

## **Espacialização de dados de precipitação e avaliação de interpoladores para projetos de drenagem agrícola no estado de Goiás e Distrito Federal**

Magno Henrique dos Reis<sup>1</sup>  
Nori Paulo Griebeler<sup>1</sup>  
Pedro Henrique Lopes Sarmiento<sup>1</sup>  
Luiz Fernando Coutinho de Oliveira<sup>1</sup>  
Janaína Moura de Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Goiás UFG/EA  
Caixa Postal 131 – 74001970 – Goiânia – GO, Brasil  
magno@agro.grad.ufg.br, (nori, lfco)@agro.ufg.br e (sarmientodv,  
nina.janaina)@pop.com.br

**Abstract.** The knowledge of the precipitation has great importance for the accomplishment of projects in the agricultural area. In view of that the availability of precipitation data is restricted to few climatologic stations, becomes necessary the estimate of the expected values for the too much localities. Ahead of this, it was become fulfilled, on the basis of given of 122 climatologic stations, the spatialization of the required precipitation data for projects of draining in the State of Goiás and the Federal District using the methods of interpolation of the Inverse of the Distance's Power (IPD) and Kriging (KG). It was verified the space distribution and accuracy of the interpolated values, as well as its variants. Both the used methods and variants had revealed adequate for the accomplishment of the spatialization, however, had been observed expressive differences which arrived 21%. The lesser observed absolute difference between the generated values was gotten enters the variants of the KG method. In relation to the expected values of precipitation, the IPD method revealed better.

**Palavras-chave:** interpolation, precipitation, GIS, agricultural draining, interpolação, precipitação, SIG, drenagem agrícola.

### **RESUMO**

O conhecimento da precipitação tem grande importância para a realização de projetos na área agrícola. Tendo em vista que a disponibilidade de dados de precipitação é restrita a poucas estações climatológicas, torna-se necessária à estimativa dos valores esperados para as localidades nas quais não haja disponibilidade de dados. Diante disso, realizou-se, com base em dados de 122 estações climatológicas, a espacialização dos dados de precipitação requeridos para projetos de drenagem no Estado de Goiás e no Distrito Federal utilizando os métodos de interpolação do Inverso da Potência da Distância (IPD), e Kriging (KG). Foram verificadas a distribuição espacial dos dados interpolados e acuracidade dos interpoladores e suas variantes. Ambos os métodos e suas variantes utilizados mostraram-se adequados à realização da interpolação, sendo, porém, observadas diferenças pontuais expressivas, as quais chegaram a 21%. A menor diferença absoluta observada entre os valores gerados foi obtida entre as variantes do método de KG, no entanto, os melhores resultados, quando comparados os valores de precipitação esperados e aqueles gerados pela interpolação, foram obtidos com o método do IPD.

## 1. INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre a distribuição e o comportamento das precipitações é de fundamental importância para o desenvolvimento de projetos hidroagrícolas. Dependem do conhecimento das precipitações o planejamento e o manejo de sistemas de irrigação, a escolha de épocas para o plantio, o manejo do solo com fins conservacionistas, o dimensionamento de sistemas de drenagem entre diversas outras atividades.

A frequência de ocorrência das precipitações e a seqüência com que estas ocorrem, apresenta grande importância nos estudos relativos à erosão dos solos. Nesses estudos as características de precipitação normalmente utilizadas, são a intensidade e a duração dos eventos, porém, a ocorrência de precipitações contínuas ou mesmo com intervalos curtos entre eventos pode vir a provocar grandes prejuízos no tocante à erosão dos solos mesmo que sua intensidade seja baixa.

Em estudos hidrológicos necessita-se, além do conhecimento das precipitações máximas observadas nas séries históricas, da previsão das precipitações máximas que possam vir a ocorrer na localidade com determinada frequência (Villela e Mattos, 1975). A qualidade dos resultados esperados nas estimativas esta intimamente ligada a disponibilidade de dados de precipitação e a qualidade destes dados, bem como a sua distribuição espacial.

As informações sobre as características das precipitações máximas de curta duração são de extrema importância, com aplicações em planejamentos agrícolas e em projetos hidráulicos em geral. Garcez (1976) atenta para o fato de que, para a obtenção de valores extremos de precipitação, é necessário estabelecer a relação entre intensidade, duração e frequência.

Também em estudos e projetos para conservação do solo e da água, as chuvas de alta intensidade apresentam-se como as mais importantes, uma vez que, normalmente, o solo não consegue infiltrar a água na mesma taxa com que ocorre a precipitação, gerando elevadas vazões e energias de escoamento superficial. Sendo assim, práticas para o controle da erosão no meio rural utilizam informações relacionadas tanto à intensidade de precipitação como à capacidade de resistência dos solos ao desprendimento de partículas.

