

## AVALIAÇÃO DE MÉTODOS PARA A ESTIMATIVA DAS TEMPERATURAS DO AR NO ESTADO DO ESPIRITO SANTO

KENNEDY R. DA SILVA<sup>1</sup>, ROBERTO A. CECÍLIO<sup>2</sup>, TIAGO DE OLIVEIRA GODINHO<sup>3</sup>, EDVALDO F. DOS REIS<sup>4</sup>, MAYCON PATRÍCIO DE HOLLANDA<sup>5</sup>, JOVANA SATER FARIA<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Florestal, Alegre – ES  
E-mail: kennedyfloresta03@hotmail.com

<sup>3</sup>Eng<sup>o</sup> Agrícola, DS., Prof. Adjunto, Depto de Engenharia Florestal, CCA-UFES, Alegre – ES  
<sup>4</sup>Eng<sup>o</sup> Agrícola, DS., Prof. Adjunto, Depto de Engenharia Rural, CCA-UFES, Alegre – ES

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia- 02 a 05 de Julho de 2007- Aracaju - SE

**RESUMO:** A interpolação espacial e o uso de equações de regressão estão se tornando cada vez mais freqüente nas análises de elementos meteorológicos, como é o caso das temperaturas do ar. Este trabalho utilizou dados relativos às temperaturas do ar máximas, médias e mínimas mensais, obtidas em 17 estações meteorológicas do Estado do Espírito Santo a fim de avaliar o desempenho de diferentes métodos de interpolação e equações de regressão para estimativa das temperaturas do ar no Estado. Avaliaram-se os seguintes métodos de interpolação: Inverso de Potência da Distância, com potências 2, 3 e 4; Spline Regularized; Spline Tension. Verificou-se que os interpoladores apresentaram desempenho insatisfatório (baixo índice de confiança). As equações de regressão obtiveram menores erros quadráticos médios e maiores valores do índice de confiança, sendo indicadas para estimativa das temperaturas em substituição aos interpoladores.

**PALAVRA-CHAVE:** interpolador, equação de regressão, altitude

**ABSTRACT:** Spatial interpolation and regression equations are tool to meteorological data studies, like the spatial distribution of air temperature. This paper have used maximum, mean and minimum air temperature data of 17 climatological station of Espírito Santo state (Brazil) to evaluate different interpolation methods and regression equations applied to predict air temperatures. Inverse Distance Weighted (2, 3 and 4 powers), Spline Regularized and Spline Tension interpolation methods were analyzed. Results showed that all interpolation methods presented very poor performance (low confidence index). Regression equation presented the lowest mean quadractierros and the highest confidence index values being indicated to predict air temperatures.

**KEYWORDS:** interpolator, regression equation, altitude

**INTRODUÇÃO:** A utilização de métodos tradicionais de interpolação espacial está se tornando cada vez mais freqüente em análises que envolvem elementos meteorológicos, em função de que, atualmente, diversos *softwares* de Sistema de Informação Geográfica (SIG's), disponibilizam vários destes métodos. Até o momento, não existe consenso a respeito de um método de interpolação que seja o melhor para diversas condições climáticas, fazendo com que seja importante determinar o melhor método para cada circunstância (Lennon e Tunner,

1995). Em alguns casos, como na estimativa das temperaturas do ar, tem se optado pela utilização de equações de regressão que possibilitam a estimativa dos valores médios mensais das variáveis climáticas em função da latitude, longitude e altitude do local de interesse.

No estudo da adaptabilidade e comportamento das culturas agrícolas e florestais é importante o conhecimento da distribuição espacial dos elementos meteorológicos. No Estado do Espírito Santo, ainda hoje, existe pouca disponibilidade de dados relativos às temperaturas do ar. A carência de informações a respeito do comportamento deste elemento do clima consiste em fator limitante da confiabilidade de diversos estudos conduzidos no âmbito das Ciências Agrárias, sendo importante para trabalhos de zoneamento, de escolha de épocas de plantio, de irrigação e até mesmo de prevenção contra incêndios florestais.

Do exposto o presente trabalho objetivou avaliar o desempenho de diferentes interpoladores e equações de regressão aplicados na estimativa das temperaturas do ar, mínimas, médias e máximas mensais para o Estado do Espírito Santo.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** Utilizaram-se séries históricas de temperaturas do ar máximas, médias e mínimas – mensais – com extensão de 23 anos (1982-2005), obtidas de 13 postos meteorológicos do Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (INCAPER) e quatro do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizados no Espírito Santo (Figura 1).

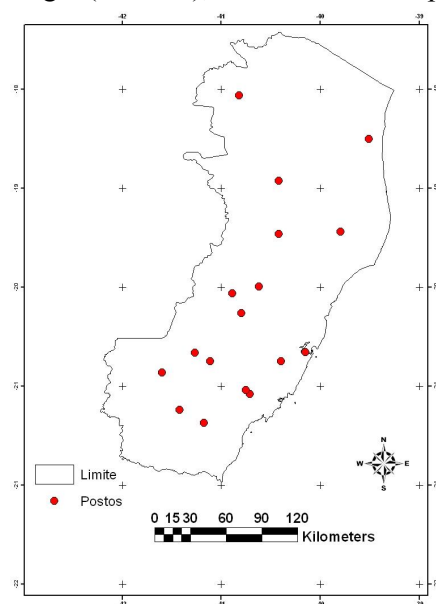


Figura 1 – Limite do Estado do Espírito Santo com a localização dos postos utilizados no trabalho.

