

AVALIAÇÃO DE DEZ MÉTODOS DIFERENTES DE INTERPOLAÇÃO SOBRE DADOS METEOROLÓGICOS EM PETROLINA, PERNAMBUCO

Rodrigo de Queiroga Miranda ¹, Henrique dos Santos Ferreira ², Ygor Cristiano Brito Moraes ³, Josiclêda Domiciano Galvêncio ⁴, Magna Soelma Beserra de Moura ⁵

¹ Pesquisador pós-doc, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, rodrigo.qmiranda@gmail.com; ² Doutorando do Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, hsf86@hotmail.com; ³ Doutorando do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, ygor.cmorais@gmail.com; ⁴ Professor associado I, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, josicleda@gmail.com; ⁵ Pesquisador A, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi Árido, Petrolina, Pernambuco, magna_upa@hotmail.com

RESUMO: A escassez de bases de dados consistentes e precisas representa um desafio proeminente no Brasil. Por isso, a aplicação de técnicas de interpolação na estimativa de dados meteorológicos representa uma alternativa viável. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi analisar estatisticamente os métodos mais precisos para predição da precipitação, temperatura, velocidade dos ventos e radiação global no município de Petrolina do Estado de Pernambuco. Foram utilizados dados de precipitação, radiação global, umidade relativa do ar, temperatura média do ar e velocidade do vento, os quais foram submetidos a dez diferentes algoritmos e configurações de interpolação. Para a validação das imagens derivadas foi utilizada a técnica da validação cruzada, e a eficiência da interpolação foi avaliada através do coeficiente de determinação e da raiz do erro médio quadrático. Os resultados mostram que os métodos de interpolação *Kriging Spherical* e *Natural neighbor* apresentaram melhores estimativas para temperatura média do ar, enquanto que para umidade relativa do ar, os métodos de *Kriging Spherical* e *exponential* apresentaram as maiores eficiências. Velocidade do vento e radiação global obtiveram melhor desempenho com *IDW power 4* e *power 2* respectivamente. Já para precipitação, *Natural neighbor* foi o melhor método dentre os avaliados. Dentre as variáveis estudadas, a precipitação apresentou os menores valores de coeficiente de determinação, o que pode ter sido provocado pela quantidade insuficiente de estações para cobrir uma área com distribuição espacial irregular das chuvas.

PALAVRAS-CHAVE: Clima, Especialização, Semiárido.

EVALUATION OF TEN DIFFERENT METHODS OF INTERPOLATION ON METEOROLOGICAL DATA IN PETROLINA, PERNAMBUCO

ABSTRACT: The lack of consistent and accurate databases represents a prominent challenge in Brazil. Therefore, the application of techniques of interpolation for estimations of meteorological data represents a viable alternative. Therefore, the objective of this work was to analyze statistically the most accurate methods for prediction of precipitation, temperature, wind speed and global radiation in the municipality of Petrolina, State of Pernambuco. Precipitation, global radiation, relative humidity, mean air temperature and wind speed data were submitted to ten different interpolation algorithms and configurations. For validation of the derived images, a

cross validation technique was used, and the efficiency of the interpolation was evaluated through the coefficient of determination and root mean square error. Thus, the results show that Kriging Spherical and Natural neighbor interpolation methods present the best estimates for mean air temperature, while for air relative humidity, Kphering Spherical and exponential showed the highest efficiencies. Wind speed and global radiation achieved better performance with IDW power 4 and power 2 respectively. As for precipitation, Natural neighbor was the best method among those evaluated. Among the studied variables, precipitation presented the lowest values of determination coefficient, which may have been caused by the insufficient number of stations to cover an area with irregular spatial distribution of rainfall.

KEY-WORDS: Climate, Spatialization, Semiarid.

INTRODUÇÃO

Diferentes setores da sociedade fazem uso dos dados meteorológicos em distintas dimensões espaciais e temporais para fins de planejamento e execução de projetos. No âmbito das atividades agrícolas, por exemplo, a variabilidade espacial e temporal da precipitação e da temperatura nas escalas diária, intra-anual e interanual determinam os períodos de plantio, colheita e taxas de desenvolvimento fenológico das culturas agricultáveis. Normalmente, estes dados encontram-se disponíveis de maneira pontual, deste modo, torna-se necessária a aplicação de técnicas de interpolação na estimativa de valores para áreas que não possuem dados observados diretamente. Vários métodos aplicam-se à essa finalidade, dentre os quais: Kriging, IDW, *Spline*, *Natural neighbor* e Trend. Contudo, a precisão da predição varia de acordo com a variável estimada, quantidade e distribuição das estações.

