

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA UMIDADE RELATIVA DO AR NO ESTADO DA BAHIA

Caique Carvalho Medauar¹, Ícaro Monteiro Galvão², Alberto Mario Arroyo Avilez³, Samuel de Assis Silva⁴

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o variabilidade espaço-temporal da umidade relativa do ar no Estado da Bahia. As análises foram realizadas, levando-se em conta os valores médios de cada mês das séries históricas. Os dados foram submetidos a análise estatística descritiva e geoestatística para verificar a existência e quantificar a dependência espacial entre valores. Comprovada a dependência espacial, construiu-se mapas entre meses subsequentes para avaliar a diferença espacial. Observou-se dependência espacial em todos os meses de avaliação. A aplicação da ferramenta geoestatística possibilitou a geração de mapas temáticos com base na distribuição espacial da UR, identificando onde houve maior e menor variabilidade temporal entre meses subsequentes para o estado da Bahia.

PALAVRAS-CHAVE: climatologia, geoestatística, mapas temáticos

SPATIO-TEMPORAL VARIABILITY OF RELATIVE AIR HUMIDITY IN THE STATE OF BAHIA

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the spatio-temporal variability of the relative humidity in the State of Bahia. The analyzes were carried out, taking into account the average values of each month of the historical series. The data were subjected to descriptive and geostatistical statistical analysis to verify the existence and quantify the spatial dependence between values. Proving the spatial dependence, maps were constructed between subsequent months to assess the spatial difference. Spatial dependence was observed in all months of evaluation. The application of the geostatistical tool enabled the generation of thematic maps based on the spatial distribution of the relative humidity of the air, identifying

¹ Doutorando em Produção Vegetal, Depto de Ciências Agrárias e Ambientais, UESC, Ilhéus, BA.

² Doutorando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Depto de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Caixa Postal 09, CEP 13418-900, Piracicaba, SP. Fone (73) 991244802. e-mail: icaro.monteiro@usp.br

³ Doutorando em Agronomia (Irrigação e Drenagem), Depto Engenharia Rural, FCA/UNESP, Botucatu, SP.

⁴ Prof. Doutor, Depto de Engenharia Rural, UFES, Alegre, ES.

where there was greater and lesser temporal variability between subsequent months for the state of Bahia.

KEYWORDS: climatology, geostatistics, thematic maps

INTRODUÇÃO

Para que ocorra um ambiente sustentável é necessário a utilização de informações meteorológicas e climáticas, devido à importância indispensável do clima para a agricultura e para os fatores atrelados ao cotidiano do ser humano. Diversas pesquisas têm sido feitas ao longo dos anos com o objetivo de monitorar mais precisamente as variáveis ambientais, analisando as condições climáticas, suas variações e flutuações espaciais e temporais (Medauar et al., 2020). Aplicações de modelos matemáticos e de modelos estatísticos têm explicado o comportamento dos fenômenos que ocorrem na natureza. Dentre as técnicas estatísticas usadas para análise e interpretação de dados climáticos, encontra-se a geoestatística, que tem como característica principal a análise da distribuição espacial e/ou temporal entre as observações, determinando, por meio do variograma, a distância ou período de tempo de dependência entre elas (Vieira, 2000).

O conhecimento de variáveis meteorológicas, como por exemplo a umidade relativa do ar embasada em uma série histórica, pode ser uma ferramenta essencial de previsibilidade desses fenômenos em uma região específica (Silva et al., 2005). Diante do exposto, como este trabalho se objetivou avaliar a variabilidade espaço-temporal da umidade relativa do ar no Estado da Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

O Estado da Bahia está localizado no sul da região Nordeste e possui uma área de 564.732,642 km², o qual cerca de 69,31% do seu território está situado na região semiárida brasileira. O clima conforme classificação de Köppen (Alvares et al., 2013) são dos tipos Af, Aw e BSh, sendo tropical úmido, tropical com estação seca de inverno e árido quente, respectivamente.

Para realização desse estudo, foi utilizada a umidade relativa do ar (UR). Os dados desta variável climática são referentes às médias históricas no período entre 1961 e 2009, disponíveis no formato matricial (grid) com células de 10' x 10' de latitude e longitude (New et al., 2002). Além disso, foram utilizadas informações obtidas de 519 pontos de medição

distribuídos em todo o território da Bahia, somando-se as estações da Agência Nacional de Águas (ANA), INMET e dados do Climate Research Unit (CRU). As análises foram realizadas, levando-se em conta os valores de UR de cada mês das séries históricas.

Os resultados foram submetidos à análise estatística descritiva e a normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk (W) a 5% de probabilidade. Posteriormente, realizou-se uma análise geoestatística a fim de verificar a existência, e quantificar o grau de dependência espacial entre valores da variável estudada. Comprovada a dependência espacial, utilizou-se o método de interpolação geoestatístico krigagem para estimar valores em locais não medidos.

