

INTERPOLAÇÃO DA TEMPERATURA PELO MÉTODO DE KRIGAGEM PARA O ESTADO DE ALAGOAS

¹Henderson S. Wanderley, ¹Ronabson Cardoso Fernandes, ²Ricardo F. Carlos de Amorim, ³Frede de O. Carvalho

¹²Discentes do Prog. de Pós-Graduação em Meteorologia do Inst. de Ciências Atmosféricas da Univ. Fed. de Alagoas, Maceió - Al, Bra. Fone: +55 0XX 82 33214-1366 e-mail: henderson@ccen.ufal.br

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

³Prof^o 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: A compreensão da distribuição espacial da temperatura é fundamental para o entendimento dos processos físicos envolvidos nos fenômenos meteorológicos e na agricultura. Desta forma, o objetivo deste trabalho consiste em utilizar a geoestatística no estudo da variabilidade espacial de dados de temperaturas extremas para Estado de Alagoas nos meses de máxima e mínima temperatura. 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). Para a interpolação, foram utilizados dados de temperatura máximas mensais para os meses de fevereiro e agosto. Para a interpolação foram utilizadas 62 estações com dados de temperaturas, distribuídas por todas as micro-regiões do Estado, entre os anos de 1961 a 1990.

Palavras-chave: Temperatura Máxima, Geoestatística, Krigagem Ordinária.

INTERPOLATION OF TEMPERATURE USED KRIGING TECHNIQUE IN THE ALAGOAS STATE

ABSTRACT: Understanding the distribution spatial of temperature is crucial for understanding the physical processes involved in weather phenomena and in agriculture. Thus, the objective of this work is to use the geostatistical study of the spatial variability of data from extreme temperatures to State of Alagoas in the months of temperature maximum and minimum. Through the analysis of spatial dependence through variogram isotropic, with the interpolation of data using the technique of ordinary kriging in two dimensions (KO2D). For interpolation, we used data of monthly maximum temperature for the months of February and August. Interpolation was used for the 62 stations with temperature data, distributed by all micro-regions of the state, between the years 1961 to 1990.

Keyword: Maximum temperature, Geoestatistic, Ordinary Kriging.

INTRODUÇÃO: A literatura apresenta uma infinidade métodos que são usados na tentativa de se estimar a distribuição da precipitação. Isto é uma questão importante, especialmente para as bacias hidrográficas situadas em áreas remotas. No entanto, o mesmo não é

observado na tentativa de se estimar a distribuição de dados de temperatura. Em sua maioria, isso se deve ao fato da variabilidade da temperatura não ter a mesma variabilidade do que a da precipitação, mas sua compreensão é fundamental para o entendimento dos processos físicos envolvidos nos fenômenos meteorológicos e na agricultura. Coulibaly e Evora (2007) destacam a utilização de métodos geoestatísticos, os quais tem sido propostos para preenchimento de registros ausentes de precipitação diária e de temperaturas extremas, para localidades que não apresentam registros dessas variáveis. Segundo Szolgay et al. (2009), a krigagem é um dos mais importantes métodos geoestatísticos de interpolação de dados, a qual gera mapas da distribuição espacial da variável em estudo. A krigagem quando comparada com outros métodos de interpolação veem demonstrando resultados mais satisfatórios como: o método do quadrado do inverso da distância, polinômio local e global, função de base radial; oferece melhor estimativa dos parâmetros nos locais onde esses não foram amostrados, com uma boa distribuição e continuidade, Oliveira et al. (2006), Jakob e Young (2006). Desta forma, o objetivo deste trabalho consiste em utilizar a geoestatísticas no estudo da variabilidade espacial de dados de temperaturas extremas para Estado de Alagoas nos meses de máxima e mínima temperatura. 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 estar 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 a interpolação, foram utilizados dados de temperatura máximas mensais para os meses de fevereiro e agosto, meses que apresentam os máxima e mínima valores de temperaturas para o Estado, respectivamente. Foram utilizadas de 62 estações com dados de temperaturas, distribuídas por todas as micro-regiões do Estado, entre os anos de 1961 a 1990. Os mapas de temperaturas foram elaborados pelo programa Easykrig 3.0, em ambiente Matlab, o qual desempenha os cálculos geoestatísticos, e a utilização da análise vaiográfica, dos modelos esférico, exponencial e gaussiano. Para a interpolação a krigagem usa informações a partir do variograma para encontrar os pesos ótimos a serem associados às amostras com valores conhecidos que irão estimar pontos desconhecidos. A krigagem pode ser entendida como uma série de técnicas de análise de regressão que procura minimizar a variância estimada a partir de um modelo prévio, que leva em conta a dependência estocástica entre os dados distribuídos no espaço. Os três tipos de krigagem mais conhecidos são: Krigagem Simples, Krigagem Ordinária e Krigagem Universal. A Krigagem Ordinária foi escolhida porque suas estimativas são médias tornadas por peso dos dados disponíveis. Segundo Lluyd (2005) 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, como mostra a equação-1. A correlação espacial entre os pontos de medida pode ser quantificada por meio da função de variância pela equação-2.

