

## AVALIAÇÃO DOS DIFERENTES MÉTODOS DE INTERPOLADORES PARA O PARÂMETRO PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

**Fábio da Silveira Castro<sup>1</sup>, Camila Aparecida da Silva Martins<sup>2</sup>, José Eduardo Macedo Pezzopane<sup>3</sup>, Roberto Avelino Cecílio<sup>3</sup>, José Ricardo Macedo Pezzopane<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Mestre em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias - UFES / Departamento de Produção Vegetal; Cx Postal 16, CEP 29500-000, Alegre-ES; [fabiosilveira\\_70@hotmail.com](mailto:fabiosilveira_70@hotmail.com)

<sup>1</sup>Mestre em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias - UFES / Departamento de Produção Vegetal; Cx Postal 16, CEP 29500-000, Alegre-ES; [camila.cca@hotmail.com](mailto:camila.cca@hotmail.com)

<sup>3</sup>Professor, Centro de Ciências Agrárias - UFES / Departamento de Engenharia Rural; Cx Postal 16, CEP 29500-000, Alegre-ES; [pezzopane2007@yahoo.com.br](mailto:pezzopane2007@yahoo.com.br), [racecilio@yahoo.com.br](mailto:racecilio@yahoo.com.br)

<sup>3</sup>Professor, Departamento de Ciências da Saúde, Biológicas e Agrárias, CEUNES – [josepezzopane@ceunes.ufes.br](mailto:josepezzopane@ceunes.ufes.br)

**Resumo-** O presente trabalho tem como objetivo avaliar os métodos de interpoladores inverso de uma potência da distância (IPD) e Krigagem (geoestatístico) para o parâmetro climatológico precipitação pluviométrica no Estado do Espírito Santo. Utilizaram-se dados de séries históricas em escala mensal e anual compreendidos em um período de 30 anos (1977 a 2006) de 94 pontos de medições distribuídos dentro do Estado, e outros 16 pontos de Estados circunvizinhos, que tiveram como objetivo minimizar o efeito de borda durante o processo de interpolação. O método da Krigagem modelo linear demonstrou-se mais eficiente para estimativa das precipitações médias anuais no Espírito Santo, pois apresenta uma correlação satisfatória entre os valores reais e os valores estimados, baseado no menor valor da raiz do erro médio quadrático (REMQ), quando comparado com o IPD.

**Palavras-chave:** precipitação pluviométrica, geoestatística, interpoladores, espacialização

**Área do Conhecimento:** Agronomia

### Introdução

A precipitação pluviométrica é um dos principais fatores climáticos que afetam diretamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas, sob diferentes formas e nas diversas fases do ciclo da cultura. Sua medição é realizado utilizando instrumentos meteorológicos como pluviômetros ou pluviógrafos, porém ainda existem poucos instrumentos dentro do Estado, diante disso lança-se mão da geoestatística.

A geoestatística está associada a uma classe de técnicas utilizadas para analisar e inferir valores de uma variável distribuída no espaço ou no tempo, transformando dados discretos em contínuos. Ela vem apresentando aplicação crescente na avaliação da variabilidade espacial de parâmetros de interesse em ciências agrárias, permitindo o mapeamento, a quantificação e a modelagem de fenômenos contínuos, através da interpolação dos pontos mostrados no solo (VIEIRA, 1997; SOUZA et al., 1998).

Vários trabalhos têm utilizado métodos de interpolação espacial para estimativas de variáveis ou parâmetros geograficamente distribuídos, no entanto, muitos não têm se atentado para a necessidade de definir qual o melhor método de interpolação, não existindo até o momento, evidências que um método qualquer seja o melhor para diversas condições. Em estudos que utilizam

a espacialização das informações, torna-se importante determinar o melhor método de interpolação para cada circunstância (Lennon & Tunner, 1995), o que é realizado através da avaliação do desempenho dos interpoladores para as variáveis estudadas.

### Metodologia

A área contemplada no presente estudo é o estado do Espírito Santo, representando uma das quatro unidades que integram a Região Sudeste do território Brasileiro, com área total de 46.184,1 km<sup>2</sup>. Situa-se geograficamente entre os meridianos 39° 38' e 41° 50' de longitude oeste e entre os paralelos 17° 52' e 21° 19' de latitude sul, contando atualmente com 78 municípios e tendo como limites o Oceano Atlântico a Leste, a Bahia a Norte, Minas Gerais a Oeste e Noroeste e o estado do Rio de Janeiro a Sul, (SEAG, 2006).

