

ESTUDO DOS MESES DE MÁXIMA E MÍNIMA DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DE ALAGOAS

¹Henderson S. Wanderley, ²Ricardo F. Carlos de Amorim, ³Frede de O. Carvalho, ⁴André Luiz de Carvalho

¹⁴Discentes do Prog. de Pós-Graduação em Meteorologia do Inst. de Ciências Atmosféricas da Univ. Fed. de Alagoas, Maceió - Al, Bra.

Fone: +55 0XX 82 3214-1366 e-mail: henderson@ccen.ufal.br.

²Profº Dr. Instituto de Ciências Atmosféricas da Univ. Fed. de Alagoas, Maceió-Al, Bra.

³Profº Dr. Unidade Acadêmica de Tecnologia da Univ. Fed. de Alagoas, Maceió-Al, Bra.

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções - Belo Horizonte, MG.

RESUMO: Nos trópicos as precipitações determinam as chamadas estações seca e chuvosas e o conhecimento de sua variabilidade torna-se fundamental para obtenção dos padrões definidores do regime climatológicos de uma região. O objetivo deste trabalho consiste em utilizar a Geoestatística no estudo da variabilidade espacial de dados pluviométricos para Estado de Alagoas nos meses de máxima e mínima precipitação. Mediante a análise da dependência espacial por meio de variograma isotrópicos, com a interpolação dos dados através da técnica de Krigagem Ordinária para duas dimensões (KO2D). Foram selecionados dados de 63 estações da Agência Nacional de Águas (ANA), para período compreendido entre os anos de 1963 a 1989. Os métodos geoestatísticos apresentaram resultados condizentes com as características pluviométricas da região.

PALAVRA-CHAVE: Variabilidade Espacial, Geoestatística, Krigagem Ordinária.

STUDY OF MONTHS OF VARIABILITY RAINFALL MAXIMUM AND MINIMUM IN THE ALAGOAS STATE

ABSTRACT: In the tropics the precipitation determines the calls dry and rainy seasons and knowledge of its variability becomes crucial to achieving the standards defining the cycle climatologic of region. It was aimed with this paper to investigate the uses of geostatistic in the study of the space variability of pluviometrics data for Alagoas State in the months of rainfall maximum and minimum. Through the analysis of dependence space through isotropic variograma, with the interpolation of data using the of Kriging Ordinary technique in two dimensions (KO2D). We selected data from 63 stations of the Agência Nacional de Águas (ANA) for period between the years 1963 to 1989. The methods geostatistics presented suitable results with the pluviometrics characteristics of the region.

KEYWORD: Space Variability, Geoestatistic, Ordinary Kriging.

INTRODUÇÃO: As regiões tropicais são marcadas por apresentares uma grande variabilidade quanto à distribuição dos regimes pluviométricos. E o conhecimento dessa variabilidade tanto espacial quanto temporal torna-se fundamental para obtenção dos padrões definidores dos regimes hidrológicos e climatológicos desta região. Deste modo, surge a necessidade de se obter informações em lugares de difícil acesso. Onde em certas condições, torna-se praticamente impossível montar uma estação de superfície ou fazer qualquer outro tipo de coleta de dados sem a necessidade de visitar o local. Além disso, os registros de varias

estações apresentam falhas, as quais dificultam o processo de estimação. Szolgay et al. (2009) apresentam a krigagem como sendo um dos mais importantes métodos geoestatísticos de interpolação de dados, a qual gera mapas da distribuição espacial da variável em estudo. Esse método de interpolação é precedido da utilização do variograma, que expressa a dependência entre as amostras. Havendo a dependência espacial, se utiliza a Krigagem. A krigagem quando comparada com outros métodos de interpolação vêm demonstrando resultados mais satisfatórios do que outros métodos. Bucene e Zimback (2003), Jakob e Young (2006) compararam a krigagem com outros métodos de interpolação e concluíram que a krigagem oferece uma melhor estimativa dos parâmetros nos locais onde não se tinha informações. Desta forma, o objetivo deste trabalho consiste em utilizar a Geoestatísticas no estudo da variabilidade espacial de dados pluviométricos para Estado de Alagoas nos meses de máxima e mínima precipitação. Mediante a análise da dependência espacial por meio de variograma isotrópicos, com a interpolação dos dados através da técnica de Krigagem Ordinária para duas dimensões (KO2D).