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

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

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

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: O relevo é um dos fatores que caracterizam o clima de uma região, pois o mesmo influencia na diminuição da temperatura do ar, como também, na distribuição da precipitação. Deste modo, para estudos de territórios que apresentam diferenças significativas de altitudes, essa influencia tem de ser considerada. O Estado de Alagoas é marcado por apresentar regiões de relevo bastante acentuado, como as microrregiões Serras do Sertão São Francisco e dos Quilombos, bem como o município de Palmeiras dos Índios. Essas localidades apresentam um relevo com altitude acima de 400m, chegando a 600m. A região litorânea do Estado e a região banhada pelo rio São Francisco, estão localizadas nas regiões mais baixas de Alagoas, com valores inferiores a 200m, Figura 1.

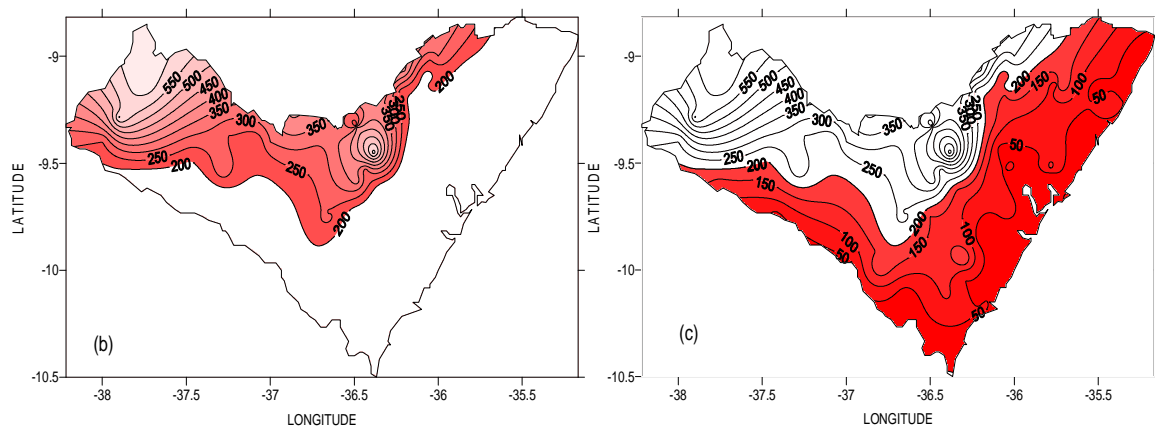


Figura 1 – Elevação territorial de Alagoas (a), área superior a 200 m (b) e inferior a 200m.

