

# AVALIAÇÃO DE INTERPOLADORES PARA A ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

MAYCON P. HOLLANDA<sup>1</sup>, KENNEDY R. DA SILVA<sup>2</sup>, ROBERTO A. CECÍLIO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Agronomia, Alegre – ES

E-mail: mphollanda@hotmail.com

<sup>2</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

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

**RESUMO:** A intensidade e a duração das chuvas, associadas à frequência de ocorrência de eventos extremos são as características da precipitação normalmente utilizadas em estudos relativos à erosão dos solos, dimensionamento de obras hidráulicas, planejamento agrícola, dentre outros. A relação entre essas características de precipitação pode ser feita por intermédio das equações de chuvas intensas. A inexistência dessa equação na localidade onde vai ser realizado um projeto qualquer pode ser contornada interpolando-se valores conhecidos dos parâmetros das equações de chuvas intensas (“K”, “a”, “b”, “c”). No presente trabalho comparou-se diferentes formas de interpolação destes parâmetros no Estado do Espírito Santo. Foram utilizando os métodos de interpolação do inverso de uma potência da distância (IDW), considerando as potências 2, 3, 4 e 5; Spline Regularized e Spline Tension. A interpolação dos parâmetros utilizando o inverso da segunda potência da distância apresentou melhor resultado para estimativa dos parâmetros das equações de chuvas intensas. Todavia em todas as formas de interpolação os baixos valores do índice de confiança (c) obtidos indicam que o desempenho dos interpoladores foi tomado como péssimo.

**PALAVRAS-CHAVE:** interpoladores, equação de chuvas intensas.

## EVALUATION OF INTERPOLATION TECHNIQUES TO PREDICT INTENSE RAINFALL EQUATION PARAMETERS AT THE ESPÍRITO SANTO STATE, BRAZIL

**ABSTRACT:** Rainfall rate and duration, associated to the frequency of occurrence of extreme events are the precipitation characteristics normally used at soil erosion studies, design of hydraulic structures and agricultural planning. The relationship between all these rainfall characteristics is made by intense rainfall equations. The inexistence of this equation at a specific area can be solved interpolating known values of the intense rainfall equation parameters (“K”, “a”, “b”, “c”). This paper presents an evaluation of different interpolation methods to predict intense rainfall equation parameters at Espírito Santo State, Brazil. Inverse distance to a power (IDW) interpolator (2, 3, 4 and 5 powers), and Spline interpolator (Regularized and Tension

types) were evaluated. Results showed that the best prediction were made by IDW method (2 power). In despite of that, very low trusty indexes values showed that all interpolation have had very bad performance.

**KEYWORDS:** interpolators, intense rain equation

**INTRODUÇÃO:** O estudo da lâmina de água precipitada em determinada área é importante para o dimensionamento de obras hidráulicas, estudos relativos à erosão dos solos, definição de técnicas de planejamento e manejo agrícola, dentre outros. A estimativa mais precisa possível de uma chuva intensa é extremamente importante para que determinados projetos sejam viáveis tanto do ponto de vista técnico quanto econômico. Tal estimativa pode ser feita a partir da utilização dos parâmetros das equações do tipo intensidade-duração-frequência (equações de chuvas intensas), derivadas de pluviógrafos específicos. A obtenção da equação de chuvas intensas requer um exaustivo trabalho de tabulação, análise e interpretação de uma grande quantidade de pluviogramas, o que torna sua disponibilidade limitada. A inexistência dessa equação na localidade onde será realizado um projeto é uma dificuldade que pode ser contornada interpolando-se valores conhecidos dos parâmetros destas equações, obtidos nas proximidades do local de interesse (Beltrame *et al.*, 1991). Todavia, é necessário definir quais as técnicas de interpolação são mais adequadas para cada situação específica. Por esta razão, poucos trabalhos têm sido desenvolvidos com tal finalidade, destacando-se os trabalhos realizados por Cecílio & Pruski (2003) para o Estado de Minas Gerais e por Mello *et al.* (2003) para o estado de São Paulo, que avaliaram métodos de interpolação para a equação de chuvas intensas. No Estado do Espírito Santo, existe pouca disponibilidade de dados confiáveis relativos aos parâmetros de chuvas intensas, tornando-se um fator limitante à realização de estudos no campo de ação das Ciências Agrárias. Tendo em vista a importância do conhecimento das equações de chuvas intensas, a dificuldade de sua determinação e a facilidade de interpolação dos parâmetros, quando se tem conhecimento de um número razoável de equações, o presente trabalho tem como objetivo avaliar diferentes métodos de interpolação dos parâmetros (“K”, “a”, “b”, “c”) para o Estado do Espírito Santo.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** A principal forma de caracterização de chuvas intensas é por meio da equação de intensidade, duração e frequência da precipitação, representada por:

$$i_m = \frac{KT^a}{(t + b)^c} \quad (1)$$

em que:

$i_m$  - intensidade máxima média de precipitação, mm h<sup>-1</sup>

T - período de retorno, anos

t - duração da precipitação, minutos

K, a, b, c – parâmetros relativos à localidade

Utilizaram-se, como base de dados, valores dos parâmetros das equações de chuvas intensas (“K”, “a”, “b”, “c”) obtidos por Silva *et al.* (1999) e por Freitas *et al.* (2001), para 20 estações pluviográficas localizadas no Estado do Espírito Santo (Figura 1).

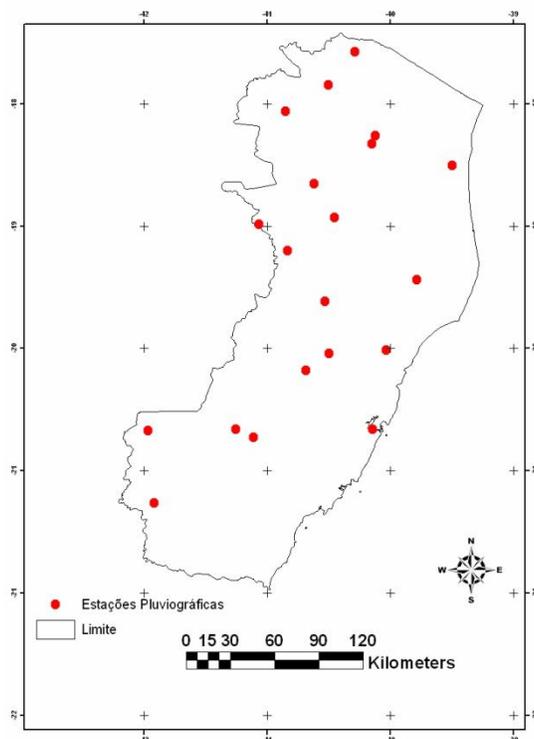


Figura 1 – Localização das estações pluviográficas no Estado do Espírito Santo.

Para avaliar a eficiência de diferentes tipos de interpoladores, foram realizadas interpolações dos parâmetros da equação de chuvas intensas (“K”, “a”, “b”, “c”) seguindo a metodologia proposta por Caruso & Quarta (1998), em que, para a realização da interpolação, um posto específico é extraído. Assim é possível obter o valor estimado relativo posto retirado e posteriormente compará-lo com o valor real da variável. Os valores de “K”, “a”, “b”, “c” foram interpolados para cada estação por meio dos seguintes métodos: Inverso de uma Potência da Distância (IDW), com as seguintes potências 2 (IDW2), 3 (IDW3), 4 (IDW4) e 5 (IDW5); Spline Regularized (SPR) e Spline Tension (SPT). Ressalta-se que tal procedimento foi realizado separadamente para cada um dos 20 postos utilizados no estudo.

A avaliação do desempenho dos interpoladores foi feita por intermédio de dois índices estatísticos que comparam os valores reais com os interpolados: raiz do erro quadrático médio (REQM) (equação 2); e índice de confiança (c) (Camargo & Sentelhas 1997), apresentado na tabela 1, e calculado pelo produto do coeficiente de correlação (r) e do índice de concordância (d)

$$REQM = \frac{\sqrt{\sum (X_{est} - X_{real})^2}}{N}$$

(2)

em que:

- REQM - raiz do erro quadrático médio
- $X_{est}$  - valor estimado da variável
- $X_{real}$  - valor real da variável
- N - número de postos considerados, no caso 20.

Tabela 1 - Avaliação do desempenho dos interpoladores com base no índice de confiança (Camargo & 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

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Tabela 2 estão apresentados os valores médios de REQM e c calculados para os quatro parâmetros da equação de chuvas intensas, obtidos dos interpoladores avaliados.

