

Avaliação de métodos de interpolação aplicados à espacialização das chuvas no território identidade Portal do Sertão / Bahia

Jobabe Lira Lopes Leite de Souza¹

Tatiane Sátiro Gomes¹

Ramon dos Santos Dias¹

Géssica Maria de Araújo Oliveira¹

Dr^a Rosângela Leal Santos²

¹Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

Av. Transnordestina, Km 0, BR 116 Norte, CEP: 44031-430, Feira de Santana, Bahia

{jobabe.lira, thatty.str, ramon.dias17, gessica_oliveira}@gmail.com

²Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) / Departamento de Tecnologia (DTEC)

Av. Transnordestina, Km 0, BR 116 Norte, CEP: 44031-430, Feira de Santana, Bahia

rosaleal@uefs.br

abstract: The spacialization of climatic variables, especially the precipitation, needs constant studies. The precipitation is one of the more important meteorological variables for the climatic studies of the several areas of Brazil, mainly, due to the consequences, in the economical and social sections, occurred in excess or shortage periods. In this sense, the present research looked for to perceive the rainfall of the Territory of Identity called "Portal do sertão", in Bahia, because from 17 municipal districts that compose this area, only ten of them have climatological data. The methodological base of the work concentrated on the use and evaluation of some of the principal interpolation methods (inverse considered of the distance; kriging; spline and triangulation with linear interpolation). The interpolation is constituted in a method of esteeming a parameter for which available information doesn't exist, being considered that the neighbor points in the space tend to have more similar values than distant points. The most appropriate result was obtained by the kriging, followed for the minimum and inverse curvature considered of the distance. Being considered that the interpolation just supplies an estimate of a value based on other known values is believed that the distribution of the stations and the low density of data were responsible for the bad quality of the results obtained by most of the analyzed methods. The reached results confirm the degree of relevance of this study, especially in the ambit of the measurement of rainfall data.

Palavras-chave: Spatial interpolation, rainfall, isohyetal maps; Interpolação espacial, precipitação pluviométrica, carta de isoietas.

1. Introdução

A interpolação é um procedimento que permite construir um novo conjunto de dados a partir de um conjunto discreto de dados pontuais conhecidos, ou seja, trata-se de um método que possibilita proceder à reconstituição (aproximada) de uma função apenas conhecendo algumas das suas abscissas e respectivas ordenadas (imagens). Assim, em suma, a interpolação constitui-se num método de estimar um parâmetro para o qual não existe informação disponível, considerando-se que os pontos próximos no espaço tendem a ter valores mais semelhantes do que pontos mais afastados. Segundo Miranda (2005), o processo de interpolação é constituído de duas partes, sendo a primeira a definição de um relacionamento de vizinhança, e o segundo, a definição de qual método calculará os valores desconhecidos.

Fundamentado neste contexto teórico, o presente trabalho buscou estimar a precipitação pluviométrica do Território de Identidade Portal do Sertão, no Estado da Bahia, tendo em vista que dos dezessete (17) municípios que compõem esta região, apenas dez deles dispõem de dados climatológicos, sendo suas estações, irregularmente distribuídos. Desta

forma, tem-se como objetivo avaliar o desempenho de interpoladores na elaboração de carta de isoietas anual. Não se pretendeu na pesquisa discutir os algoritmos em si, mas os seus resultados específicos para uma dada aplicação.

Diferentemente de temas como solo, uso do solo, unidades geomorfológicas, etc os mapas apresentados na forma de polígonos não se aplicam à representação de fenômenos da atmosfera terrestre, como é o caso da pluviosidade e de outros elementos do clima, dado seu comportamento contínuo e não na forma de objetos distintos. Neste caso pode-se simplificar o fenômeno e representá-lo a partir de isolinhas (isopletas) associadas a intervalos de variação. Neste caso, a Interpolação Espacial, portanto, diz respeito a um conjunto de técnicas que visam à criação de uma superfície contínua a partir das amostras pontuais, sendo estas, as estações e postos meteorológicos.

Os métodos de interpolação utilizados mais comumente para este tipo de representação são: inverso ponderado da distância; krigagem; curvatura mínima ou spline; vizinho mais próximo; triangulação com interpolação linear; médias móveis e polinômio local.