MATERIAIS E MÉTODOS: Localizado no leste da região do Nordeste Brasileiro (NEB), o Estado de Alagoas conta ao todo com 102 municípios em uma área de 27.933,1 km². Sua localização está compreendida entre as coordenadas de 35° 8'W e 38° 15'W de latitude e 8° 45'S e 10° 30'S de longitude. Para o estudo, foram utilizadas médias mensais dos meses de maio e novembro, meses que apresentam a máxima e mínima distribuição da precipitação para o Estado, respectivamente, com a utilização de 63 estações pluviométricas, espacialmente distribuídas por todas as micro-regiões do Estado, entre os anos de 1965 a 1980, provenientes do banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA). Os mapas de precipitação foram elaborados pelo programa Easykrig 3.0, em ambiente Matlab, o qual desempenha os cálculos geoestatísticos. A geoestatística é definida como sendo um conjunto de técnicas que estima valores regionalizados e espacializados de variáveis ou elementos de uma determinada área a ser estudada. O traço marcante das características da geoestatística é o uso do variograma, o qual permite através de técnicas simples definir um modelo estrutural de correlação espacial de uma variável. O variograma é a ferramenta básica para o procedimento de interpolação através do método de Krigagem, pois permite uma representação quantitativa da variação de um fenômeno regionalizado no espaço e no tempo, sendo neste trabalho testado os variogramas do tipo esférico, exponencial e gaussiano. Segundo Bargaoui et al. (2009), o variograma expressa a dependência espacial através da medida da variância dos valores amostrais em todos os pontos, o qual é definido como a esperança matemática do quadrado da diferença entre os valores de pontos no espaço, separados pelo vetor distância h , definido pela equação-1.

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

onde, $N(h)$ = número de pares de valores amostrados $[Z(x_i) - Z(x_i+h)]$ separados pelo vetor h .

A krigagem usa informações obtidas no variograma para encontrar os pesos a serem associados às amostras com valores desconhecidos. A krigagem é derivado do nome Daniel G. Krige, que foi o pioneiro a introduzir o uso de médias móveis para evitar a superestimação sistemática de reservas de mineração. A krigagem é um conjunto de técnicas de regressão linear generalizadas para minimizar uma variância de estimação a partir de um modelo de covariância. Essa ferramenta reúne diversos tipos de métodos de estimação, como: krigagem simples, krigagem ordinária, krigagem universal, e cokrigagem. As estimativas por Krigagem Ordinária assumem que a média é constante, mas desconhecidas dos dados

disponíveis. A vantagem teórica principal é que os dados usados descrevem o grau de influência e da forma da dependência espacial modelada usado atribuir pesos às observações, visto que, os pesos são atribuídos arbitrariamente, segundo Llyud (2005). (Eq-2). A correlação espacial entre os pontos de medida pode ser quantificada por meio da função de variância (Eq-3).

$$Z(x_i)=f(x_i) + e(x_i), \quad i=1, 2, \dots, n \quad (2)$$

onde, $f(x_i)$ = função aleatória F num ponto x_i ; $e(x_i)$ são realizações médias de zero e erros.

$$\gamma(x, h) = \frac{1}{2} \text{var}[F(x) - F(x + h)] \quad (3)$$

onde, assumimos que h é a distância euclidiana entre dois pontos e que a tendência é constante, e $y(x, h)$ são independente de x . Uma função paramétrica é usada para modelar a variância para valores diferentes de h .

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A média mensal da distribuição da precipitação para o Estado de Alagoas pode ser vista na Figura-1. Alagoas apresenta duas quadras significativas para a compreensão no estudo da precipitação. Uma de máxima precipitação compreendida entres os meses de abril a julho, sendo o mês de maio o mês que apresenta os maiores totais pluviométricos, com média de 200mm. E outra que apresenta os menores índices pluviométricos, compreendida entre os meses de outubro a janeiro, destes, o mês de novembro apresenta precipitação inferior a 40mm. Nôs cálculos dos variogramas experimental observa-se que os três modelos teóricos escolhidos, esférico, exponencial e gaussiano, obtiveram bons ajustes. Entretanto, o modelo esférico demonstrou um melhor ajunte para ambos os meses testados.