As regiões mais frias localizadas no Estado de Alagoas estão localizadas na região litorânea, e em regiões com maiores elevações de terrenos. Enquanto que o sertão alagoano apresenta-se com alto índices de temperatura. Nada mais natural nesta afirmação, onde devido a influencia do litoral, provocaria temperaturas mais baixas. Mas devido a influencia da topografia, a distribuição espacial da temperatura não apresenta uma distribuição clássica para a Região Nordeste do Brasil, principalmente para os meses de menor temperatura. A distribuição espacial da temperatura máxima para o mês de fevereiro, mês que apresenta os maiores valores de temperatura, pode ser vista na Figura 2, a qual mostra que uma amplitude térmica entre as regiões litorâneas e sertanejas é de 3°C. O litoral, a zona da mata e o agreste alagoano apresenta temperatura em torno de 32°C. Ao adentra no continente a região do sertão a temperatura sofre um pequeno acréscimo de cerca de 2 a 3°C. O mês de agosto, mês com os menores valores de temperatura, apresenta um amplitude térmica maior do que o mês de fevereiro, cerca de 6°C. Neste mês, fica evidente a influencia da topografia da distribuição da temperatura, Figura 3. As regiões mais elevadas apresentam os menores índices de temperatura. Em agosto, a diferença de temperatura entre o litoral e o sertão não chega a ser significativa, tendo em vista que a resposta do sistema terra-atmosfera, ao inverno no hemisfério sul, provoca com certo atraso nos menores índices de temperatura. Deste modo, quantidade de energia para aquecer o ar se torna menor neste mês. O mesmo acontecendo com fevereiro, que devido a resposta ao verão no hemisfério sul, apresenta os maiores índices de temperatura.

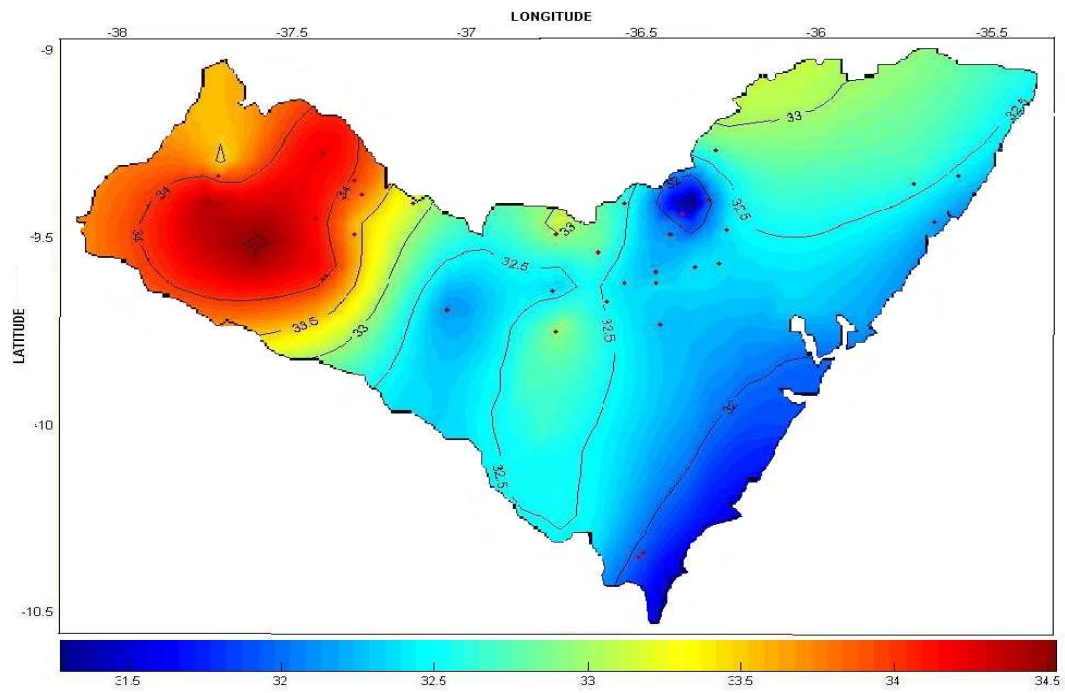


Figura 2 - Temperatura Máxima observada para o mês de Fevereiro no Estado de Alagoas.