Adicionalmente, calculou-se a diferença espacial entre o mês n e o mês $n-1$, de forma a se estabelecer o comportamento da UR ao longo do tempo e evidenciar áreas onde a estabilidade temporal foi maior, menor e ou inexistente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise estatística descritiva das UR do Estado da Bahia estão apresentados na Tabela 1. Os valores das medidas de tendência central (média e mediana) das médias mensais foram bem próximos, indicando distribuições simétricas, o que é confirmado pelo valor de assimetria próximo a zero.

Tabela 1. Estatística descritiva da umidade relativa do ar no Estado da Bahia.

Mês	Média	Mediana	CV (%)	Cs	Ck	W
Jan	77.0	77.1	4.1	-0.79	2.46	ns
Fev	76.4	76.4	4.3	-0.61	2.10	ns
Mar	76.7	76.6	4.1	-0.66	2.66	ns
Abr	78.5	78.6	3.2	-1.30	6.71	ns
Mai	80.6	81.0	2.0	-2.39	13.90	ns
Jun	81.5	81.9	1.2	-2.49	9.95	ns
Jul	81.7	82.1	1.2	-3.30	13.88	ns
Ago	81.4	81.9	1.4	-2.11	5.80	ns
Set	79.8	80.7	3.0	-1.25	0.97	ns
Out	77.2	78.4	5.0	-1.15	2.02	ns
Nov	77.4	78.2	5.3	-1.79	6.92	ns
Dez	77.8	78.2	4.1	-1.32	4.88	ns

Coefficiente de assimetria (Cs); Coeficiente de curtose (Ck); W (ns)- Distribuição normal pelo teste de Shapiro Wilk's a 5% de probabilidade.

Todos os dados apresentaram distribuição leptocúrtica, com exceção das médias do mês de setembro, que apresentaram distribuição mesocúrtica. Esses resultados indicam que os dados se aproximam de uma distribuição normal, comprovada pelo teste de Shapiro Wilk's a

5% de probabilidade. Silva et al. (2010) afirmam que em análises probabilísticas a normalidade é importante para se elevar a confiabilidade dos dados.

Pela análise geoestatística (Tabela 2) a variável estudada apresentou dependência espacial em todos os meses de avaliação, indicando que a distribuição na área não é aleatória, mas dependente da distância que separa as amostras.

Tabela 2. Modelos e parâmetros dos variogramas médios ajustados para a média mensal da umidade relativa do ar no Estado da Bahia.

Mês	Modelo	C ₀	C ₀ +C	IDE (%)
Jan	ESF	0.24	1.16	79.2
Fev	ESF	0.19	0.98	81.0
Mar	EXP	0.27	1.13	75.4
Abr	ESF	0.21	1.02	80.0
Mai	ESF	0.17	1.03	83.4
Jun	EXP	0.26	1.11	76.7
Jul	EXP	0.09	0.99	97.2
Ago	EXP	0.14	0.94	97.4
Set	GAU	0.25	2.24	99.7
Out	ESF	0.11	1.55	99.4
Nov	GAU	0.32	1.76	99.2
Dez	ESF	0.15	0.65	99.3

C₀ – Efeito pepita; C₀+C – Patamar; IDE – Índice de dependência espacial; EXP – Exponencial; ESF – Esférico; GAU – Gaussiano.

As médias mensais da UR apresentaram forte dependência espacial, de acordo com o IDE e a classificação proposta por Cambardella et al. (1994). A existência de dependência espacial é fundamental na geoestatística para elaboração de mapas por krigagem com elevada confiabilidade (Vieira, 2000).

Os modelos teóricos que melhor se ajustaram aos variogramas experimentais foram o esférico (Jan, Fev, Abr, Mai, Out e Dez) exponencial (Mar, Jun, Jul e Ago) e gaussiano (Set e Nov). Os variogramas ajustados apresentaram patamares (C₀+C) bem definidos, o que indica que a hipótese de estacionaridade intrínseca foi atendida e que a UR não apresenta tendência de variação com as direções (Isaaks & Srivastava, 1989).

Com base nos mapas temáticos de UR (Figura 1) é possível observar que existe variabilidade espacial entre os meses subsequentes no estado da Bahia. A menor variação espacial ocorreu para o período Jun-Jul, sendo esse período corresponde a transição do outono para o inverno, caracterizado por reduções na temperatura e na amplitude térmica entre as horas mais quentes e frias do dia, com valores de máxima e mínima próximos e tendência de redução nas chuvas.