1.2 Área de estudo

O território identidade Portal do Sertão está localizado no Estado da Bahia, região nordeste do Brasil (Figura 01), entre as coordenadas 11° 40' S e 39° e 40' W e 12° e 40' sul e 38° e 20' W, composto pelos municípios pertencentes à região administrativa do Paraguaçu como: Feira de Santana, São Gonçalo dos Campos, Conceição de Feira, Santo Estevão, Ipecaetá, Antônio Cardoso, Anguera, Tanquinho, Santa Bárbara, Santanópolis, Coração de Maria, Amélia Rodrigues, Teodoro Sampaio, Terra Nova, Conceição do Jacuípe, Iará e Água Fria.

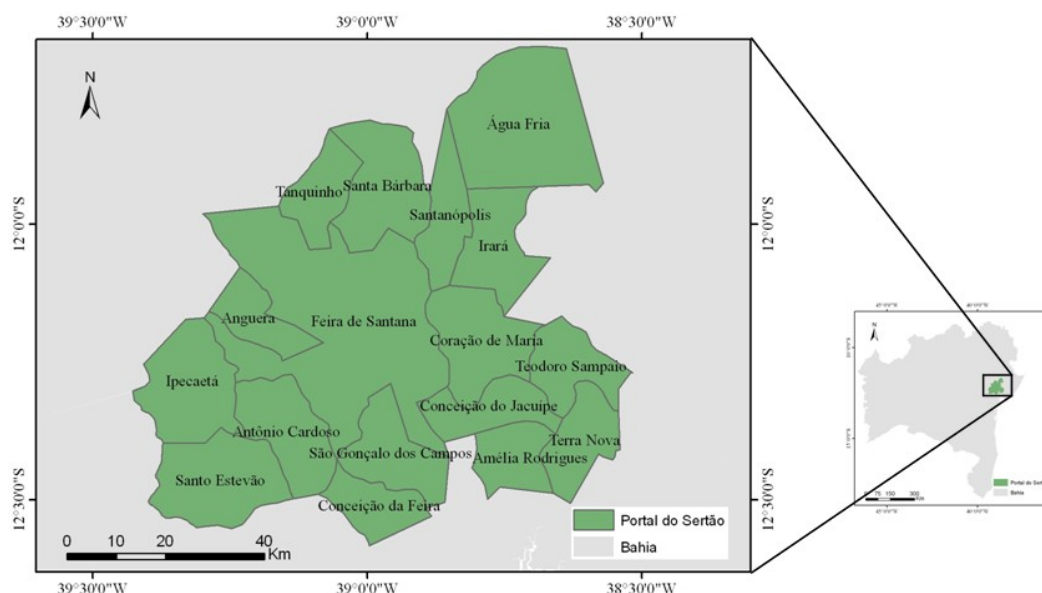


Figura 01: Localização do território identidade Portal do Sertão

A posição geográfica de baixa latitude garante ao Portal do Sertão a incidência durante todo o ano de forte radiação solar e elevadas temperaturas determinando a média térmica anual de aproximadamente 24°C. O índice pluviométrico médio varia de valores acima de 600 mm (áreas mais secas) a 1500 mm anuais (regiões mais úmidas próximas ao litoral). Assim, a precipitação pluviométrica é o elemento mais representativo na definição do quadro climático, especialmente no que concerne ao aspecto quantitativo e na manutenção das condições hidrológicas durante o ano.

Geomorfologicamente a área possui na porção leste a bacia sedimentar recôncavotucano composta basicamente por arenitos, esta se caracteriza por uma dissecação acentuada e um alto grau de entalhamento dos talwegues; a porção centro-sul está localizada sobre o planalto pré-litorâneo e possui um predomínio de relevos de topos planos, serras e depressões intramontanas; na área centro-norte localiza-se a depressão sertaneja, caracterizada pela coalescência de pedimentos funcionais ou, retocados por drenagem incipiente e por vestígios de maciços rochosos formando os afloramentos de relevos residuais da depressão sertaneja.