A escassez de bases de dados consistentes e precisas representa um desafio proeminente no Brasil. Sendo assim, para contornar a escassez de dados meteorológicos necessários às pesquisas nas diferentes áreas do saber, os métodos de interpolação de dados representam uma alternativa viável. Estudos recentes têm aplicado técnicas de interpolação de dados para análises espaciais. Nilsen et al. (2013) estabeleceram um modelo de interpolação capaz de recuperar em escala local as temperaturas de superfícies contínuas, enquanto Gbambie et al. (2017) analisaram por meio de interpolação as diferenças espaciais e temporais entre os conjuntos de dados de precipitação em grade e suas implicações para a modelagem hidrológica. Neste contexto, no que concerne aos métodos de interpolação para estimar uma variável específica, o presente artigo tem como objetivo analisar estatisticamente os métodos mais precisos para predição da precipitação, temperatura, velocidade dos ventos e radiação global no município de Petrolina do Estado de Pernambuco.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo: O município de Petrolina se localiza no Estado de Pernambuco (9° 23' 54" S e 40° 30' 02" O), e faz parte da bacia hidrográfica do rio São Francisco, mais precisamente, ao submédio curso do rio. Segundo IBGE (2010), o município de Petrolina possui população total de 293.962 habitantes, sendo que 74,6% deste total residem em áreas urbanas. O clima na região é do tipo semiárido, com estação chuvosa limitada aos meses de dezembro a abril, de forma que as precipitações são escassas, com distribuição irregular, com média anual em torno de 400 mm. A temperatura média

anual é de 26,5°C. A evaporação anual oscila em torno de 2.000 mm, e a umidade relativa do ar 68%. A vegetação predominante é do tipo Savana Estépica Arborizada (IBGE, 1992). O município se destaca pela rápida expansão da agricultura irrigada, com cultivo de uva, manga, goiaba. **Aquisição de dados:** dados de precipitação, radiação global, umidade relativa do ar, temperatura média do ar, e velocidade do vento, foram obtidos através da base de dados da Embrapa Semi-Árido. **Interpolações:** Em seguida, esses dados foram convertidos para o formato *shapefile* e submetidos a dez diferentes algoritmos e configurações de interpolação (IDW = *power 2, 3 e 4*; Kriging = *circular, exponential, gaussian, linear, lineardrift, quadraticdrift e spherical*; *Natural neighbor*, Spline = *Regularized e Tension*) usando o modulo Python Arcpy disponível na engine ArcGIS 10.2.2. **Validação cruzada:** Para a validação das imagens derivadas foi utilizada a técnica de validação cruzada, onde de cada *shapefile* foi retirado um ponto, interpolado, e o valor modelado comparado com o valor do ponto retirado, totalizando 1.550.896 validações. A eficiência da interpolação foi representada pelo coeficiente de determinação (r^2) e raiz do erro médio quadrático (REMQ).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os métodos de interpolação Kriging *Spherical* e *Natural Neighbor* apresentaram os melhores resultados para temperatura média do ar (Tabela 1). Para umidade relativa do ar, Kriging *Spherical* e *exponential* apresentaram as maiores eficiências. Velocidade do vento e radiação global obtiveram melhor desempenho com IDW *power 4* e *power 2* respectivamente. Já para precipitação, *Natural Neighbor* foi o melhor método dentre os avaliados. Os resultados observados na Tabela 1 contrastam com aqueles obtidos em outros estudos. Castro et al. (2010) avaliaram parâmetros do balanço hídrico climatológico para o estado do Espírito Santo utilizando dez métodos de interpolação, e somente o método da krigagem exponencial foi considerado como bom para a estimativa da precipitação. Plouffe et al. (2015) determinaram os métodos de interpolação espacial mais eficazes para estimar a precipitação pluviométrica do Sri Lanka, e de acordo com os resultados os métodos Kriging *Bayesian* e Spline apresentaram melhor desempenho tanto em períodos com precipitação elevada como naqueles em que esta foi mais baixa.

Tabela 1. Valores de coeficiente de determinação (r^2) e raiz do erro médio quadrático (REMQ) da validação cruzada de elementos meteorológicos sobre o município de Petrolina do Estado de Pernambuco.

