

# ANÁLISE TEMPORAL DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA EM UMA REGIÃO DO AGRESTE PERNAMBUCANO UTILIZANDO-SE A GEOESTATÍSTICA

TACIANA O. DOS SANTOS<sup>1</sup>, MOACIR DE L. P. NETO<sup>1</sup>, GLEDSON L. P. DE ALMEIDA<sup>2</sup>, GEBER B. A. M.<sup>3</sup>, HÉLITON PANDORFI<sup>4</sup>, PABRÍCIO M. O. LOPES<sup>3</sup>

1 Eng. (a) Agrônomo (a), mestrando (a) do PPG em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife- PE, E-mail: taciolisantos@yahoo.com.br; 2 Eng. Agrícola e Ambiental, Doutorando do PPG em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife – PE; 3 Prof. Associado, Departamento de Agronomia, UFRPE, Recife – PE; 4 Prof. Adjunto, Departamento de Tecnologia Rural, UFRPE, Recife – PE

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.

**RESUMO:** Objetivou-se com este trabalho caracterizar a variabilidade temporal da temperatura do ar no município de Caruaru- PE, utilizando técnicas geoestatísticas e de estatística clássica. Os dados de temperatura utilizados no presente estudo são provenientes da Estação climatológica do INMET. Foram registrados dados da estação em intervalos de uma hora durante no ano de 2010, entre 01 de janeiro a 31 de dezembro. Os dados de temperatura do ar apresentaram dependência temporal moderada ao longo do dia para os 365 dias do ano de 2010, no município de Caruaru-PE. O mapa permite verificar que o padrão distribuição da temperatura do ar se altera entre os meses.

**PALAVRAS-CHAVE:** variabilidade temporal, mapeamento, krigagem

## TEMPORAL ANALYSIS THE VARIATION OF TEMPERATURE IN A REGION OF PERNAMBUCANO AGRESTE USING GEOSTATISTICS

**ABSTRACT:** The objective of this study was to characterize the temporal variability of air temperature in the city of Caruaru-PE, using geostatistics and classical statistics. The temperature data used in this study are from the climatological station INMET. Station data were recorded at intervals of one hour during the year 2010, between January 1 to December 31. The data of air temperature time dependence showed moderate throughout the day for 365 days of the year 2010, the municipality of Caruaru-PE. The map shows that the distribution pattern of air temperature change between months.

**KEYWORDS:** temporal variability, mapping, kriging

**INTRODUÇÃO:** Na agricultura, o conhecimento antecipado das condições locais de solo, temperatura e precipitação pluvial, e sua variação ao longo de um ciclo de cultivo, são significativos para a obtenção de rendimentos satisfatórios, visto que esses fatores são determinantes para o sucesso nos cultivos. Aplicação de modelos matemáticos e modelos estatísticos têm explicado o comportamento de fenômenos que ocorrem na natureza, em particular na agricultura. Dentre as técnicas estatísticas utilizadas 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 (RAMOS et al., 2009). Para caracterizar a variabilidade da

temperatura é necessário analisar a distribuição dessas variáveis. Sendo assim, a variabilidade temporal pode ser estudada por meio das ferramentas da geoestatística, que se fundamenta na teoria das variáveis regionalizadas, segundo a qual os valores de uma variável estão de alguma maneira, relacionado à sua disposição temporal e, portanto, as observações tomadas um curto tempo se assemelham mais do que aquelas tomadas a tempos maiores (VAUCLIN et al., 1983). Objetivou-se com esse trabalho estudar a distribuição temporal da variação da temperatura no município de Caruaru no estado de Pernambuco, utilizando técnicas geoestatísticas como ferramenta de determinação da dependência temporal.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os dados de temperatura utilizados no presente estudo são provenientes da Estação climatológica do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), localizada no município de Caruaru, que pertence ao agreste pernambucano. A Estação Climatológica de Caruaru encontra-se na latitude de 08°15'09''S, longitude de 35°59'07''W e altitude de 500 metros. Segundo a classificação internacional de Köppen, o clima da região é do tipo BSh'. Os dados foram registrados na estação em intervalos de uma hora no ano de 2010, entre 01 de janeiro a 31 de dezembro, apresentados em dias juliano. Foi verificado se a média e a covariância dos valores não apresentaram tendência, ou seja, se existe estacionaridade. O motivo desta análise se deve ao fato de que os dados devem satisfazer a condição de estacionaridade, para que o semivariograma possa ser construído e interpretado. Caso não seja observada estacionaridade dos dados, será necessário filtrar a tendência dos mesmos; no entanto, neste trabalho foi necessário filtrar a tendência dos dados. Para verificar a variação dos dados, foi realizada análise estatística descritiva, através da avaliação de medidas de tendência central (média, mediana e moda) e dispersão (desvio padrão, variância, coeficiente de variação) e a aderência à distribuição normal, segundo o teste de Qui-quadrado. Esta análise exploratória teve a finalidade de caracterizar a distribuição da probabilidade e verificar a normalidade do atributo em estudo. A análise geoestatística foi realizada com intuito de verificar a existência e quantificar o grau de dependência temporal verificada por meio de ajustes de semivariogramas (VIEIRA, 2000), com base na pressuposição de estacionariedade da hipótese intrínseca, a qual é estimada por:

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

em que:  $\gamma^*(h)$  é a variância para um vetor  $h$  (dias);  $Z(x)$  e  $Z(x+h)$  são os pares de observação de temperatura, separados pelo vetor  $h$  (dias);  $N(h)$  é o número de pares de valores medido,  $Z(x+h)$ , separados por um vetor  $h$ . Do ajuste de um modelo matemático aos valores calculados de  $\gamma^*(h)$ , são estimados os coeficientes efeito pepita ( $C_0$ ), patamar ( $C_0 + C_1$ ) e o alcance ( $a$ ) do modelo teórico para o variograma. Os modelos foram ajustados pelo programa GS+ 7.0 (ROBERTSON, 2004). A análise variográfica foi realizada por meio de variogramas, que mostram uma série de pontos discretos da variância de pares de dados em função do tempo, e assim definir uma função contínua (modelo teórico) que se ajusta às observações realizadas, de acordo com VIEIRA et al. (1991). Após a análise dos dados, foi utilizado o programa SURFER (2002) para interpolação entre os pontos de medida com representação das isotermas, o que permitiu detalhamento da variação da temperatura do ar.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os dados de temperatura horária estão apresentados na Tabela 1, com os resultados das medidas estatísticas para o ano de 2010. Os dados de média, moda e mediana não apresentaram valores semelhantes. A simetria tem o seguinte critério: onde simétrico ( $AS < 0,15$ ), assimétrico moderado ( $0,15 \leq AS < 1,0$ ) e assimétrico forte ( $AS \geq 1,0$ ), portanto, segundo o critério de ALESSIO (2011), tem-se que os dados estudados segue uma assimetria moderada. O valor positivo do coeficiente de assimetria nos dados evidencia que a distribuição é não-simétrica. Esta condição é ainda reforçada pelo valor de curtose, que na distribuição normal devem estar próximo de 3, segundo SOUSA et al.(1999).

**Tabela 1.** Análise exploratória com parâmetros da análise estatística da temperatura horária

Estadística Descritiva	Temperatura do ar
Média	23,3
Mediana	22,6
Moda	21,1
Curtose	-0,4453
Assimetria	0,5419
Desvio Padrão	3,5023
Valor Mínimo	14,0
Valor Máximo	33,3
Coefficiente de Variação	15,0

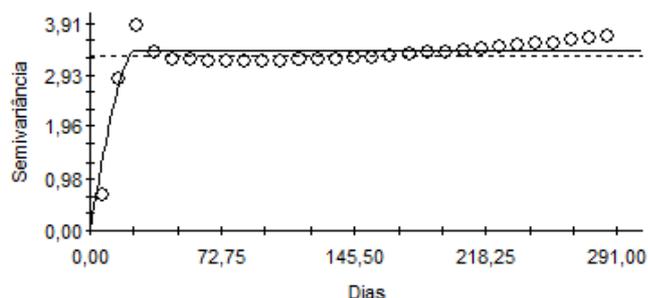
O teste Qui-quadrado foi aplicado, a fim de verificar a normalidade dos dados. Apesar da existência de distribuição normal não ser uma exigência para os estudos geostatísticos, esta informação torna-se importante, pois quando o conjunto de dados apresenta distribuição de frequência do tipo normal o ajuste de um modelo matemático ao semivariograma torna-se mais fácil, conforme ISAAKS & SRIVASTAVA (1989). Segundo SILVA (2003), mais importante que a normalidade dos dados, é verificar a presença ou não de tendência, que pode comprometer a análise geostatística. Com base na classificação de WARRICK & NIELSEN (1980), onde a variabilidade das variáveis é classificada como baixa ( $CV < 12\%$ ), média ( $12 < CV < 62\%$ ) e alta ( $CV > 62\%$ ), verifica-se moderada variação para os de temperatura do ar ( $CV$  de  $15\%$ ). Na Tabela 2, encontram-se o modelo e os parâmetros do variograma da temperatura.

