

Análise de métodos de interpolação para espacialização da precipitação pluvial na região Norte do estado do Espírito Santo, Brasil

Ivo Augusto Lopes Magalhães¹
Keylla Lopes de Almeida¹
Carlos Roberto Lima Thiago¹
Benvindo Sirtoli Gardiman Junior¹
Sidney Sara Zanetti¹
Roberto Avelino Cecílio¹

¹Universidade Federal do Espírito Santo - UFES
29550-000 – Jerônimo Monteiro – ES, Brasil
ivosmagalhaes@gmail.com; keyllaeflorestal@hotmail.com; tuca119@hotmail.com;
gardimanjunior@yahoo.com.br; sszanetti@yhao.com.br; racecilio@yahoo.com.br

Abstract. The use of spatial interpolation techniques for estimating and spatialize precipitation in areas with deficiency of weather information is taken as support for an adequate management of agriculture as well as for implementation of hydraulic, project development and environmental remediation study of erosion . There is a growing demand for research that focus on interpolation techniques of environmental data and develop maps without trend. In this context, the aim of this study was to evaluate four methods for spatial interpolation of annual precipitation in the northern state of Espírito Santo. For this, we used information from 54 rain gauge stations, these 40 belonged to the Espírito Santo, and 14 stations located in Minas Gerais and Bahia, the average annual precipitation data were obtained from the Hydrological Information System (HIDROWEB), National Agency Water (ANA). The Inverse Distance interpolation technique de (IDW) had the lowest Mean Square Error and an excellent concordance index, indicating that it is the most efficient method for spatial distribution of mean annual rainfall for the region north of the Espírito Santo.

Palavras – Chave: geoprocessing, geostatistics, rainfall distribution, kriging geoprocessamento, geoestatística, distribuição de chuva, krigagem.

1.INTRODUÇÃO

Diversos pesquisadores do setor agrícola estão analisando maneiras e recursos na busca por tecnologias que diagnostiquem e diminuam as restrições ambientais (ASSIS, 2005).

Dentre os fatores limitantes ao desenvolvimento das culturas agrícolas, pode-se citar o comportamento irregular da precipitação pluvial em uma determinada área geográfica, lembrando que este também influencia outros segmentos das atividades humanas. Dos fatos retro mencionados deriva-se a importância de se conhecer a variabilidade espacial da precipitação para uma determinada região, no intuito de desenvolvimento produtivo e qual será a irrigação apropriada para a região em fator do precipitado conhecido e do tipo de cultura a ser implantado.

Sobre esta temática Silva et al. (2011) acredita que o conhecimento da variabilidade espacial da precipitação é importante para diversos ramos das ciências agrárias e ambientais, como, por exemplo, na produção das culturas, no manejo dos recursos hídricos, na avaliação ambiental e em estudos de erosão hídrica.

Os métodos de interpolação possibilitam de acordo com Jimenez e Domecq (apud GARDIMAN JUNIOR et al., 2012) avaliar a variabilidade espacial da precipitação pluvial, baseado em dados amostrais situados numa localidade de interesse. Sendo

assim, com a utilização destes métodos se torna possível estimar o comportamento da precipitação para uma área onde não se verifica a presença de postos pluviométricos, oferecendo assim, subsídio para o planejamento de atividades econômicas que sofram influência direta ou indireta da precipitação.

Nesse sentido, objetivou-se com este estudo interpolar a precipitação média anual para a região Norte do estado do Espírito Santo, por meio dos interpoladores Inverso da Distância Ponderada (IDW), Krigagem, Spline e Trend, e posteriormente comparar os valores auferidos pelos mesmos com os valores reais de precipitação nos pontos onde estão localizados os postos pluviométricos, testando assim a eficiência destes interpoladores.

2.METODOLOGIA DE TRABALHO

O presente estudo contempla a região Norte do estado do Espírito Santo, abrangendo uma área de 14.997,80 Km² e composto por 17 municípios. Possuem em seu domínio territorial áreas com relevante concentração humana e regiões basicamente agrícolas (MDA, 2011). Na Figura 1, está apresentado o mapa do Norte do Espírito Santo, evidenciando os municípios que o compõe, como também os postos pluviométricos, dos quais foram obtidas as séries históricas de precipitação utilizadas neste trabalho.