O Espírito Santo apresenta áreas planas e elevadas, sendo que o clima é influenciado, de maneira marcante pelo relevo, altitude e exposição das serra. Conforme o sistema de classificação de Köppen, a região enquadra-se nas zonas climáticas A e C, que identificam climas úmidos. No estado são encontrados os subtipos climáticos Aw, Am, Cf e Cw, e também as variações Cfa, Cfb,

Cwa e Cwb (SIQUEIRA et al., 2004). Para a realização do presente estudo foram utilizadas séries históricas de precipitação pluvial em escala mensal e anual, obtidos de 94 pontos de medição, sendo 11 pertencentes à rede de estações meteorológicas do Instituto Capixaba de Pesquisas e Extensão Rural (INCAPER), 3 pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e outros 80 pertencentes à Agência Nacional de Águas (ANA). Adotou-se ainda outros 16 postos pluviométricos também pertencentes à ANA localizados fora do estado tendo como objetivo minimizar o efeito de borda no processo de interpolação, assim como realizado por ANDRADE (1998). No total foram utilizados 110 pontos de medição, cuja distribuição espacial é apresentada na Figura 1.

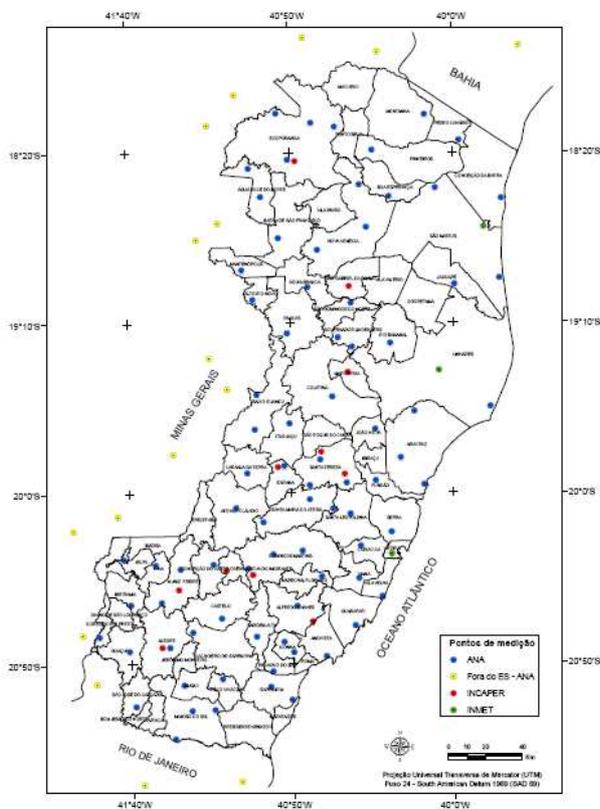


Figura 1 – Distribuição espacial dos pontos de medição dos dados climáticos localizadas sobre o estado do Espírito Santo e estados vizinhos.

Todos os registros de precipitação foram adquiridos gratuitamente, sendo que os que pertenciam ao INCAPER e ao INMET obtiveram junto aos órgãos, já aqueles que estavam sob responsabilidade da ANA foram adquiridos através do sistema de informações hidrológicas (Hidro Web) disponibilizado no endereço eletrônico <http://hidroweb.ana.gov.br>.

A análise espacial da dependência dos dados foi realizada por intermédio de um programa desenvolvido no software Matlab versão 6.5, por XAVIER (2007), que utiliza os valores da variável em estudo com suas respectivas coordenadas de campo para a construção do semivariograma experimental. O referido programa fez o ajuste automático dos modelos teóricos - exponencial, esférico e linear com patamar ao semivariograma experimental, para o método da krigagem, de modo que a curva que melhor se ajustar aos pontos obtidos represente a magnitude, alcance e intensidade da variabilidade espacial da variável estudada. O programa avaliou o desempenho para o método do inverso de uma potência da distância (IPD) para os níveis de potência de 1 a 5.

Diante dos modelos de semivariograma experimental, realizou-se a validação cruzada dos dados de todos os interpoladores, através da metodologia proposta por Caruso & Quarta (1998), e por Robinson & Metternicht (2006) na qual, sucessivamente um posto específico é descartado na realização da interpolação. Assim, é possível obter o valor estimado (E) relativo ao posto retirado e, posteriormente, compará-lo com o valor real da variável (O).

Utilizando como critérios de decisão para a avaliação do desempenho dos interpoladores e seleção do modelo o menor valor da raiz do erro médio quadrático (REMQ), conforme Phillips et al. (1992), Addink & Stein, (1999) que é definido pela Equação 1, o índice de confiança (c) proposto por Camargo e Sentelhas (1997).

$$REMQ = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^J (O_i - E_i)^2}{J}}$$

em que:

J = número de observações;

O = valor observado experimentalmente; e

E = valor estimado pelo método.