**Tabela 2.** Parâmetro do semivariograma experimental para temperatura do ar

Variável	Parâmetros do semivariograma						Modelo
	$C_0$	$(C_0+C_1)$	$A_0$	$C_0/(C_0+C_1)$	$R^2$	SQR	
Temperatura do ar ( $^{\circ}C$ )	0,010	3,399	25	0,0029	0,876	1,19	Esférico

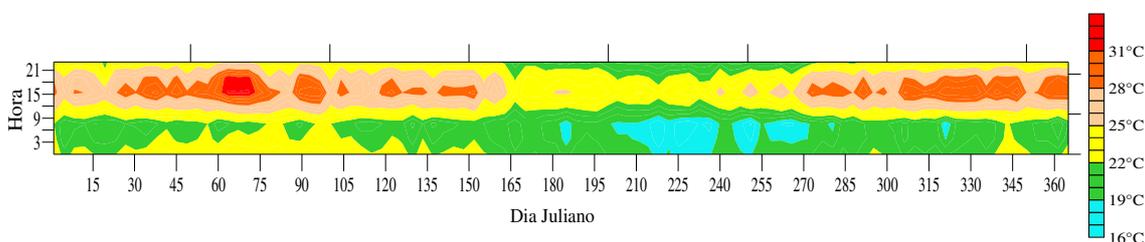
$C_0$  = Efeito pepita,  $(C_0+C_1)$  = Patamar,  $A_0$  = Alcance,  $R^2$  = Coeficiente de determinação, SQR = soma dos quadrados dos resíduos.

Com base nas semivariâncias experimentais obtidas, ajustou-se o modelo exponencial (Figura 1) para a variável analisada, representado pelo o valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e valor da soma dos quadrados dos resíduos (SQR). Observando-se uma moderada dependência temporal dos dados do ano estudado, considerando os limites propostos por ZIMBACK (2001), em que a dependência temporal para valores  $\leq 25\%$  é considerada fraca; entre  $25\%$  e  $75\%$ , moderada e  $\geq 75\%$  dependência forte.



**Figura 1.** Variograma da temperatura horária ao longo dos dias no ano de 2010.

Através do software SURFER (2002), utilizando o método de interpolação por Krigagem gerou-se mapa (Figura 2) da temperatura do ar ao longo do ano de 2010, visualizando a variabilidade temporal da temperatura no município de Caruaru. Observa-se que os maiores valores de temperatura do ar ocorrem no mês de março. Os menores valores de temperatura do ar ocorreram no mês de agosto, evidenciado pela estação de inverno na região.



**Figura 2.** Mapa da distribuição temporal da temperatura do ar.

O conhecimento da distribuição temporal de variáveis meteorológicas como a temperatura do ar, é fator importante para o estudo e realização do zoneamento agroclimático, bem como para o dimensionamento de sistema de irrigação das culturas, e sistema de climatização para animais, com vistas à maximização da produção agropecuária em cada época.

**CONCLUSÃO:** Os dados de temperatura do ar apresentaram dependência temporal moderada ao longo do ano de 2010, no município de Caruaru-PE. Através do mapa é possível verificar que o padrão distribuição da temperatura do ar se altera entre os meses, assim com base nessa informação, agropecuaristas, difusores de tecnologia e agentes financiadores terão subsídios para a realização de investimentos seguros na exploração de suas atividades.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA:**

- ALESSIO, P. Estatística e Probabilidade. Disponível em: <<http://www.pessoal.utfpr.edu.br>>. Acesso em 29 de jan. 2011.
- INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), Redes de Estações. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php>>. Acesso em 10 de jan. 2011.
- ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. An introduction to applied geostatistics. New York: Oxford University, 1989. 561p.
- RAMOS, C. M. C.; NARDINI, R. C.; ZIMBACK, C. R. L.; SERAPHIN, S. Análise temporal da variação da temperatura utilizando-se a geostatística. In: Anais XIV

- Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14, 2009, Natal. Anais... Natal: INPE, 2009. p.347-353.
- ROBERTSON, G. P. *GS+*: Geostatistics for the environmental sciences - *GS+* Use's Guide. Plainwell, Gamma Design Software, 2004. 152p.
- SILVA, J. W. DA; GUIMARÃES, E. C.; TAVARES, M. Variabilidade temporal da precipitação mensal e anual na estação climatológica de Uberaba-MG. *Ciência Agrotecnica*, v.27, n.3, p.665-674, 2003.
- SOUSA, J. R.; QUEIROZ, J. E.; GHEYI, H. R.. Variabilidade Espacial de Características Físico-Hídricas e de Água disponível em um Solo Aluvial no Semi-árido Paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.3, n.2, p.140-144, 1999.
- SURFER. *Surfer 8.0*. Contouring and 3D surface mapping for scientists and engineers. User's Guide. New York: Golden Software, 2002. 619p.
- VAUCLIN, M.; VIEIRA, S. R.; VACHAUD, G.; NIELSE, D. R. The use of cokriging with limited field soil observations. *Soil Science Society of America Journal*, v.47, p.175-184, 1983.
- VIEIRA, S. R.; LOMBARDI NETO, F.; BURROWS, I. T. Mapeamento da chuva diária máxima provável para o estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.15, n.1, p.93-98, 1991.
- VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F. et al. (Eds.). *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.1, p.1-53, 2000.
- WARRICK, A.W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of some physical properties of the soil. In: HILL, D. (ed.) *Applications of soil physics*, New York: Academic Press, 1980. 13, p.319-344.
- ZIMBACK, C. R. L. Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade. 114 p. Tese de Livre-Docência (Levantamento do solo e fotopedologia), FCA/UNESP, 2001.