No tocante aos solos da região, nota-se um predomínio de Planossolos na porção Leste, podendo-se encontrar faixas áreas de Neossolos litólicos, Argissolos (Ipecaetá), Chernossolos (Santo Estevão) e Latossolos estes últimos, na área Sudoeste. A porção Leste do Portal do Sertão constitui-se, de forma predominante, de Argissolos algumas áreas espaçadas de Latossolos (Água Fria e Coração de Maria) e Vetissolos (Terra Nova). A região possui um intenso uso do solo, caracterizado, principalmente, por pecuária e agricultura familiar não irrigada, desta forma, caracterizam-se como altamente dependente do regime pluviométrico. As áreas de Caatinga arbórea-arbustiva e de floresta estacional se encontram espalhadas por todo o território na forma de pequenas manchas, destaca-se ainda uma faixa de reduto de cerrado no nordeste da área, município de Água Fria, onde também se verifica uma área de reflorestamento.

1. Metodologia

2.1 Materiais utilizados:

- Dados pluviométricos das estações e postos meteorológicos disponibilizados pela ANA (site widroweb);
- Área do Portal do Sertão e municípios circunvizinhos.
- Software para interpolação dos dados, Surfer 8;
- Software Excel 2007 para tabulação dos dados;
- Computadores para análise dos dados.

2.2 Procedimento metodológico

A utilização de métodos de interpolação espacial de dados está se tornando cada vez mais difundido no contexto das análises geográficas. Portanto, a partir de uma revisão de literatura, foi possível a escolha dos métodos aqui trabalhados, essa seleção tentou abranger os principais modelos de interpoladores utilizados na análise de dados espaciais, como: inverso ponderado da distância; krigagem; curvatura mínima ou spline e triangulação com interpolação linear. Como a rede de estações e postos meteorológicos da área do território identidade Portal do Sertão possui sérias limitações, tanto no que se refere à existência de lacunas nas séries temporais e em sua distribuição espacial, procurou-se utilizar a pluviosidade da referida área juntamente com a dos municípios do entorno, tendo em vista que, em estudos climatológicos, não se devem respeitar rigorosamente as fronteiras político-administrativas, neste caso, do território identidade.

Os dados adquiridos foram formatados em planilhas estatísticas e processados, buscando homogeneizar as informações gerando os valores médios da precipitação. Cabe salientar no tocante às séries históricas utilizadas, que apesar da recomendação da OMM de se utilizar um mínimo de 30 anos em estudos de climatologia, neste trabalho, devido às graves limitações temporais nos dados pluviométricos da área, optou-se por utilizar um intervalo temporal mais curto (mínimo de dez anos), com o objetivo de montar uma rede espacial o mais ampla quanto possível.

Após sua tabulação, os dados foram espacializados (Figura 02), tomando-se como base as coordenadas geográficas das estações, também disponibilizadas no site da ANA. Posteriormente foi realizado o processo de interpolação no software Surfer 8, a análise

comparativa dos métodos adotados foi realizada primeiramente através de inspeção visual dos diagramas.