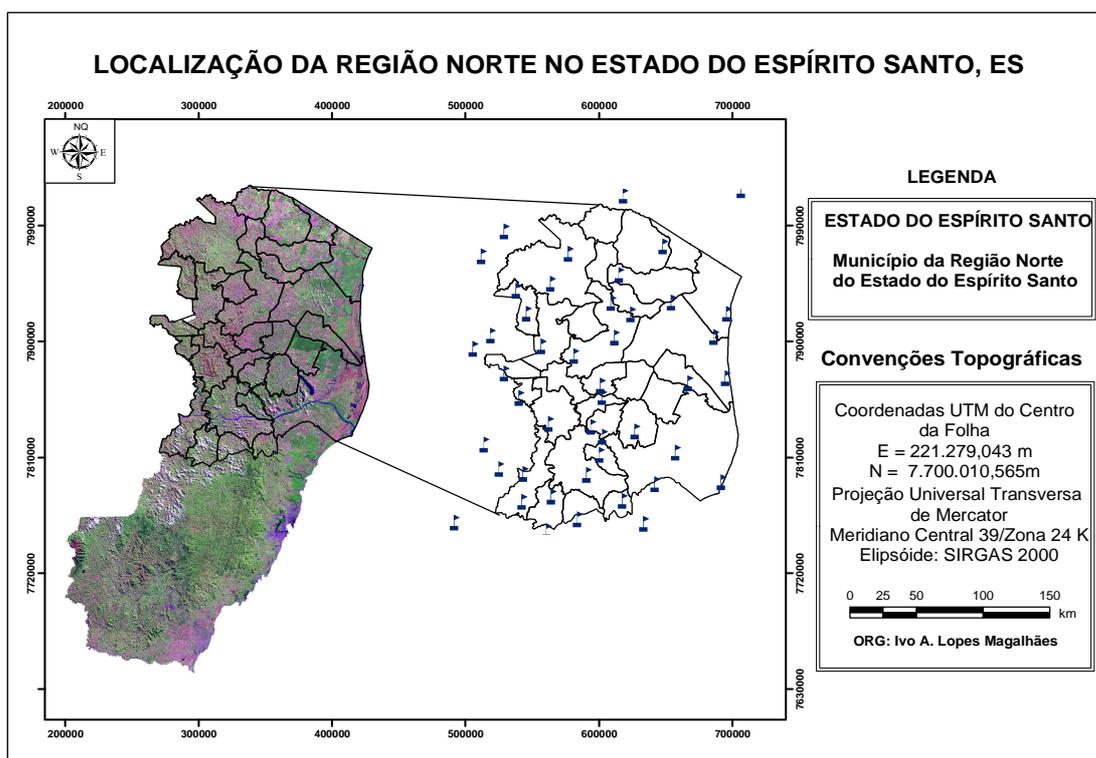


Figura 1. Localização da área de estudo no estado do Espírito Santo e estações pluviométricas utilizadas

A princípio, foram estruturadas séries históricas de precipitação total anual para cada estação pluviométrica, e, a partir destas, extraíram-se valores médios para posterior análise espacial e interpolação dos dados conforme proposto por Santos, Griebeler e Oliveira (2011).

As séries históricas de precipitação correspondem ao período de 1975 a 2004, totalizando 30 anos de análise. Obteve-se o banco de dados de precipitação junto a Agência Nacional de Águas – ANA, por meio do Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWEB).

Utilizou-se dados de precipitação anual de 54 postos pluviométricos, sendo 40 situados dentro do território do Espírito Santo e 14 pertencentes a estados vizinhos. A inclusão na metodologia de dados pluviométricos inerentes alguns postos pluviométricos de áreas situadas fora dos limites da região objeto de estudo, deve-se ao fato de que conforme Silva et al. (2011) este procedimento minimiza o efeito de borda no processo de interpolação.

As técnicas de interpolação Inverso da Distância Ponderada (IDW), Krigagem, Spline e Trend foram realizados por meio das precipitações médias anuais das séries históricas, para tanto utilizou-se o aplicativo computacional ArcGis 10.0.

De posse dos dados interpolados, procedeu-se avaliação dos interpoladores por meio dos índices estatísticos: Erro Quadrado Médio (EQM) e índice de concordância (d), onde o menor valor de EQM consagrará um bom espacializador da precipitação média anual de precipitação para a região em estudo, sendo expresso conforme a Equação 1.

$$EQM = \sum \frac{(E - O)^2}{n} \quad (1)$$

Em que:

EQM= erro quadrado médio;

E= valor estimado pelo método de Interpolação;

O= valor observado;

n = número de observações.

