

MODELO MATEMÁTICO PARA ESTIMAR TEMPERATURAS: ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE CASA NOVA (BA)

Eucymara França Nunes Santos, UNIVASF¹
Luciano Alves de Jesus Júnior, Embrapa Semiárido Nordeste²

Resumo - Neste trabalho o modelo de regressão linear múltipla foi utilizado para desenvolver três modelos matemáticos de estimativa das temperaturas: mínimas, médias e máximas. Utilizou-se um banco de dados com 2443 observações meteorológicas com as seguintes variáveis: Tmin (temperatura mínima), Tmed (temperatura média), Tmax (temperatura máxima), Urmin (umidade relativa do ar mínima), Urmed (umidade relativa do ar média), Urmx (umidade relativa do ar máxima), Rg (radiação global), Vv (velocidade do vento), e Et0 (evapotranspiração). Foram ajustadas equações de regressão com e sem intercepto. Na análise de variância foram avaliados o teste F, o quadrado médio do resíduo (QMR), o coeficiente de determinação (R^2), e a significância dos parâmetros pelo teste t. Os resultados mostraram que o ajuste de modelos para as estimativas de temperatura é uma alternativa viável para ampliar a base de dados climáticos.

Palavras chave: regressão linear múltipla, temperatura, variáveis climáticas

1. Introdução

O modelo de regressão para estimar as temperaturas mínima, média e máxima são as mais importantes dentre as variáveis climáticas. Têm sido realizados muitos trabalhos para se obter a estimativa da temperatura de diversas estações meteorológicas, nas diversas regiões do Brasil (NETO et al., 2002; ANTONINI et al., 2009).

Em estudos de classificação ecológica, produção de energia, produção agrícola e ambiental, requer a disponibilidade de dados em quantidades suficiente para caracterizar condições satisfatórias, sendo que as estações meteorológicas não disponibilizam dados suficientes das condições climáticas. A estimativa de temperaturas tornou-se um importante auxílio nesses estudos, um método não destrutivo, de boa precisão e de baixo custo.

A análise de regressão múltipla é utilizada para analisar um fator que será explicado por uma multiplicidade de fatores exploratórios para se obter um bom ajuste na explicação da variação total. A função resposta será dada por uma equação com os coeficientes das respectivas variáveis, utilizadas para fazer estimativas. Existem testes que indicam a adequação do modelo, por exemplo, o coeficiente de determinação (R^2) irá indicar a medida de adequação do ajuste da equação da reta a variação total (JOHNSON & WICHERN, 1988).

Este trabalho teve como objetivo apresentar equações adequadas para determinar estimativas da temperatura mínima, média e máxima, com a finalidade de complementar a rede de dados climáticos na estação meteorológica de Casa Nova (BA).

2. Metodologia

Neste trabalho foram utilizados os dados climáticos medidos diariamente, entre os anos de 2003 a 2009 da estação meteorológica localizada na Fazenda Santa Felicidade no município de Casa Nova (BA), que tem a Embrapa Semiárido como responsável por coletar os dados desta estação.

Para a construção destes modelos foram utilizadas as seguintes variáveis climáticas: Tmin (temperatura mínima), Tmed (temperatura média), Tmax (temperatura máxima), como variáveis dependentes, e Urmin (umidade relativa do ar mínima), Urmed (umidade relativa do ar média), Urmx (umidade relativa do ar máxima), Rg (radiação global), Vv (velocidade do vento), e Et0 (evapotranspiração), como variáveis independentes.

¹ Mestre em Biometria e Estatística Aplicada - Professora do Colegiado de Engenharia Elétrica – UNIVASF. E-mail: eucymara.nunes@univasf.edu.br; ²Analista B; Estatístico Embrapa Semiárido. E-mail: luciano.alves@cpatsa.embrapa.br

Para a obtenção das equações será utilizada a regressão linear múltipla, os modelos foram ajustados pelo método dos mínimos quadrados.

A equação de regressão linear múltipla é dado pelo ajuste do modelo:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i \quad i = 1, \dots, n \quad (1)$$

onde:

n é o número de indivíduos;

y_i é a observação da variável dependente para o i -ésimo indivíduo;

$x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik})'$ é um vetor de observações das variáveis independentes para o i -ésimo indivíduo;

$\beta = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)'$ é um vetor de coeficientes de regressão (parâmetros);

ε é um componente de erro aleatório.

Os critérios utilizados para avaliar a adequação dos modelos foram o teste F da análise da variância para o ajuste da regressão, o quadrado médio do resíduo para estimar a variância dos erros aleatórios, o teste t para determinar a importância das variáveis independentes no modelo, e o coeficiente de correlação que mede o grau de ajuste da reta estimada ao conjunto de dados.

As análises foram realizadas através do software SAS – Statistical Analysis System (SAS, 2001).