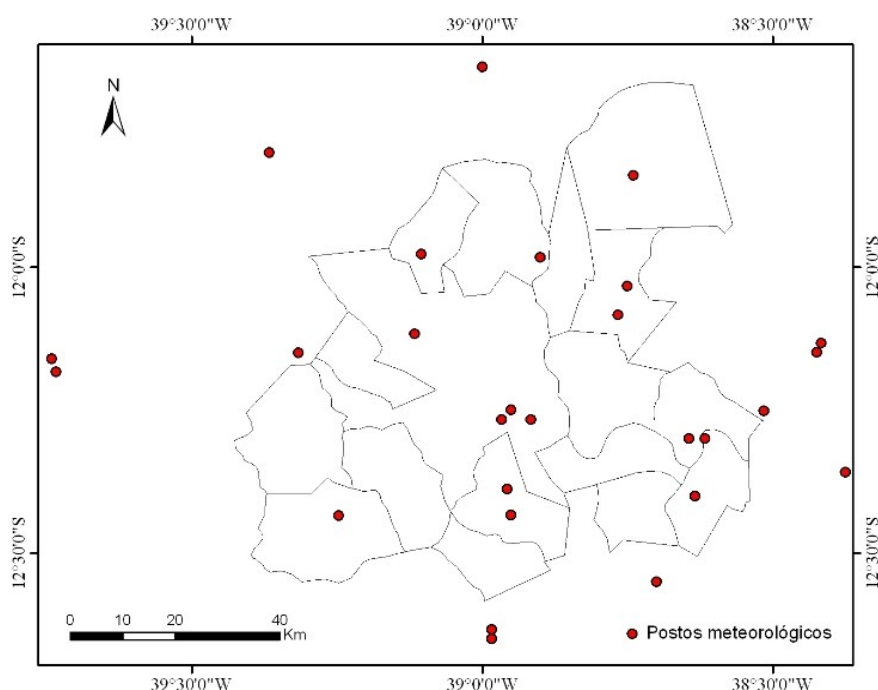


Figura 02: Espacialização das estações e postos pluviométricos do Portal do Serão e de seu entorno.

2. Resultados e discussões

Cada tipo de interpolador possui características próprias que os distinguem. Entre essas características destacam-se as variações entre os interpoladores do tipo global, estes que segundo Miranda (2005, p.267) “procuram ajustar um modelo de superfície usando todos os pontos de dados conhecidos simultaneamente”, ou seja, usam uma única função para toda a área de estudo; e os interpoladores locais, estes que “concentram-se em pequenas regiões no entorno do ponto sendo interpolado para assegurar que as estimativas sejam feitas apenas com os dados de vizinhança” (MIRANDA, 2005 p.267). Os interpoladores podem também variar quanto à transição (abrupta ou gradual), ao seu caráter (determinístico ou probabilístico) e quanto à exatidão, sendo caracterizados como exatos ou inexatos, neste sentido, destaca-se que interpoladores exatos respeitam os dados existentes, enquanto os inexatos ou aproximados assumem incertezas (erros) nos dados existentes.

3.1 Inverso da distância

Também chamado de IDW (Inverse Distance Weighted), o inverso ponderado da distância é um método puramente matemático, segundo Miranda (2005), este método estima um valor para um local não amostrado como uma média dos valores dos dados dentro de uma vizinhança. O cálculo da média é ponderada pela distância entre o ponto a ser interpolado e seus vizinhos, destaca-se que o peso da distância é ajustado por um expoente, isso implica que, quanto maior expoente, maior será a influência da distância. A figura 03 apresenta a aplicação do método com dois expoentes distintos, a figura da direita apresenta expoente “2” e a da direita “4”.

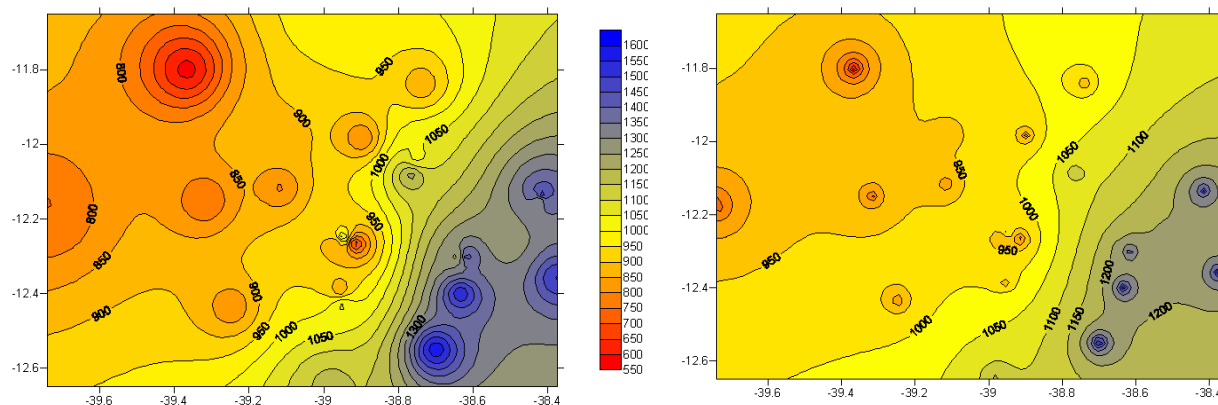


Figura 04: IDW aplicado ao território Identidade Portal do Sertão, a esquerda aplicação do método com expoente “2” e a direita expoente “4”