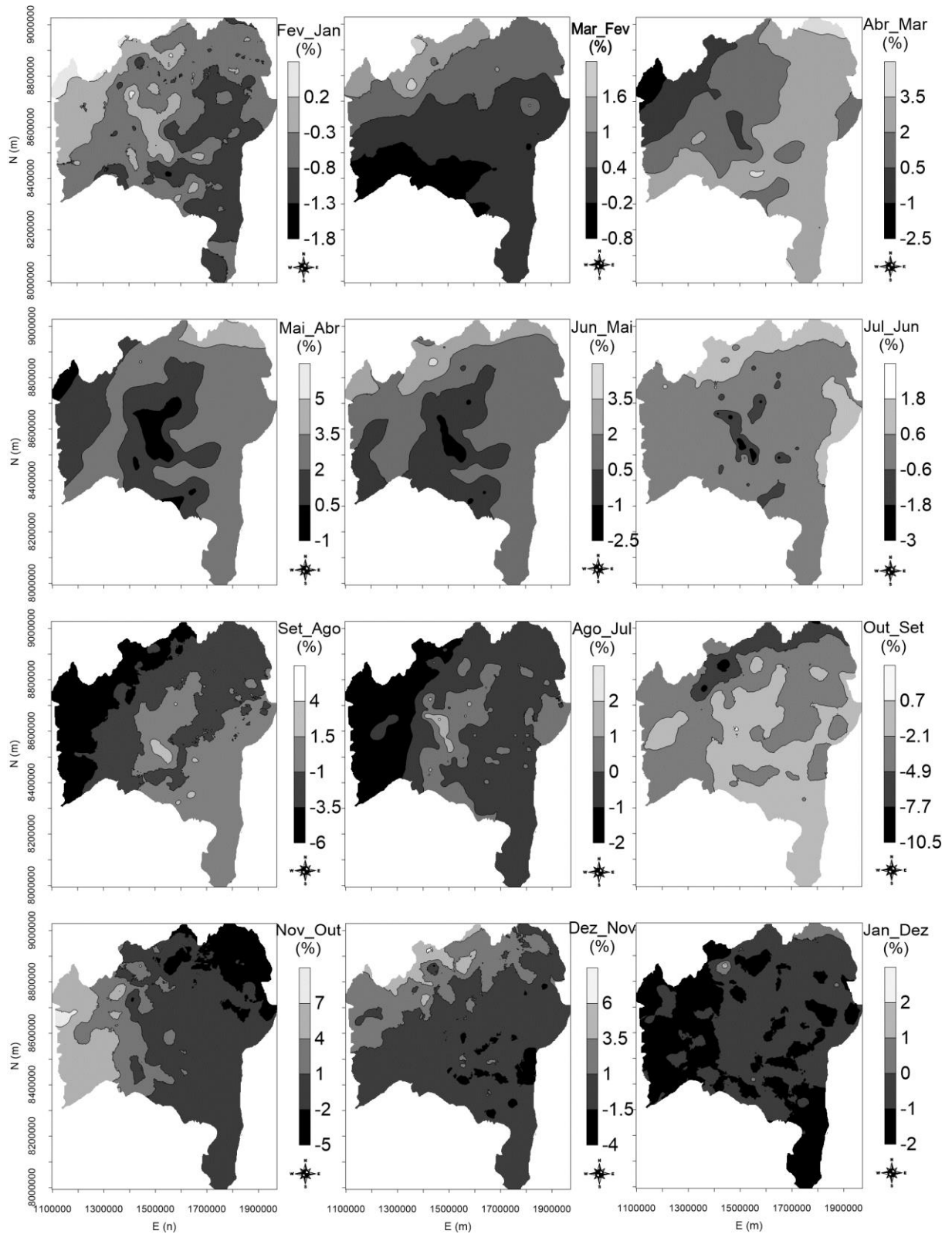


Figura 1. Mapas temáticos da evolução temporal mês a mês da umidade relativa do ar para o Estado da Bahia

CONCLUSÕES

Observou-se dependência espacial em todos os meses de avaliação. A aplicação da ferramenta geoestatística possibilitou a geração de mapas temáticos com base na distribuição espacial da UR, identificando onde houve maior e menor variabilidade temporal entre meses subsequentes para o estado da Bahia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteor Zeitsc**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa soils. **Soil Science Society American Journal**, v. 58, p. 1501-1511. 1994.
- ISAACS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. **An introduction to applied geostatistics**. New York: Oxford University, p. 561, 1989.
- MEDAUAR, C. C.; SILVA, S. A.; CARVALHO, L. C. C.; GALVÃO, I. M.; MACÊDO, P. V. Spatial-temporal variability of rainfall and mean air temperature for the state of Bahia, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 92, n. 1, 2020.
- NEW M et al. A highresolution data set of surface climate over global land areas. **Climate Research**, v. 21, n. 1, p. 1-25, 2002.
- SILVA, J. D; LLOPART, M.; BOIASKI, N. Temperatura máxima do ar em Pelotas, RS - tabelas e probabilidade em escala de tempo pentadal. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v. 20, n. 2, p. 267-276, 2005.
- SILVA, S. A.; LIMA, J. S. S.; SOUZA, G. S. Estudo da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Amarelo húmico sob cultivo de café arábica por meio de geoestatística. **Revista Ceres**, v. 57, n. 4, p. 560-567, 2010.
- VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial de argila, silte e atributos químicos em uma parcela experimental de um Latossolo roxo de Campinas. **Bragantia**, v. 56, n. 1, p. 181-190. 1997.