3. Resultados

As equações de regressão ajustadas para a estimativa da temperatura máxima, média e mínima, juntamente com os resultados das análises, são apresentados na Tabela 1. De acordo com o teste t, existe uma relação estatística significativa entre as variáveis independentes utilizadas no modelo (Urmax, Urmed, Urmin, Rg, Vv e Eto) e as variáveis dependentes (Tmax, Tmed e Tmin). O coeficiente de determinação (R^2) reflete o quanto da variação da temperatura é explicada pelas variáveis que a compõe, os valores variam de 0,54 a 0,81. O teste F para ajuste dos modelos foi significativo a 1% de probabilidade e os valores do quadrado médio dos resíduos foram baixos.

Tabela 1 - Coeficientes das equações (com intercepto) para estimar temperaturas máxima, média e mínima, e os respectivos coeficientes de determinação (R^2), quadrado médio do resíduo (QMR), teste F e indicação de significância dos parâmetros no teste t

Variáveis	Parâmetro Estimado		
	Tmax	Tmed	Tmin
Intercepto	33,5393**	27,7444**	23,4317**
Urmed	0,0435**	-0,0267**	0,1276**
Urmax	-0,0382**	-0,0488**	-0,1733**
Urmin	-0,0770**	0,0521**	0,0610**
Rg	-0,1625**	-0,1836**	-0,2709**
Vv	-1,7862**	-1,5744**	-1,4965**
Eto	1,7571**	1,7762**	2,0455**
R^2	0,8135	0,7184	0,5452
QMR	0,9454	0,9070	1,5444
Teste F	1771,30**	1035,55**	486,71**

Teste t e teste F, ** significativo ao nível de 1% de probabilidade

¹ Mestre em Biometria e Estatística Aplicada - Professora do Colegiado de Engenharia Elétrica – UNIVASF. E-mail: eucymara.nunes@univasf.edu.br; ²Analista B; Estatístico Embrapa Semiárido. E-mail: luciano.alves@cpatsa.embrapa.br

Na Tabela 2 são apresentados os modelos de regressão para estimar a temperatura máxima, média e mínima, obtidos pela passagem da reta pela origem (intercepto nulo). A umidade relativa do ar máxima foi não significativa para o modelo da temperatura mínima, sendo significativo para as demais. Os coeficientes de determinação foram muito bons, próximos de um, indicando um melhor ajuste da equação. O teste F confirma que o valor do intercepto difere de zero, demonstrando estatisticamente a significância do modelo sem o intercepto. Porém o erro dos resíduos foram mais altos na retirada do intercepto no modelo.

Tabela 2 - Coeficientes das equações (sem intercepto) para estimar temperaturas máxima, média e mínima, e os respectivos coeficientes de determinação (R^2), quadrado médio do resíduo (QMR), teste F e indicação de significância dos parâmetros no teste t

Variáveis	Parâmetro Estimado		
	Tmax	Tmed	Tmin
Urmed	0,0403**	-0,0961**	0,0690**
Urmax	0,2154**	0,1609**	0,0037 ^{n.s}
Urmin	0,1001**	0,1986**	0,1847**
Rg	-0,2829**	-0,2832**	-0,3550**
Vv	-1,7135**	-1,5143**	-1,4457**
Eto	4,1817**	3,7818**	3,7394**
R ²	0,9973	0,9968	0,9944
QMR	2,6859	2,0979	2,3934
Teste F	151983,7**	129021,1**	72914,04**

Teste t e teste F, ** significativo, n.s. não significativo ao nível de 1% de probabilidade

4. Conclusões

Os resultados obtidos permitem inferir que o ajuste dos modelos de regressão múltipla para as temperaturas máxima e média são adequados para fazer estimativas, desde que o intercepto seja nulo. O modelo com intercepto só é indicado para fazer estimativas para a temperatura máxima

Referências

ANTONINI, J. C. DOS A.; SILVA, E. M.; OLIVEIRA, L. F. C. DE.; SANO, E. E. Modelo matemático para estimativa da temperatura média diária do ar no Estado de Goiás. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 44, n. 4, p. 331-338, abril 2009.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. Applied multivariate statistical analysis. 2 ed. Englewood Cliffs: Prantice Hall, p. 300-323, p. 340-363, 1988.

NETO, S. N. DE O.; REIS, G. G. DOS.; REIS, M. DAS G. F.; LEITE, H. G.; COSTA, J. M. N. Estimativa de temperaturas mínima, média e máxima do território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 60° longitude oeste. Engenharia na Agricultura, v. 10, n. 1-4, Jan./Dez., 2002.

SAS INSTITUTE. SAS Stat user's guide. Version 9. Carry: SAS Institute, 2002. CDROM.

¹ Mestre em Biometria e Estatística Aplicada - Professora do Colegiado de Engenharia Elétrica – UNIVASF. E-mail: eucymara.nunes@univasf.edu.br; ²Analista B; Estatístico Embrapa Semiárido. E-mail: luciano.alves@cpatsa.embrapa.br

¹ Mestre em Biometria e Estatística Aplicada - Professora do Colegiado de Engenharia Elétrica – UNIVASF. E-mail: eucymara.nunes@univasf.edu.br; ²Analista B; Estatístico Embrapa Semiárido. E-mail: luciano.alves@cpatsa.embrapa.br