Verificou-se que quando o expoente é maior a influência da distância aumenta, isso se deve à equação adotada por este algoritmo, onde a variável distância é elevada a qualquer expoente (escolhido pelo manipulador), variando assim seu grau de influência. Outra observação é que este método possui uma tendência a formar contornos concêntricos ao redor dos pontos de amostragem (ANDRIOTTI, 2009). Essa tendência é explicada também pelo caráter estatístico do método, de forma que a influência de cada ponto tende a ter um raio de ação definido de forma igual em todas as direções o que possibilita a formação de círculos.

3.2 Mínima curvatura (Spline)

Segundo Andriotti (2009), essa é uma técnica de interpolação que se utiliza de um polinômio para gerar uma superfície que minimize a curvatura da mesma, resultando em uma superfície suavizada que passa através dos pontos amostrados reproduzindo os valores da variável. O mesmo autor destaca que isto não ocorre sempre, não podendo, desta forma, ser considerado um interpolador exato. A figura 05 apresenta o modelo de espacialização das chuvas gerado pelo método da mínima curvatura.

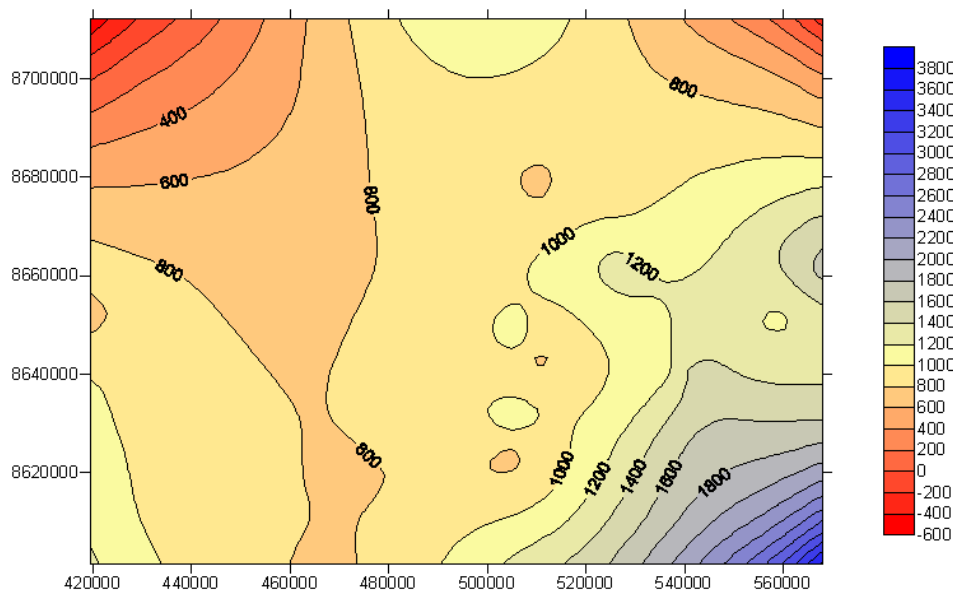


Figura 06: Spline aplicado a área de estudo

Verificou-se que este interpolador, apesar de possibilitar uma boa visualização cartográfica das chuvas, devido ao seu caráter de continuidade e de sua característica de suavização, não se apresenta como um bom modelo para a espacialização da pluviosidade, visto que este, por suavizar o resultado, não é contempla as mudanças bruscas do fenômeno, possibilitando a geração de erros na malha gerada.

3.3 Triangulação com interpolação linear

Existem vários métodos de triangulação diferenciados entre si, no entanto o método aqui empregado é o mais usado. Este tipo de triangulação se utiliza da “triangulação de Delaunay” e possui a propriedade de produzir triângulos o mais próximos de equiláteros quanto possível, e apresentam um bom comportamento na interpolação numérica (MIRANDA, 2005). A figura 07 apresenta o resultado do processamento desta técnica para o território identidade portal do Sertão.