O cálculo do índice de concordância (d) possibilitou proceder à aproximação dos valores de precipitação obtidos pelos interpoladores, em comparação aos valores reais da precipitação média (mm. Ano⁻¹) para a série histórica analisada (SILVA, LIMA e BOTTEGA, 2011). Os valores do Índice de concordância variam de zero (não existe concordância) a “um” (concordância perfeita). A equação disposta abaixo é utilizada para obter o valor de (d):

$$d = 1 - \frac{\sum(O_i - E_i)^2}{\sum[(E_i - O) + (O_i - O)]^2} \quad (2)$$

Em que:

d= índice de concordância;

O_i = valor observado;

E_i = valor estimado pelo método de Interpolação;

O= média do valor observado;

n = número de observações.

Após efetuar as interpolações para os dados pluviométricos das 54 estações consideradas inicialmente e auferir os índices estatísticos, extraiu-se os dados de precipitação de 5 postos pluviométricos. O objetivo da retirada destes pontos foi testar o comportamento dos quatro interpoladores para uma densidade menor de postos.

Elaborou-se os mapas de interpolação com os dados dos 49 postos restantes para cada um dos métodos analisados, visando comparar estes mapas com os obtidos para 54 pontos. Não foram calculados índices estatísticos para os valores interpolados com 49 pontos, procedeu-se apenas uma análise visual dos mapas gerados.

As avaliações dos resultados interpolados foram efetuadas nos pontos onde há a presença de estações pluviométricas, para assim verificar a acurácia de cada interpolador.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

A técnica Inversa da Distância Ponderada (IDW) foi o mais eficiente para a interpolação espacial da precipitação anual na região norte do Espírito Santo, uma vez que apresentou o menor valor para o índice estatístico Erro Quadrado Médio e um excelente índice de concordância (d). O valor do índice de concordância obtido por este método foi aproximado de 1, (Tabela 1), uma vez que Silva, Lima e Bottega (2011) advertem que um índice de concordância com valor 1 indica uma concordância perfeita entre os dados interpolados.

Tabela 1. Comparação entre os Métodos de Interpolação.

Interpoladores	EQM	d	Precipitação Média em mm
Precipitação real Média*	—	—	1.163,773
IDW	0,0007926	0,9999	1163,765
Krigagem Esférica	1682,4911	0,9760	1163,090
Spline	0,0056453	0,9999	1163,752
Trend	16324,0347	0,5440	1174,311

Nota: * Precipitação real média obtida pela média aritmética da série histórica mensal de dados de precipitação pluvial correspondente ao período de 1975 a 2004; EQM é o Erro Quadrado Médio; (d) índice de concordância.

Analisando a interpolação da precipitação pluvial na bacia hidrográfica do rio Itapemirim na região Sul do Espírito Santo, GARDIMAN JUNIOR et al. (2012) observaram o desempenho da Krigagem esférica muito próximo ao do IDW, verificado em sua pesquisa um bom desempenho para estes dois métodos, contudo este comportamento não foi observado neste presente trabalho, uma vez que no mesmo o desempenho da Krigagem foi inferior ao do método IDW.

A Krigagem é considerada por Silva et al. (2011) como um método padrão para interpolação de precipitação pluvial, geralmente apresentando índices estatístico satisfatórios, este comportamento foi verificado no presente trabalho em relação a o índice de concordância, no entanto os valores inerentes ao Erro Quadrado Médio foram altos quando comparados aos dois métodos com melhor desempenho para área de

estudo (IDW e Spline). Os dados de precipitações pluviométricas para o Norte do Espírito Santo, interpolados pelos métodos Krigagem, IDW, Spline e Trend estão detalhados conforme a Figuras 2.