Tabela 2 - Valores médios (REQM e c) para os diferentes interpoladores

	IDW2		IDW3		IDW4		IDW5		SPR		SPT	
	c	REQM										
<b>K</b>	0,06	2392,32	0,07	2544,29	0,08	2624,18	0,09	2677,40	0,03	8786,26	0,08	3346,09
<b>a</b>	0,01	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,04	0,01	0,08	0,02	0,05
<b>b</b>	0,06	18,07	0,07	19,31	0,08	20,13	0,08	20,70	0,03	58,28	0,07	24,32
<b>c</b>	0,06	0,18	0,06	0,19	0,07	0,20	0,07	0,20	0,02	0,68	0,07	0,25

REQM = Raiz do erro quadrático médio    c = Índice de confiança

Pode-se observar que, dentre os interpoladores avaliados, o IDW2 foi o que apresentou, em média, os menores valores de REQM, o que leva à conclusão, em uma primeira análise, de que este interpolador seria o mais indicado para a estimativa dos parâmetros das equações de chuvas intensas. Tais resultados, de certa maneira, corroboram aqueles obtidos por Mello et al. (2003) no Estado de São Paulo, que evidenciaram baixo erro de estimativa para o IDW2, todavia estes autores mostraram que o interpolador Kriging, não avaliado no presente estudo, apresentou melhores estimativas. Por outro lado, os resultados apontam na direção contrária dos encontrados por Cecílio & Pruski (2003), que evidenciaram melhores estimativas feitas com as maiores

potências da distância, no caso, IDW5. Vale ressaltar que Cecílio & Pruski avaliaram não os valores dos parâmetros, mas os valores da intensidade de precipitação encontrada com a utilização dos parâmetros interpolados, o que, de certa forma é um procedimento mais consistente, pois a análise individual dos parâmetros não tem significado físico, uma vez que a aplicação da equação de chuvas intensas é uma combinação de todos os parâmetros, interessando, portanto, a chuva intensa gerada pela equação como um todo.

Ainda com relação à Tabela 2, evidenciam-se baixos valores do índice de confiança (c), variando entre 0,01 e 0,09. Tais valores indicam, de acordo com a Tabela 1, que todos os interpoladores avaliados apresentaram um péssimo desempenho. Este resultado, mais uma vez indica a necessidade de se avaliar a intensidade de precipitação calculada com a utilização dos valores interpolados, como realizado por Cecílio & Pruski (2003), e não apenas o valor dos parâmetros K, a, b e c, como realizado no presente trabalho e no trabalho de Mello et al. (2003).

**CONCLUSÃO:** A análise dos dados permitiu obter as seguintes conclusões:

- 1) Nenhum dos interpoladores avaliados apresentou resultados eficientes em relação à estimativa dos parâmetros da equação de chuvas intensas.
- 2) A avaliação do desempenho dos interpoladores deve ser feita analisando-se os valores de intensidade de precipitação calculados a partir da equação de chuvas intensas aplicada com os valores interpolados dos parâmetros.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

BELTRAME, L.F.S.; LANA, A.E.L.; LOUZADA, J.A.S. **Chuvas intensas**. Porto Alegre: IPH, UFRGS, 1991.69p.

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. e QUARTA F. Interpolation Methods Comparison. **Computers Mathematical application**. v.35, p. 109-126, 1998

CECÍLIO, R.A.; PRUSKI, F.F.; Interpolação dos parâmetros da equação de chuvas intensas com uso do inverso de potências da distância. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.501-504, 2003.

FREITAS, A.J.; SILVA, D.D.; PRUSKI, F.F.; PINTO, F.A.; PEREIRA, S.B.; GOMES FILHO, R.R.; TEIXEIRA, A.F.; BAENA, L.G.N.; MELLO, L.T.A.; NOVAES, L.F. **Equações de chuvas intensas no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Companhia de Saneamento e Minas Gerais; Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 65p.

MELLO, C.R.; LIMA, J.M.; SILVA, A.M.; MELLO, J.M.; OLIVEIRA, M.S. Krigagem e inverso do quadrado da distância para interpolação dos parâmetros da equação de chuvas intensas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27:925-933, 2003.

SILVA, D.D.; PINTO, F.R.L.; PRUSKI, F.F.; PINTO, F.A. Estimativa e espacialização dos parâmetros da equação de intensidade-duração-frequência da precipitação para o Rio de Janeiro e o Espírito Santo. **Engenharia Agrícola**, v.18, n.3, p11-21, 1999.