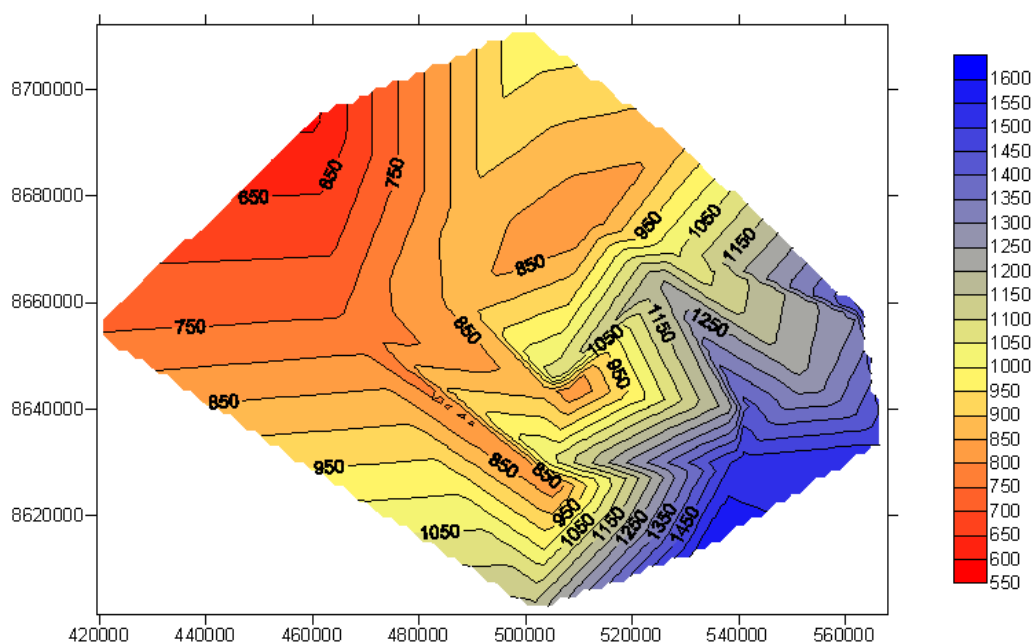


Figura 07: Triangulação de Delaunay aplicado a área de estudo

Este método é considerado de estimativa direto, pois, os contornos por ele gerados derivam diretamente dos dados amostrados. Uma consequência desta característica é que nos métodos de triangulação, a exemplo do aqui adotado, não permitem a extrapolação dos dados para fora do domínio das estações amostradas.

A alta dependência dos pontos amostrados faz com que os resultados gerados pela triangulação, a partir de uma malha de pontos pouco densa, não seja tão efetiva. Um fator positivo deste método está ligado à possibilidade de acomodar as discontinuidades naturais do fenômeno, diferentemente, por exemplo, do Spline que ao suavizar a superfície gerada, pode alterar os valores dos próprios pontos amostrados.

3.4 Krigagem

A krigagem é um método de interpolação que se utiliza de geoestatística, este, possui em sua base conceitual dois importantes fundamentos, o das variáveis regionalizadas e das funções aleatórias (MIRANDA, 2005). Na krigagem, o processo assemelha-se ao da interpolação por média ponderada (IDW), diferenciando-se que neste método, os pesos são determinados a partir de uma análise espacial, baseado no semi-variograma.