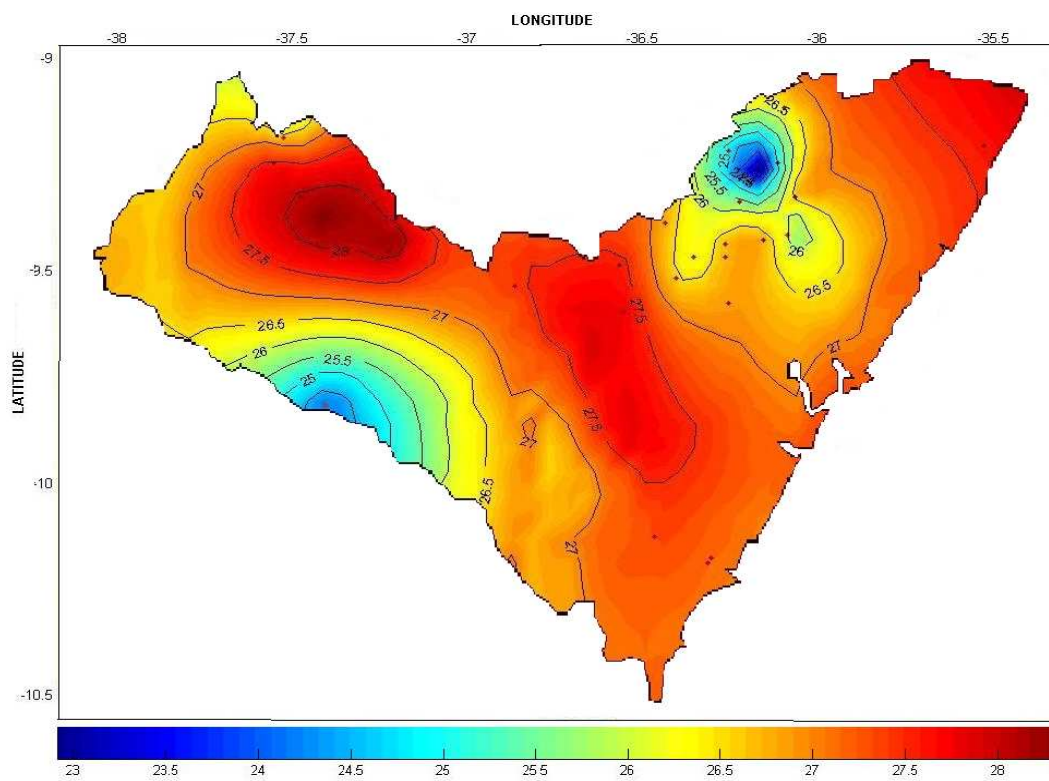


Figura 3 - Temperatura Máxima observada para o mês de Agosto no Estado de Alagoas.

CONCLUSÕES: A utilização da geoestatística com a análise variográfica mostrou que as características estruturais estudadas da temperatura estão correlacionadas e apresentam forte dependência espacial. O modelo esférico apresentou resultados satisfatórios quanto à estimação demonstrando um melhor ajuste aos dados de temperatura. A estimativa da temperatura 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 temperatura. A distribuição espacial da temperatura apresentou grande variabilidade para ambos os meses estudados, com variação de aproximadamente de 10°C na distribuição mensal da temperatura, quando comparando os índices entre os meses de fevereiro e agosto. O mês de fevereiro apresenta os maiores valores de temperatura para a região do sertão, com uma variação de 2°C entre o sertão e a região litorânea. Em agosto, observou-se uma amplitude térmica maior do que o mês de fevereiro.

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COULIBALY; P., EVORA; N. D. **Comparison of neural network methods for infilling missing daily weather records.** Journal of Hydrology, Volume 341, Issues 1-2, 20 July 2007, Pages 27-41.

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.

OLIVEIRA, L. G. L. de; PEREIRA, G. ; CAMARGO, F. F.; GUERRA, J. B. **Comparação entre o Método de Interpolação Linear e o Método Estatístico de krigagem para a Geração de Mapas de Ilhas de Calor Através de Sistemas de Informações Geográficas.** Anais – III Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aracaju/SE, 25 a 27 de outubro de 2006.

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.