Para a espacialização das temperaturas, utilizaram-se os seguintes métodos de interpolação: Inverso de Potência da Distância, com as potências 2 (IDW2), 3 (IDW3) e 4 (IDW4); Spline Regularized (SPR) e Spline Tension (SPT).

A estimativa dos valores interpolados para cada estação foi realizada por meio da metodologia proposta por Caruso e Quarta (1998), em que, para a realização da interpolação, um posto especificado é extraído. Assim é possível obter o valor estimado do posto retirado e posteriormente compará-lo com o valor real da variável. Esta metodologia foi empregada separadamente para os 17 postos.

Também se avaliou a estimativa das temperaturas feita pelas equações de regressão estabelecida por Pezzopane et al. (2004) (EPZ), aplicadas aos 17 postos deste estudo, utilizando-se seus valores de latitude e altitude.

O desempenho dos interpoladores e das equações de regressão foi avaliado por intermédio do índice de confiança (c), proposto por Camargo & Sentelhas (1997), e da raiz do erro quadrático médio (REQM) (equação 1).

$$REQM = \sqrt{\sum (X_{EST} - X_{REAL})^2 / N} \quad (1)$$

em que: REQM = Raiz do erro Médio Quadrático;  $X_{est}$  = valor estimado da variável;  $X_{real}$  = valor real da variável; N= numero de postos considerados, no caso 17.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Nas Tabelas 1, 2 e 3, são apresentados os valores de REQM e c obtidos. Menores valores de REQM associados a maiores valores de c indicam melhor desempenho da metodologia de estimativa das temperaturas (interpoladores ou equações).

Verifica-se pelas tabelas que, avaliando-se apenas os interpoladores, o SPT obteve menores valores de REQM e maiores valores de c quando aplicado na estimativa das temperaturas médias e mínimas, possuindo melhor desempenho. Da mesma forma, o IDW2 mostrou-se mais preciso para a estimativa das temperaturas máximas do ar. Todavia, a baixa magnitude dos valores de c (inferiores a 0,65) indicam ineficiência de todos os interpoladores.

Observa-se que as equações de regressão estabelecidas por Pezzopane et al. (2004), em todos os casos (temperaturas mensais médias, mínimas e máximas), apresentaram menores valores de REQM e maiores valores de c que todos os interpoladores avaliados, sendo, portanto, indicadas para estimativa deste elemento do clima no Estado do Espírito Santo. A superioridade das equações de regressão deve-se ao fato de que estas, diferentemente dos interpoladores, utilizam-se da altitude de cada posto para a estimativa da temperatura, pois a topografia é sabidamente fator de extrema influência na magnitude assumida por este elemento climático (Pereira et al., 2002).

Tabela 1 – Valores de REQM e c obtidos pelos interpoladores e equações usadas na estimativa das temperaturas médias mensais do ar

Mês	Temperaturas médias mensais											
	IDW2		IDW3		IDW4		SPR		SPL		EPZ	
	c	REQM	c	REQM	c	REQM	c	REQM	c	REQM	c	REQM
Janeiro	0,23	1,72	0,29	1,76	0,31	1,83	0,26	3,24	0,51	1,56	0,87	0,88
Fevereiro	0,23	1,75	0,28	1,82	0,29	1,90	0,27	3,24	0,48	1,62	0,86	0,90
Março	0,15	1,85	0,22	1,87	0,23	1,95	0,21	3,55	0,43	1,69	0,89	0,77
Abril	0,18	1,94	0,26	1,95	0,27	2,03	0,28	4,19	0,42	1,81	0,89	0,82
Mai	0,21	2,01	0,29	2,01	0,30	2,08	0,23	3,93	0,48	1,79	0,92	0,74
Junho	0,16	2,21	0,22	2,26	0,23	2,35	0,24	4,33	0,47	1,94	0,89	0,91
Julho	0,16	2,23	0,21	2,31	0,22	2,40	0,24	4,46	0,47	2,03	0,87	0,98
Agosto	0,16	2,20	0,20	2,30	0,21	2,39	0,22	4,40	0,45	2,06	0,88	0,93
Setembro	0,13	2,02	0,18	2,12	0,18	2,21	0,17	4,40	0,40	2,03	0,84	1,02
Outubro	0,15	1,87	0,08	2,30	0,20	2,05	0,19	3,98	0,41	1,79	0,83	1,02
Novembro	0,21	1,67	0,27	1,71	0,28	1,78	0,25	3,27	0,48	1,58	0,87	0,82
Dezembro	0,24	1,61	0,31	1,65	0,32	1,71	0,21	3,27	0,44	1,59	0,88	0,77