Método	T	UR	Vv	R _N	Precipitação
IDW (Power 2)	0,91/0,72	0,89/3,41	0,54/1,11	0,79/27,86	0,01/15,17
IDW (Power 3)	0,9/0,76	0,88/3,58	0,61/1,04	0,79/29,48	0,06/12,84
IDW (Power 4)	0,89/0,8	0,87/3,73	0,65/0,99	0,78/30,92	0,12/11,31
Kriging (Circular)	0,91/0,71	0,9/3,3	0,47/1,7	0,74/31,62	-

Método	T	UR	Vv	R _N	Precipitação
Kriging (<i>Exponential</i>)	0,92/0,7	0,91/3,26	0,55/1,49	0,75/30,06	0,06/36,67
Kriging (<i>Gaussian</i>)	0,85/0,9	0,75/5,02	0,2/3,94	0,44/77,99	0,01/62,41
Kriging (<i>Linear</i>)	0,91/0,71	0,91/3,29	0,42/1,83	0,73/31,88	0,04/50,81
Kriging (<i>Lineardrift</i>)	0,9/0,73	0,88/3,52	0,28/2,29	0,7/34,17	-
Kriging (<i>Quadraticdrift</i>)	0,79/1,17	0,78/5,65	0,24/2,78	0,66/40,89	-
Kriging (<i>Spherical</i>)	0,92/0,71	0,91/3,26	0,5/1,63	0,74/31,46	0,02/46,83
<i>Natural neighbor</i>	0,92/0,71	0,91/3,27	0,54/1,89	0,77/31,28	0,17/31,34
Spline (<i>Regularized</i>)	0,7/1,48	0,71/6,73	0,29/2,09	0,61/61,58	0,05/33,32
Spline (<i>Tension</i>)	0,82/1,05	0,8/5,03	0,41/1,8	0,69/41,77	0,07/29,05
<i>Trend</i> (<i>order 1</i>)	0,9/0,73	0,88/3,52	0,28/2,29	0,7/34,17	-
<i>Trend</i> (<i>order 2</i>)	0,79/1,17	0,78/5,65	0,24/2,78	0,66/40,89	0/56,17

CONCLUSÕES

A comparação dos métodos de interpolação para variáveis meteorológicas evidenciou que o método *Natural neighbor* foi o mais eficiente na estimativa da precipitação. Entretanto, os valores de coeficiente de determinação foram baixos em todos os métodos analisados, possivelmente devido a quantidade insuficiente de estações meteorológicas para cobrir uma área com distribuição espacial irregular da precipitação, como é o caso do município de Petrolina. Quanto à temperatura do ar e umidade os melhores resultados foram obtidos através dos métodos Kriging *Spherical* e *Natural neighbor* para a temperatura e Kriging *Spherical* e *Exponential* para a umidade. Os coeficientes de determinação foram, em sua maioria, elevados, com o r^2 ultrapassando 0,9 em alguns métodos. As duas variáveis estão relacionadas, de forma inversamente proporcional e, além disso, não apresentam elevada variação espacial como no caso da precipitação. Desse modo, a aplicação de métodos de interpolação é essencial para a estimativa de variáveis meteorológicas, sobretudo em áreas com pouca disponibilidade de estações meteorológicas.

REFERÊNCIAS

CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. E. M.; CECÍLIO, R. A.; PEZZOPANE, J. R. M.; XAVIER, A. C. Avaliação do desempenho dos diferentes métodos de interpoladores para parâmetros do balanço hídrico climatológico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.8, p.871–880, 2010. doi: dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000800012

GBAMBIE, A. S. B.; POULIN, A.; Added Value of Alternative Information in Interpolated Precipitation Datasets for Hydrology. **Journal of hydrometeorology**, Québec, v. 18, n. 1, p. 247-264, 2017.

NIELSEN, L.; JOLY, D.; ELVEBAKK, A.; BROSSARD, T. Modeling covariation of summer temperatures and bio-indicators in an Arctic coastal area. **Climate Research**, Oldendorf , v. 58, n. 1, p. 1-13, 2013.

PLOUFFE, C. C. F., ROBERTSON, C; CHANDRAPALA, L. Comparing interpolation techniques for monthly rainfall mapping using multiple evaluation criteria and auxiliary data sources: A case study of Sri Lanka. **Environmental Modelling & Software**, Oxford, v. 67, p. 57–71, 2015. Doi: doi.org/10.1016/j.envsoft.2015.01.011