Tabela 1- Análise do desempenho do modelo com base no índice de confiança (CAMARGO e SENTELHAS, 1997)

Valor de c	Desempenho
> 0,85	Ótimo
0,76 a 0,85	Muito bom
0,66 a 0,75	Bom
0,61 a 0,65	Mediano
0,51 a 0,60	Sofrível
0,41 a 0,50	Mau
≤ 0,40	Péssimo

O índice de confiança (c) permite analisar conjuntamente a precisão e a exatidão dos resultados obtidos.

## Resultados e Discussão

De acordo com o critério definido por Camargo & Sentelhas (1997), o modelo krigagem linear foi considerado “bom” para a estimativa dos valores de precipitação.

A Tabela 2 apresenta os índices estatísticos calculados para analisar o desempenho dos interpoladores para a espacialização da precipitação média anual no estado do Espírito Santo.

Tabela 2- Índices estatísticos calculados para análise do desempenho dos interpoladores para estimativa da precipitação média anual

Modelo	REMQ	c	Desempenho	EMP (%)
Exponencial	511,84	0,14	Péssimo	23,82
Esférico	130,56	0,64	Mediano	7,83
Linear	125,10	0,66	Bom	7,69
IPD 1	158,10	0,43	Mau	10,22
IPD 2	157,86	0,45	Mau	9,99
IPD 3	159,39	0,47	Mau	9,80
IPD 4	161,29	0,47	Mau	9,70
IPD 5	163,57	0,47	Mau	9,73
IPD 6	165,82	0,47	Mau	9,82

O método krigagem linear demonstrou-se mais eficiente para estimativa das precipitações médias anuais no estado do Espírito Santo, pois apresenta uma correlação satisfatória entre os valores reais e os valores estimados, baseado no menor valor de REMQ e nos outros índices estatísticos que apontam nesta direção.

Os modelos que utilizaram o IPD apresentam desempenho “mau” entre os avaliados.

## Conclusão

Para o parâmetro precipitação pluviométrica o método da krigagem modelo linear foi o que apresentou melhor desempenho quando comparado com os outros, de acordo com os índices estabelecidos para esse parâmetro.

## Referências

- ADDINK, E.A.; STEIN, A. A comparison of conventional and geostatistical methods to replace clouded pixels in NOAA-AVHRR images.

*International Journal of Remote Sensing*, Dundee, v.20, n.5, p.961-77, 1999.

- ANDRADE, L.A. **Classificação ecológica do território brasileiro situado a leste do meridiano de 44° oeste e ao norte do paralelo de 16° sul**: uma abordagem climática. Viçosa, 1998. 147 f. Tese. (Doutorado em Ciência Florestal). Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, 1998.

- CAMARGO, Â. P.; SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, n.1, 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. 392-670, 1995.

- PHILIP, G.M. & WATSON, F. How ore deposits can be overestimated through computational methods. In: RESOURCES AND RESERVES SYMPOSIUM, Sydney, 1987. **Proceedings...Sydney, THE AUSTRALASIAN INSTITUTE OF MINING AND METALLURGY**, p. 49-58, 1987.

- ROBINSON, T.P.; METTERNICHT, G. Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties. **Computers and Electronics in Agriculture**, v., p. 97-108, 2006.

- SEAG - Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aqüicultura e Pesca. **Aspectos fito-fisionômicos**. Disponível em: <[http://www.seag.es.gov.br/setores/silvicultura/?cdmatia=117&cd\\_site=54](http://www.seag.es.gov.br/setores/silvicultura/?cdmatia=117&cd_site=54)>. Acesso em: 28 jan. 2008.

- SIQUEIRA, J. D. P. et al. Estudo ambiental para os programas de fomento florestal da Aracruz Celulose S. A. e extensão florestal do governo do estado do Espírito Santo. **Floresta**, Edição especial, nov/2004, p. 3-67.

- SOUZA, L.; COGO, N. P.; VIEIRA, S. R. **Variabilidade espacial de fósforo, potássio, e matéria orgânica no solo em relação a sistema de manejo. P, K, Ca, Mg, H+Al, SB**, Viçosa, 1998. v. 22.

- VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial de argila, silte e atributos químicos de uma parcela experimental de um latossolo roxo de Campinas - SP. **Bragantia**, Campinas, v.1, n.56, p.181-190, 1997.

- XAVIER, A. C. **Avaliação do desempenho de métodos de interpoladores**. Alegre, Universidade Federal do estado do Espírito Santo. Comunicação pessoal, 2007.