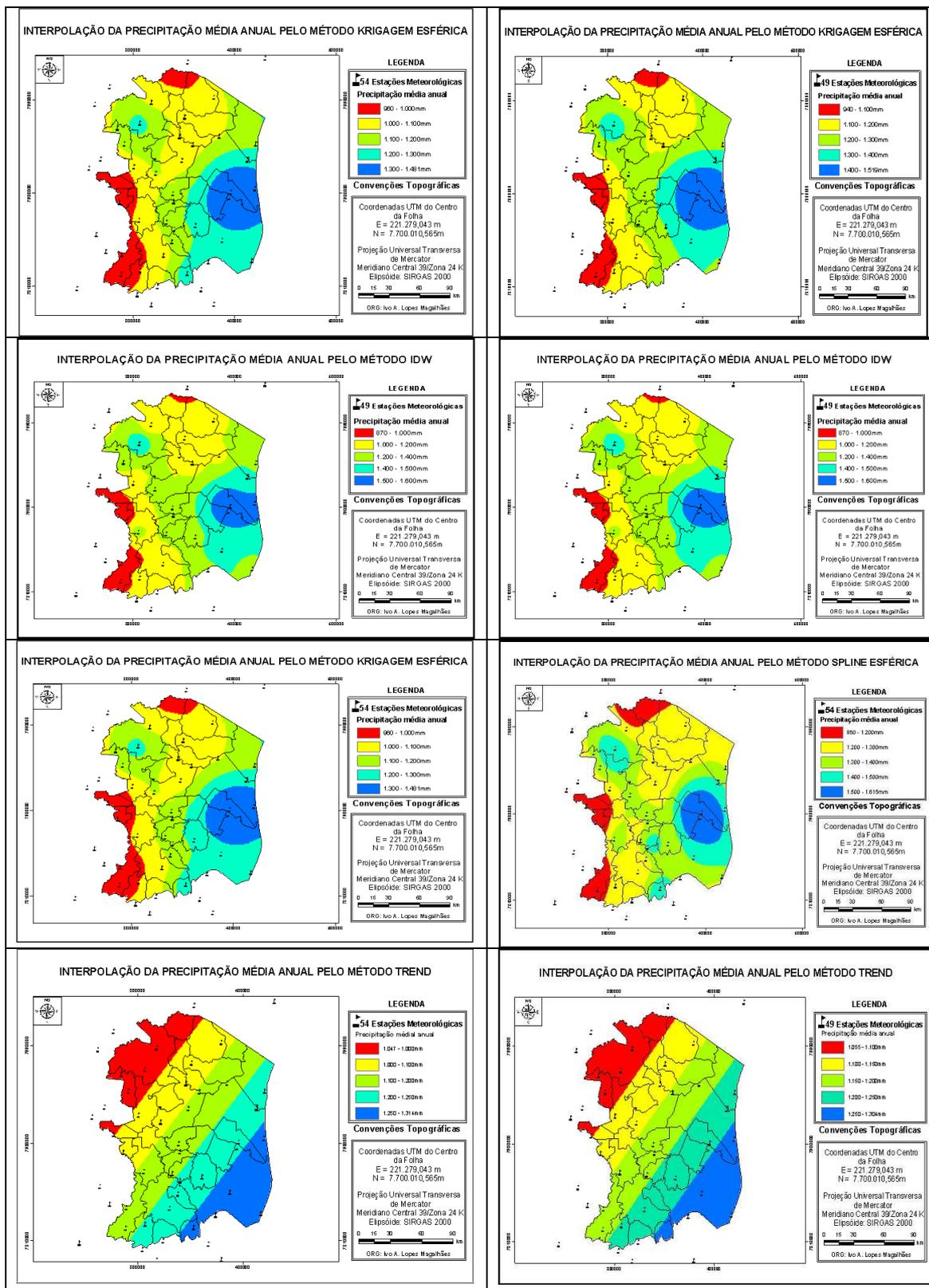


Figura 2: Comparação da interpolação da precipitação pluvial média anual do período de 1975 a 2004 pelos métodos: Krigagem Esférica, Inverso quadrado da distância (IDW), Spline e Trend.

O interpolador Spline mostrou-se satisfatório para interpolação espacial da precipitação anual, com um índice de concordância igual ao obtido pelo método de melhor desempenho, o IDW, e um erro quadrado médio bem reduzido. Já o método Trend apresentou um alto Erro Quadrado Médio e um índice de concordância bem aquém do obtido pelos demais interpoladores.

O que indica que para região norte do Espírito Santo, nos pontos onde existem estações pluviométricas, este método não é indicado para interpolar a precipitação. Estudos demonstram que a baixa eficiência deste método de interpolação não se restringe a espacialização da precipitação no norte do Espírito Santo. Teixeira e Cristofolletti (1997) afirmam que o Trend é um interpolador global em que as premissas extraídas a partir do modelo raramente são alcançadas na prática, devido, principalmente, aos efeitos causados por modificações abruptas no comportamento da superfície.

