38,18057022	-0,00455576	-0,65658799	-0,1107918	75
Set. 3	26,03131487	-0,00418495	-0,42759114	70	
Out. 1	31,90919427	-0,00463348	-0,60731695	74	
Out. 2	29,43232359	-0,00448609	-0,52499294	73	
Out. 3	31,38007132	-0,00509487	-0,55241939	78	
Nov. 1	31,76058213	-0,00537202	-0,54889069	76	
Nov. 2	31,65800635	-0,004957	-0,52525065	76	
Nov. 3	32,669188	-0,00545823	-0,51977575	78	
Dez. 1	34,82406793	-0,0055786	-0,56819753	79	
Dez. 2	34,01012299	-0,00542831	-0,54077382	77	
Dez. 3	30,94936694	-0,00490999	-0,42520485	65	

⁽¹⁾: Método Stepwise, PR>F para entrar e/ou para sair = 10%

Os modelos estimam menores reduções nas estações de outono e inverno e maiores nas estações de primavera e verão. Esse, resultado, pode, provavelmente, ser explicado pela menor e maior amplitude de variação da temperatura, respectivamente, nas estações de outono – inverno e primavera – verão. O coeficiente de determinação (R^2) representa a percentagem da variação da T_m que é explicada pelas variáveis que constam no modelo. Assim, nas estações de outono e inverno, outras variáveis não integrantes do modelo exercem uma maior percentagem de explicação na variação da T_m que nas estações de primavera verão. Valores menores de coeficientes de determinação para os meses de inverno são relatados por Pinto & Alfonsi (1974).

O coeficiente de correlação linear entre a T_m estimada e a T_m observada em dez municípios do Rio Grande do Sul, utilizados para validação dos modelos obtidos, oscilaram entre 0,83 ($p<0,01$) a 0,97 nos 36 decênios do ano, com média de 0,93 entre os decênios, comprovando a adequabilidade dos modelos obtidos (Tabela 2). A distribuição espacial dos quarenta e um municípios, cujos dados foram utilizados para gerar os modelos de estimativa de T_m , representaram a amplitude de variação da altitude, latitude e longitude do Estado do Rio Grande do Sul. Portanto, esses modelos podem ser utilizados para estimar a T_m de qualquer ponto do Estado do Rio Grande do Sul em função das coordenadas geográficas em todos os decênios do ano.

Tabela 2. Estimativa dos coeficientes de correlação linear de Pearson, da temperatura mínima média decidual (T_m) estimada (T_{me}) em função da altitude, latitude e longitude, e a T_m observada (T_{mo}) em dez municípios do Estado do Rio Grande do Sul, com dados do período de 1975 - 2004.

Mês	Decênio	$T_{me} \times T_{mo}^{(1)}$	Mês	Decênio	$T_{me} \times T_{mo}^{(1)}$
Janeiro	1	0,97**	Julho	1	0,90**
Janeiro	2	0,96**	Julho	2	0,88**
Janeiro	3	0,97**	Julho	3	0,93**
Fevereiro	1	0,96**	Agosto	1	0,93**
Fevereiro	2	0,96**	Agosto	2	0,93**
Fevereiro	3	0,95**	Agosto	3	0,90**
Março	1	0,94**	Setembro	1	0,87**
Março	2	0,93**	Setembro	2	0,90**

Março	3	0,91**	Setembro	3	0,94**
Abril	1	0,89**	Outubro	1	0,93**
Abril	2	0,94**	Outubro	2	0,93**
Abril	3	0,90**	Outubro	3	0,96**
Mai	1	0,91**	Novembro	1	0,94**
Mai	2	0,91**	Novembro	2	0,95**
Mai	3	0,89**	Novembro	3	0,95**
Junho	1	0,90**	Dezembro	1	0,96**
Junho	2	0,83**	Dezembro	2	0,95**
Junho	3	0,90**	Dezembro	3	0,96**

⁽¹⁾** : Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t, com 8 graus de liberdade. ^{ns} : Não-significativo.

Então, em um determinado local que tenha altitude de 50 m, latitude 30°10'30" S e longitude 50°48'10" W, a estimativa da T_m para o primeiro decênio de janeiro é 18,6°C e é obtida pela equação linear múltipla (Tabela 1): Exemplo: $T_m = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{altitude (m)} + \beta_2 \cdot \text{latitude (graus)} + \beta_3 \cdot \text{longitude (graus)}$, ou seja, $T_m = 23,49115552 - 0,0046769 \cdot 50 - 0,42233972 \cdot 30,175000 + 0,15916284 \cdot 50,802778 = 18,6^\circ\text{C}$.

REFERÊNCIAS

- Alfonsi, R.R.; Pinto, H.S. ; Pedro Júnior., M.J. Estimativas das normais de Temperaturas média mensal e anual do Estado de Goiás (BR) em função de altitude e latitude. São Paulo: Instituto de Geografia USP, 1974. Caderno de Ciências da Terra, n. 45.
- Buriol, G.A.; Estefanel, V.; Ferreira, M.; PINTO, H.S. Estimativa das médias das temperaturas máximas mensais e anuais do Estado do Rio Grande do Sul. Revista do Centro de Ciências Rurais, v.3, p.131-150, 1973.
- Draper, N.R.; Smith, R. Applied regression analysis. 3 ed. New York: John Wiley, 1996. 706p.
- Estefanel, V.; Ferreira, M.; Buriol, G.A., Pinto, H.S. Estimativa das médias das temperaturas mínimas mensais e anuais do Estado do Rio Grande do Sul. Revista do Centro de Ciências Rurais, v.3, p.1-20, 1973.
- Ferreira, M.; Buriol, G.A.; Estefanel, V.; Pinto, H.S. Estimativa das temperaturas médias mensais e anuais do Estado do Rio Grande do Sul. Revista do Centro de Ciências Rurais, v.1, p.21-52, 1971.
- Instituto de Pesquisas Agronômicas. Secção de Ecologia Agrícola. Atlas Agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1989.
- Neter, J. et al. Applied linear regression models. 3 ed. New York: McGraw Hill, 1997, 532p.
- Pinto, H.S.; Alfonsi, R.R. Estimativa das temperaturas médias, máximas e mínimas mensais no Estado do Paraná, em função de altitude e latitude. São Paulo: Instituto de Geografia USP, 1974. Caderno de Ciências da Terra, n. 52.