



VARIABILIDADE COMO BASE PARA A DEFINIÇÃO DO MÉTODO DE INTERPOLAÇÃO DE TEMPERATURA MÁXIMA

INANA X. SCHUTZE¹, FERNANDO B. T. HERNANDEZ², DANIEL N. C. NUÑEZ³, YANE DE F. DA SILVA⁴

¹Estudante de Agronomia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP, Ilha Solteira - SP, Fone: (0xx18)3743.1959, i_schutze@hotmail.com

²Engo Agrônomo, Prof. Titular, Depto. de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, UNESP, Ilha Solteira - SP

³Biólogo, Doutorando, UNESP, Ilha Solteira - SP

⁴Estudante de Agronomia, UNESP, Ilha Solteira - SP

Apresentado no
XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2013
04 a 08 de agosto de 2013 - Fortaleza - CE, Brasil

RESUMO: Para implantação e bom desenvolvimento de culturas tanto anuais como perenes, as quais possuem diferentes exigências e tolerâncias quanto à temperatura máxima, inclusive em diferentes fases fenológicas, faz-se necessário o conhecimento desta. A otimização das datas de plantio pode ser realizada a partir da simulação dos termos de temperatura máxima, espacializados por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Há atualmente vários métodos de interpolação para realizar este mapeamento, porém nem todos com a mesma acuracidade. O objetivo do trabalho foi realizar leituras com diferentes métodos de interpolação a respeito da distribuição da temperatura máxima sobre o noroeste paulista e verificar o método de interpolação com resultados mais representativos. Foram utilizadas médias mensais de temperatura do ano de 2012 de localidades no noroeste do Estado de São Paulo levando em conta a distribuição espaço-temporal de forma a bem representar a variabilidade temporo-espacial na região. A partir desses dados, foram elaborados mapas utilizando diferentes métodos de interpolação: *Moving Average*, *Trend Surface* e *Kriging*, através da análise dos mapas de cada método ficou evidenciado que o *Moving Average* é o mais acurado, pois obteve resultados mais próximos dos dados reais em comparação às médias e desvio padrão dos demais métodos.

PALAVRAS-CHAVE: média ponderada, superfície de tendência, krigagem

VARIABILITY AS A BASIS FOR THE DEFINITION OF INTERPOLATION METHOD OF MAXIMUM TEMPERATURE

ABSTRACT: For successful development and deployment of both annual and perennial crops, which have different requirements and tolerances as the maximum temperature, even in different phases of development, it is necessary to know these temperatures. The optimization of planting dates can be performed from the simulation of the terms of a maximum temperature, which results when georeferenced, are spatialized through a Geographic Information System (GIS). There are currently several interpolation methods for performing this type of mapping, but not all with the same precision. The aim was to perform readings with different interpolation methods on the distribution of the maximum temperature on the northwestern state of São Paulo and verify the interpolation method with more representative results. We used monthly mean temperature of the year 2012 in various locations

in the northwest of the state of São Paulo also taking into account the spatial and temporal distribution in order to well represent the spatio-temporal variability in the region. From these data, we developed a series of maps using three different interpolation methods: Moving Average, Trend Surface and Kriging, by analyzing maps obtained with each method became evident that the Moving Average method is the most accurate.

KEYWORDS: moving average, trend surface, kriging

INTRODUÇÃO: A obtenção da correta distribuição espacial da temperatura máxima é relevante no planejamento agrícola, no que diz respeito à instalação de culturas, a otimização das datas de plantio pode ser realizada a partir da simulação dos termos da temperatura máxima, cujos resultados, quando georreferenciados, são espacializados por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Para a pesquisa, é importante considerar principalmente a variação sazonal da temperatura que resulta no volume de insolação recebida.

Diferentes métodos estão disponíveis nos SIG para mapear a variabilidade espacial de um atributo, entretanto, nem todos respondem a questões básicas a serem consideradas na interpolação (BURROUGH e MCDONEL, 1998). O método de krigagem (*Kriging*) usa a dependência espacial entre amostras vizinhas, expressa no semi-variograma (CARVALHO e ASSAD, 2005). No caso dos estudos agroclimáticos, normalmente, são utilizados métodos como a média móvel ponderada (*Moving Average*), em que não se considera a continuidade no espaço. A análise de superfície de tendência (*Trend Surface Analysis*) permite a obtenção de um mapa mostrando a tendência regional (EMIDIO e LANDIM, 2008). No mapeamento das datas de plantio, são feitos fatiamentos das classes, indicando alto, médio e baixo risco para o plantio. A transição entre as classes é abrupta e descontínua no espaço. Portanto, torna-se necessário testar outros métodos que possam mapear a variabilidade espacial. O objetivo deste trabalho é apresentar o método de interpolação que melhor representa espacialmente a distribuição da temperatura máxima média anual para o noroeste do Estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS: Para definir a metodologia de interpolação, foram utilizados dados de temperatura máxima provenientes da Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista, operada pela Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP de Ilha Solteira, representando a região noroeste paulista. As planilhas foram geradas para cada mês do ano de 2012. Todos os cálculos de média e soma foram realizados no BrOffice, que também foi a ferramenta utilizada na elaboração das tabelas. No caso da temperatura, primeiramente, obtivemos a média das máximas para cada mês e calculamos a média anual. Os dados referentes à localização geográfica dos pontos (latitude/longitude) inicialmente se encontravam em graus e minutos. Os valores foram convertidos em coordenadas UTM para facilitar o trabalho com os *softwares* utilizados (Tabela 1).