Como pode ser visualizada na comparação entre os mapas interpolados por meio de dados de 54 e com 49 estações, a utilização de um número maior de estações representou uma melhor representação da situação pluviométrica da região, uma vez, que os mapas gerados com a presença de todas as estações, apresentaram maior homogeneidade na representação espacial da chuva média anual. De acordo com GARDIMAN JUNIOR et al (2012) esta superioridade na homogeneidade nos mapas que contém todas as estações, deve-se ao fato do interpolador possuir um maior conjunto de dados para espacializar.

Sobre esta temática Akkala et al. (2010) afirma que a distribuição espacial dos dados observados, a presença de descontinuidades significativas e a densidade de postos na área interpolada pode vir a interferir nos resultados de precipitação obtidos pelos métodos de interpolação.

Diante das prerrogativas supracitadas pode-se inferir que a extração de 5 postos pluviométricos aleatoriamente acarreta no surgimento de descontinuidades e diminui a densidade de postos, o que leva os interpoladores a sub ou superestimar a precipitação pluvial nestes pontos.

4.CONCLUSÕES

Nas condições em que o estudo foi realizado, a análise dos resultados permitiu-se apresentar as seguintes conclusões:

O interpolador Inverso do Quadrado da Potência (IDW) obteve o menor Erro Quadrado Médio (EQM) e um índice de concordância mais próximo da unidade, seguido por Spline, Krigagem Esférica, e por último Trend.

A técnica de interpolação IDW e Spline obtiveram resultados mais consistentes, com isso apresentaram como a técnica mais eficiência para espacialização da precipitação média anual na região Norte do Espírito Santo.

A interpolação pela técnica Trend obteve-se resultados insatisfatório em relação às outras técnicas de interpolação, sendo assim não se aconselha utilizá-lo como interpolador da precipitação média anual na região do Norte Espírito Santense.

A extração das cinco estações pluviométricas interferiu na homogeneidade da representação espacial da chuva média anual, a diminuição dos dados a ser especializado justificou este comportamento observado.

5.REFERÊNCIAS

- Akkala, A.; Devabhaktuni, V. A.; Kumarb A. Interpolation techniques and associated software for environmental data. 2 ed. **Environmental Progress and Sustainable Energy**, v. 29, p. 134-141, 2010.
- Assis, R L. **Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia**. Campinas, 2005. Disponível em: <[www.ipea.gov.br/sites/000/2/publicacoes/...15/09_dese nvrural.pdf](http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/publicacoes/...15/09_dese%20nvrural.pdf)>. Acesso em 19 mar 2012.
- Gallardo, A. Geostatística. **Ecosistemas**, Mósteles, v. 15, n. 3, p. 1-11, 2006.
- Gardiman Junior, B. S.; Magalhães, I. A. L.; Freitas, C. C. A. Cecílio, R. A. Análise de técnicas de interpolação para espacialização da precipitação pluvial na bacia do rio Itapemirim (ES). **Revista Ambiência**. V. 8, n.1 p. 61- 71, 2012
- Lennon, J. J.; Turner, J. R. G. Predicting the spatial distribution of climate: temperature in Great Britain. **Journal of Animal Ecology**, v. 64, n.3, 670-392, 1995.
- MDA. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Dados territoriais da região Norte do Espírito Santo**. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/portal/>>. Acesso em: 20 de mar 2012.
- Santos, E H. M; Griebeler, N. P.; Oliveira, L. F. C. Variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial na bacia hidrográfica do Ribeirão João Leite-GO. **Engenharia Agricola**. v.31, n.1, p.78-89, 2011.
- Silva, K. R.; Cecílio, R A.; Xavier, A. C.; Pezzopane, J. R. M.; Garcia, G. O. Interpolação Espacial da Precipitação no Estado do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, p.417-427, 2011.
- Silva, S. A.; Lima, J. S. S.; Bottega. E. L. Variabilidade espacial da precipitação pluviométrica para o Estado do Espírito Santo utilizando métodos multivariados. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p.703-709, 2011.
- Teixeira, A. A.; Christofolletti, A. **Dicionário Ilustrado: Sistema de Informações Geográficas**. São Paulo – SP: HUCITEC, 1997. 244 p.