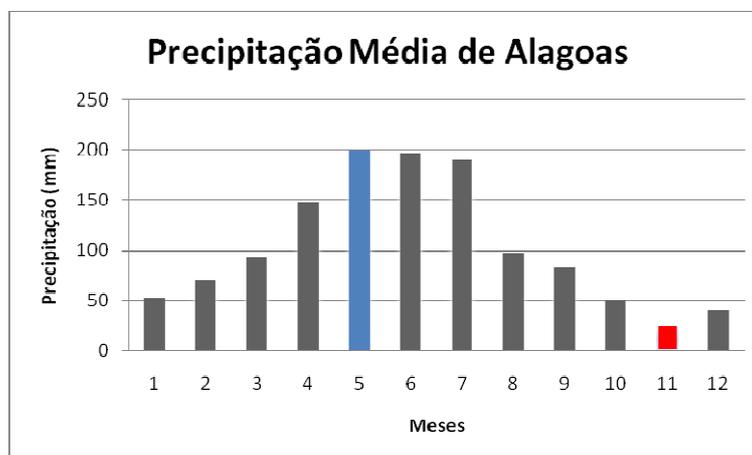


Figura 1 - Média Mensal da Precipitação no Estado de Alagoas.

A variabilidade interanual da distribuição de chuvas sobre o Nordeste Brasileiro (NEB), em escala espacial e/ou temporal, está intimamente relacionada com as mudanças nas configurações de circulação atmosférica de grande escala e com a interação oceano-atmosfera no Pacífico e no Atlântico. Segundo Molion e Bernardo (2002), as precipitações estão diretamente relacionadas com a convecção local. Esta é caracterizada por movimentos ascendentes de ar úmido, resultante da ocorrência de pressões atmosféricas mais baixas, junto à superfície terrestre, seja em consequência do aquecimento do ar em contato com essa superfície, seja pela ação de fenômenos transientes, de caráter puramente dinâmico, como sistemas frontais, ou frentes frias, e perturbações ondulatórias no campo dos ventos. Os

maiores índices de chuvas observados na costa leste do nordeste, entre os meses de abril a julho, em sua maioria, são decorrentes da interação do sistema oceano-atmosfera, associada à convergência de umidade dos Alísios e das brisas, podendo ocorrer neste período, até 60% da chuva anual. A Figura-2 mostra a distribuição da precipitação para o mês de maio, na qual pode ser observada que os maiores valores da precipitação estão localizados na região do litoral alagoano. A pluviometria sofre uma significativa redução ao dentar no continente com uma variação, que pode até chegar a 200mm, no sertão e sertão do São Francisco.

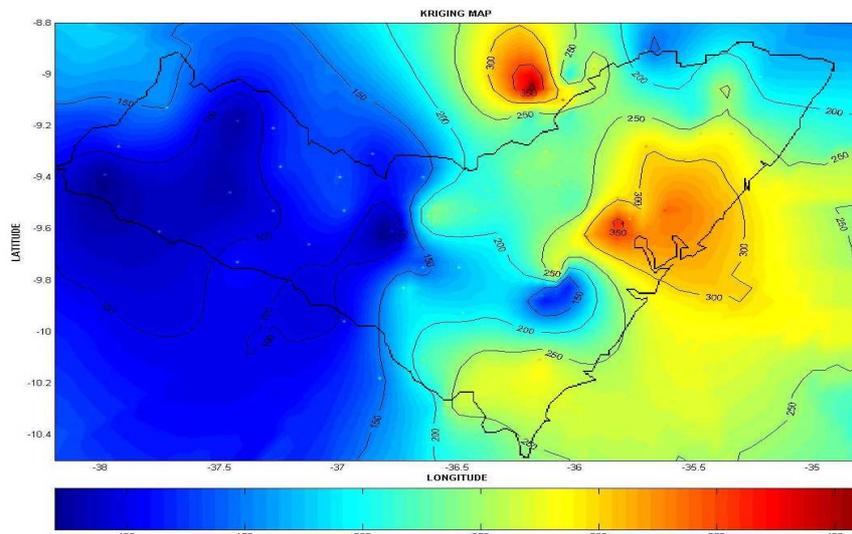


Figura 2- Média Mensal da Precipitação para o Mês de Maio no Estado de Alagoas.

A Figura-3 mostra para o mês de novembro como é a distribuição da precipitação em Alagoas. Os maiores índices de precipitação, para este mês, são observados no nordeste do Estado, chegando a valores acima de 70mm. As demais localidades do Estado demonstram precipitação inferior a 30mm, sendo o agreste e o sertão as regiões mais prejudicadas. Fica evidente que para alguns meses no ano, no período seco no Estado de Alagoas, ocorre um déficit de precipitação, o que pode ocasionar perdas agrárias expressivas para o Estado. Entretanto, Alagoas apresenta épocas com grandes potências para a agricultura.