TABELA 1 - Temperatura média máxima anual, coordenadas e altitude das estações de estudo.

Estações	TMMA (°C)	Longitude (UTM)	Latitude (UTM)	Altitude (m)
Bonanca	31,9	496470	7714042	357
Ilha Solteira	32,2	463110	7741639	337
Itapura	31,5	450545	7717506	335
Marinópolis	32,2	520108	7739115	370
Paranapua	32,3	545410	7785762	436
Populina	32,1	555446	7801760	394
Santa Adelia	31,5	473995	7730039	426
Santa Adelia Pioneiros	32,2	504193	7707917	350

TMMA: Temperatura média máxima anual.

A elaboração dos mapas foi feita com a ajuda dos softwares Ilwis 3.31 (processamento de imagens) e ArcGis (sistema de informações geográficas). O primeiro está diretamente ligado à interpolação dos

dados e através dos dados interpolados foram gerados os *layers* de temperatura. Foram então no segundo elaborados mapas de médias das temperaturas máximas. Para a elaboração dos mapas foi preciso escolher o método de estimativa que se adequasse melhor ao trabalho.

A krigagem é um método que permite estimar o valor desconhecido associado a um ponto, área ou volume, a partir de um conjunto de “n” dados disponíveis; e é feita após a conclusão dos estudos geoestatísticos em consideração às características espaciais de autorelação de variáveis regionalizadas, os quais poderão inclusive indicar a não aplicação deste método se o comportamento da variável regionalizada for totalmente aleatório, se houver aplicação, é a análise variográfica. Superfícies de tendência (*Trend Surface Analysis*) podem ser usadas para interpolar valores, dependendo do número de dados disponíveis, podem ser calculadas superfícies de qualquer dimensão. A análise da superfície de tendência é um método pelo qual uma superfície teórica contínua é ajustada por critérios de regressão por mínimos quadrados, tendo como variáveis independentes as coordenadas Norte-Sul (Y) e Leste-Oeste (X) e Moreno (2007) relata que o *Moving Average* é um método direto, local, a partir de pontos, pode ser preciso ou não, segundo o fator de ponderação. É aplicado a um grande conjunto de dados. Tendências intermediárias são extraídas a partir de um número mínimo de pontos definidos dentro de uma *Search Ellipse*, associada a cada um dos pontos do *grid*. O valor final de cada um dos pontos do *grid* é igual à média aritmética de todos os pontos vizinhos identificados. Se dentro da *Search Ellipse* não há um número mínimo de pontos definidos para o cálculo, a área vai estar em branco.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os valores foram interpolados (*Moving Average*, *Trend Surface* e *Kriging Method*) para a elaboração dos mapas de temperaturas máximas (Figura 1). O trabalho de ASSAD et al. (2003) revelou a importância da espacialização dos índices climáticos, utilizando interpoladores disponíveis em SIG no auxílio ao zoneamento de riscos climáticos como a média ponderada e a krigagem. Em relação à porcentagem acumulada de pixel, o interpolador *Trend Surface* teve o menor desvio padrão e o *Kriging* a melhor média de porcentagem de pixel acumulado, o que mostra que o contraste neste mapa temático é maior em comparação aos demais métodos de interpolação. Entretanto os rendimentos do *Moving Average* estão mais próximos aos dados da variável observada e estimada, sendo assim o melhor método para interpolar temperatura máxima.

TABELA 2 - Estatísticas descritivas dos dados observados e estimados de temperatura média máxima (°C) dos diferentes interpoladores espaciais.

Estatísticas	Dados observados	Dados estimados		
		<i>Trend Surface</i>	<i>Moving Average</i>	<i>Kriging</i>
Média	31,99	31,90	31,90	31,90
Desvio Padrão	0,30	0,80	0,24	0,23
Mínimo	31,50	31,26	31,50	31,50
Máximo	32,30	32,55	32,30	32,30

TABELA 3 - Porcentagem acumulada de pixel dos três interpoladores espaciais.