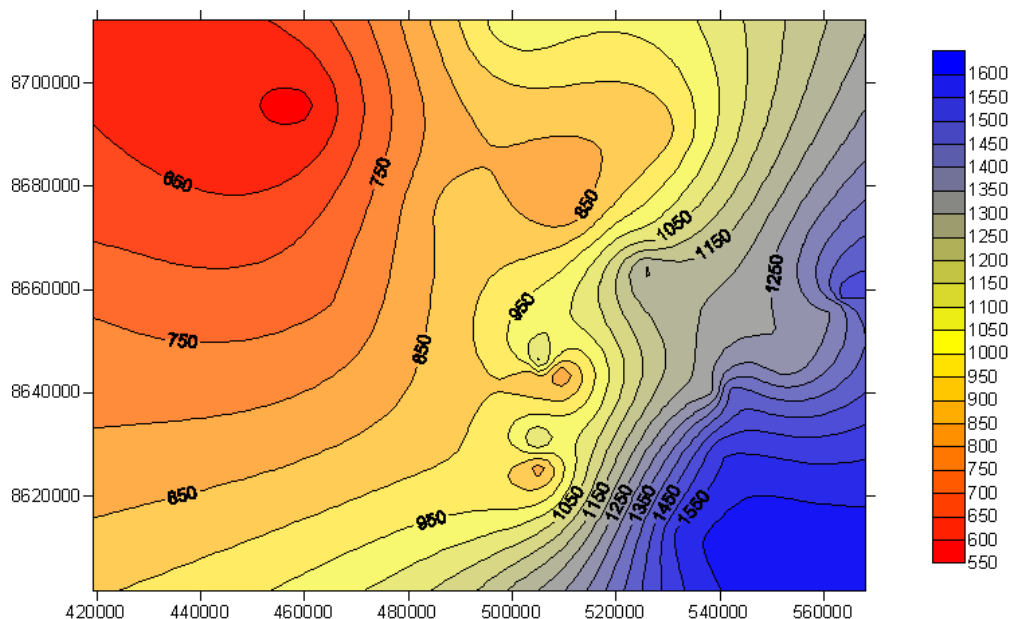


Figura 08: Modelo de espacialização das chuvas gerado pela krigagem

Observa-se que, no tocante a espacialização do fenômeno pluviométrico, o modelo gerado pela krigagem se apresenta como o mais apto a representação, possibilitando a geração da carta de isoietas com boa fidelidade aos dados amostrados.

3. Considerações Finais

Entre os métodos analisados, o diagrama resultante da triangulação, não permitiu a extrapolação para fora do domínio das estações amostrais. Os melhores resultados foram obtidos pela krigagem, seguidos pela curvatura mínima e inverso ponderado da distância. Considerando-se que a interpolação fornece apenas uma estimativa de um valor baseado em outros valores conhecidos acredita-se que a distribuição das estações e a baixa densidade de dados foram responsáveis pela má qualidade dos resultados obtidos pela maioria dos interpoladores analisados e a resolução das grades de interpolação devem ter coerência com resoluções de malhas amostrais.

Os resultados alcançados confirmam o grau de relevância deste estudo, especialmente no âmbito da medição de dados pluviométricos, uma vez que estes estão diretamente ligados ao planejamento agrícola, planejamento e gestão dos recursos hídricos e avaliação ambiental. Da mesma forma, diante da intensa disseminação de softwares que disponibilizam destes métodos, os resultados também contribuem no sentido de enfatizar uma análise do método mais adequado a ser utilizado, em função do seu dado disponível, no desenvolvimento de uma pesquisa.

4. Referências

- ANDRIOTTI, José Leonardo Silva. **Fundamentos de Estatística e Geoestatística**. São Leopoldo, RS: Unisinos. 2ª reimpressão, 2009
- BAHIA/SEI. **Sistemas de Informações Geográficas do Estado da Bahia (SIG-Bahia)**. Escala 1:1.000.000. Salvador. CD Rom. 2003.
- MIRANDA, José Iguelmar. EMBRAPA INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Fundamentos de sistemas de informações geográficas**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2005.- 425p.
- DRUCK, Suzana; et al. EMBRAPA CERRADOS. **Análise espacial de dados geográficos**. Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 2004.- 209p.

SILVA, Ardemírio de Barros. **Sistemas de informações geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. São Paulo, SP: Universidade de Campinas, 1999. 236 p.

SILVEIRA, Telma de Assis; SILVA, Douglas dos Santos; GUANDIQUE, Manuel Enrique Gamero. **Análise espacial da pluviométrica para o evento do El niño na Bacia Hidrográfica S-MT**. <http://bt.fatecsp.br/arquivos/bt_23/052.pdf> Acessado em 11 de fevereiro de 2010

SEIXAS, J. **Estatística Ambiental e Tecnologias de Informação geográfica: Métodos de Interpolação**. FCT-UNL, 2007