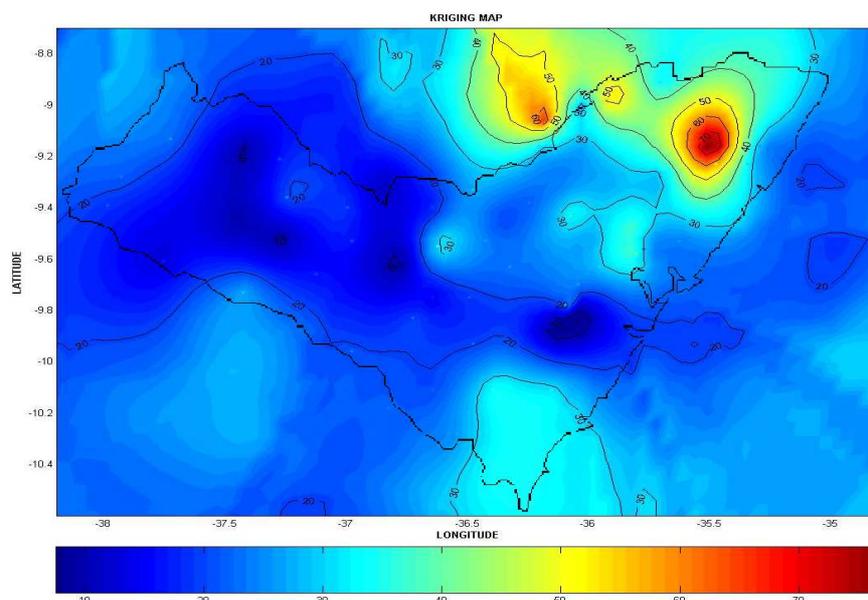


Figura 3- Média Mensal da Precipitação para o Mês de Novembro no Estado de Alagoas.

CONCLUSÕES: A utilização da geoestatística com a análise variográfica mostrou que as características estruturais estudadas da precipitação estão correlacionadas e apresentam forte dependência espacial. O modelo esférico apresentou resultados satisfatórios quanto à estimação demonstrando um melhor ajuste aos dados de precipitação. A estimativa da precipitação obtida pelo método de interpolação, Krigagem Ordinária em duas dimensões, apresentou bons resultados, estando condizentes com as características climatológicas locais da região, tanto na distribuição espacial quanto sazonal da precipitação. A distribuição espacial da precipitação apresentou grande variabilidade para ambos os meses estudados, com variação de aproximadamente de 300mm nos totais pluviométricos mensais, quando comparando a pluviometria entre os meses de maio e novembro. O mês de maio apresenta os maiores totais de precipitação na região litorânea, já em novembro, a máxima está localizada no norte do Estado. Para uma análise mais completa da distribuição da precipitação no Estado de Alagoas, a influência da temperatura do oceano Atlântico e a topografia local, devem ser estudadas.

AGRADECIMENTO: Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas – FAPEAL, pelo auxílio financeiro, bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARGAOUI; Z. K., CHEBBI; A. Comparison of two kriging interpolation methods applied to spatiotemporal rainfall. *Journal of Hydrology, Volume 365, Issues 1-2, 15 February 2009, Pages 56-73.*

BUCENE, L. C.; ZIMBACK, C. R. L. **Comparação de métodos de interpolação e análise especial em dados de pH, em Butucatu-SP.** Irriga, Butucatu, v. 8, n. 1, p. 21-28, jan-abr, 2003.

JAKOB, A. A. E.; YOUNG, A. F. **O uso de métodos de interpolação espacial de dados nas análises sociodemográficas.** XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, realizado em Caxambu –MG – Brasil, de 18 a 22 de setembro de 2006.

LLUYD, C. D. **Assessing the effect of integrating elevation data into the estimation of monthly precipitation in Great Britain.** *Journal of Hydrology. Volume 308, Issues 1-4 , 12 July 2005, Pages 128-150.*

MOLION, L. C. B. e BERNARDO, S. O. **Uma revisão das dinâmicas das chuvas no Nordeste Brasileiro.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 17, n.1, 1-10. 2002.

SZOLGAY; J., PARAJKA; J., KOHNOVÁ; S., K. HLAVCOVÁ; K. **Comparison of mapping approaches of design annual maximum daily precipitation.** *Atmospheric Research, Volume 92, Issue 3, May 2009, Pages 289-307.*