Estatísticas	<i>Trend Surface</i>	<i>Moving Average</i>	<i>Kriging</i>
Média	13,34	31,81	33,83
Desvio Padrão	10,71	32,23	38,98
Mínimo	0,09	0,00	0,00
Máximo	33,36	98,00	100,00

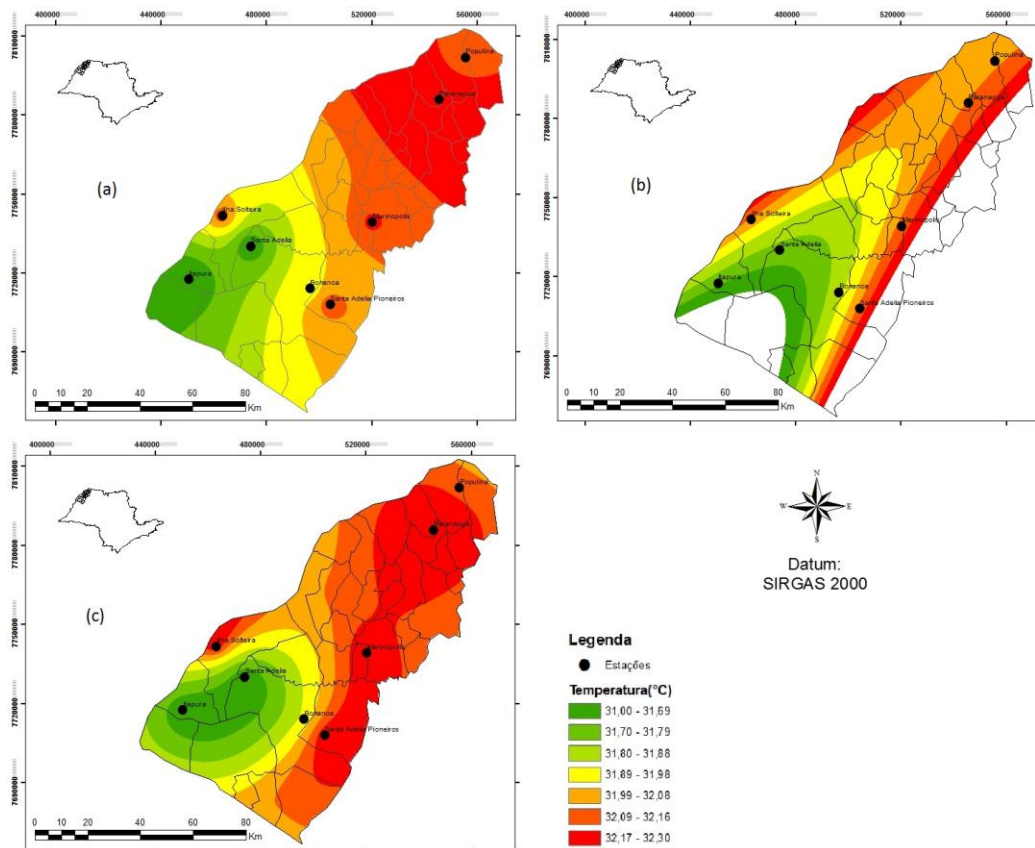


FIGURA 1: Mapas temáticos da média da temperatura máxima anual, obtidos através dos diferentes interpoladores (a) *Moving Average*, (b) *Trend Surface* e (c) *Kriging* para o ano de 2012 no noroeste paulista.

CONCLUSÕES: As menores diferenças entre valores reais e estimados foram encontradas no interpolador *Moving Average*, sendo este o que obteve as menores diferenças e por consequência a melhor veracidade de valores, enquanto que o método *Trend Surface* resultou em maior distorção não sendo recomendado para a variável em questão. O interpolador *Kriging* apresentou resultados significativos, porém seu desvio padrão foi alto em relação à porcentagem de pixel acumulado. Concluiu-se assim que o método *Moving Average* é o mais acurado para a temperatura máxima no noroeste paulista.

REFERÊNCIAS

- ASSAD, E.D, MACEDO, M.A.de, ZULLO, J.J, PINTO, H.S, BRUNINI, O, Avaliação de métodos geoestatísticos na espacialização de índices agrometeorológicos para definir riscos climáticos, Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v. 38, n. 2, p. 161-171, fev 2003.
- BURROUGH, P.A.; MCDONNELL, R.A, *Principles of geographical information systems*, New York: Oxford University Press, 1998. 333 p.
- CARVALHO, J.R.P.de, ASSAD, E.D, Análise espacial da precipitação pluviométrica no estado de São Paulo: comparação de métodos de interpolação, Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.25, n.2, p.377-384, mai/ago. 2005.
- EMIDIO, Z.P.de O, LANDIM, P.M.B, Análise de superfície de tendência aplicada à chuva, medida por radar meteorológico, nas regiões de Assis e Piracicaba, SP, São Paulo, UNESP, Geociências, v. 27, n. 4, p. 439-449, 2008.
- CANAL CLIMA da UNESP Ilha Solteira: área de hidráulica e irrigação. Ilha Solteira: UNESP, 2013. Disponível em: <<http://clima.feis.unesp.br>> Acesso em: 02 de fevereiro 2013.