Tabela 2 – Valores de REQM e c obtidos pelos interpoladores e equações usadas na estimativa das temperaturas mínimas mensais do ar

Mês	Temperaturas mínimas mensais											
	IDW2		IDW3		IDW4		SPR		SPT		EPZ	
	c	REQM	c	REQM	c	REQM	c	REQM	c	REQM	c	REQM
Janeiro	0,18	1,92	0,24	1,97	0,25	2,05	0,15	3,54	0,41	1,82	0,89	0,76
Fevereiro	0,17	2,06	0,35	1,87	0,25	2,21	0,18	3,55	0,43	1,90	0,87	0,88
Março	0,22	1,94	0,26	2,00	0,27	2,07	0,15	3,59	0,45	1,83	0,88	0,82
Abril	0,29	1,90	0,34	1,93	0,44	1,77	0,30	3,12	0,54	1,72	0,90	0,78
Maio	0,31	1,95	0,38	1,95	0,39	2,02	0,29	3,14	0,48	2,18	0,91	0,78
Junho	0,26	2,48	0,30	2,43	0,33	2,67	0,24	3,62	0,53	2,15	0,85	1,14
Julho	0,27	2,34	0,31	2,41	0,31	2,51	0,37	3,44	0,56	2,02	0,86	1,10
Agosto	0,23	2,34	0,19	3,04	0,27	2,57	0,33	3,52	0,50	2,08	0,85	1,11
Setembro	0,21	2,01	0,25	2,09	0,25	2,20	0,23	3,46	0,47	1,81	0,88	0,85
Outubro	0,26	1,88	0,28	1,87	0,28	1,96	0,23	3,20	0,49	1,63	0,88	0,76
Novembro	0,26	1,71	0,30	1,76	0,31	1,84	0,22	3,05	0,51	1,55	0,89	0,71
Dezembro	0,30	1,53	0,35	1,56	0,33	1,67	0,23	2,63	0,53	1,38	0,91	0,59

Tabela 3 – Valores de REQM e c obtidos pelos interpoladores e equações usadas na estimativa das temperaturas máximas mensais do ar

Mês	Temperaturas máximas mensais											
	IDW2		IDW3		IDW4		SPL		SPT		EPZ	
	c	REQM	c	REQM	c	REQM	c	REQM	c	REQM	c	REQM
Janeiro	0,31	1,56	0,39	1,54	0,42	1,57	0,03	4,32	0,61	2,17	0,75	1,23
Fevereiro	0,21	1,73	0,25	1,79	0,26	1,88	0,16	3,72	0,30	2,02	0,73	1,28
Março	0,28	1,68	0,33	1,72	0,35	1,77	0,13	3,84	0,07	3,26	0,85	0,93
Abril	0,24	1,74	0,20	2,28	0,30	1,85	0,12	4,07	0,31	2,05	0,85	0,94
Maio	0,34	1,63	0,36	1,69	0,61	1,36	0,11	4,08	0,34	1,98	0,91	0,73
Junho	0,27	1,61	0,33	1,63	0,34	1,72	0,11	4,01	0,33	1,93	0,89	0,78
Julho	0,26	1,69	0,31	1,73	0,32	1,79	0,08	4,31	0,27	2,12	0,84	0,99
Agosto	0,16	1,80	0,22	1,86	0,23	1,93	0,08	4,52	0,23	2,25	0,84	0,94
Setembro	0,15	1,79	0,20	1,86	0,22	1,93	0,11	4,23	0,25	2,16	0,76	1,19
Outubro	0,09	1,91	0,13	2,00	0,06	2,28	0,11	4,58	0,24	2,28	0,66	1,38
Novembro	0,15	1,68	0,21	1,73	0,23	1,80	0,10	3,71	0,24	2,01	0,74	1,14
Dezembro	0,10	1,75	0,25	1,74	0,27	1,81	0,13	3,70	0,28	2,01	0,78	1,12

### Conclusões:

- 1) As equações de regressão estabelecidas por Pezzopane et al. (2004) apresentaram melhor desempenho para estimativa das temperaturas do ar no Estado do Espírito Santo.
- 2) Os interpoladores avaliados mostraram-se ineficientes para a estimativa das temperaturas do ar.

**Referência Bibliográfica:**

CAMARGO, A.P.; SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, p.89-97, 1997.

CARUSO, C.; QUARTA F. Interpolation Methods Comparison. **Computers Mathematical Application**. v.35, p. 109-126, 1998

LENNON, J.J.; TURNER, J.R.G. Predicting the spatial distribution of climate: temperature in Great Britain. **J. Anim. Ecol.**, n. 64, p.670-392, 1995.

PEZZOPANE, J.E.M.; SANTOS, E.A.; ELEUTÉRIO, M.M.; REIS, E.F.; SANTOS, A.R. Espacialização da temperatura do ar no Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.12, n.1, p.151-158, 2004.

PEREIRA, R.A.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações**. Ed. Agropecuária: Guaíba, 2002. 478p.