A disponibilidade de informações sobre precipitações para a região Centro-Oeste do Brasil ainda mostra-se bem deficiente, sendo a pequena quantidade de estudos e a malha restrita de estações pluviométricas as principais causas. Isto tem levado a utilização de informações sobre precipitações de forma inadequada, adotando-se valores a sentimento ou utilizando informações de outras regiões ou mesmo Estados, fazendo com que os valores adotados sejam, muitas vezes, discrepantes daqueles que realmente ocorrem na região de interesse.

Com o intuito de determinar características de precipitações intensas para a região Centro Oeste, Costa e Prado (2002) desenvolveram equações que relacionam intensidade, duração e frequência de precipitação (IDF) para 16 localidades do Estado de Goiás e sul do Tocantins.

Para estudos de Drenagem também são requeridas informações de precipitação. Os problemas de drenagem em terras agrícolas aparecem em razão do excesso de água sobre a superfície do terreno e imediatamente abaixo dela, pela elevação do lençol freático nas áreas mais planas e do controle da água escoada nas encostas através das práticas de conservação do solo e água (PIZARRO, 1985). Para que obras de drenagem sejam corretamente dimensionadas, são necessárias tanto informações sobre o solo quanto das precipitações esperadas.

A utilização de técnicas de espacialização, disponíveis nos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), facilita a verificação da forma como estas precipitações se distribuem no espaço, bem como a associação com diferentes fatores do ambiente. Estas técnicas,

conforme Hashmi et al., citado por Freitas et al. (2001), permitem abranger grandes regiões com agilidade e precisão.

A incorporação de funções direcionadas à hidrologia e aos recursos hídricos, tais como a manipulação de modelo numérico do terreno com a habilidade de extrair características fisiográficas e representativas do fluxo, caracteriza parcialmente a funcionalidade que os SIG's podem representar para o avanço dessa ciência.

A expansão da utilização de Sistemas de Informações Geográficas tem permitido a caracterização espaço-temporal de variáveis ambientais, dentre as quais se incluem as agroclimáticas. O desenvolvimento de sistemas computacionais para aplicações gráficas vem, cada vez mais, influenciando as áreas de cartografia, mapeamento, análise de recursos naturais e planejamento urbano e regional.

Existem diversos métodos disponíveis para a realização da espacialização de dados pontuais, permitindo a geração de resultados bastante diferenciados dependendo da forma como são utilizados. Para dados climáticos, os mais utilizados o Inverso da Potência da Distância (IPD) e a Kriging (KG). O método IPD estima a variável de interesse atribuindo maior peso a pontos mais próximos; é a técnica de interpolação mais simples. Já o método KG atribui pesos para minimizar a variância das estimativas. Vários trabalhos têm utilizado métodos de interpolação espacial para estimativas de variáveis ou parâmetros geograficamente distribuídos, no entanto não tem se atentado para a necessidade de definir qual o melhor método de interpolação. Não existem, até o momento, evidências que um método qualquer seja o melhor para diversas condições, com isto é importante determinar o melhor método para cada circunstância (Lennon e Tunner, 1995). Caruso e Quarta (1998) e Özdamar et al. (1999) realizaram comparação entre diferentes métodos de interpolação, visando verificar a acuracidade dos mesmos.

Com base nestes aspectos o presente projeto teve por objetivo espacializar dados de precipitação para projetos de drenagem na área do Estado de Goiás e Distrito Federal; verificar a variabilidade espacial das precipitações para projetos de drenagem no Estado de Goiás; e analisar a acuracidade dos interpoladores utilizados na espacialização.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido no laboratório de Geoprocessamento da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás (EA/UFG). Para a realização do trabalho foi utilizadas uma base de dados de precipitação e uma base de dados digital.

### **2.1. Geração da base de dados de precipitação**

A base de dados de precipitação foi obtida a partir da análise de frequência de precipitação das séries históricas de dados pluviométricos obtidos da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), sendo utilizadas 122 estações climatológicas.

Para tanto foi utilizada, para a determinação da chuva necessária para a realização de projetos, a metodologia apresentada por Pizarro (1985). Nesta metodologia, a determinação da chuva para a realização de projetos de drenagem é realizada mediante a análise da frequência dos valores de precipitação presentes nas séries históricas de dados pluviométricos, sendo os dados classificados em ordem decrescente com intervalo de classe igual a 5 mm e, a cada valor, é atribuído o seu número de ordem, sendo posteriormente analisada a frequência com que cada evento é igualado ou superado.

A chuva crítica para a realização de projetos de drenagem é aquela que é igualada ou superada 5 vezes ao ano. Estas precipitações foram obtidas para cada estação pluviométrica presente na base de dados.

## **2.2. Base de dados digital**

A base de dados digitais foi constituída dos limites do Estado de Goiás e de seus municípios, bem como a localização das estações climatológicas utilizadas.

A base Geográfica do Estado foi obtida a partir do SIG-Goiás, produzido pela Agência Goiana de Desenvolvimento Industrial e Mineral (AGIM). Esta base, no formato shp, foi importada utilizando o software CartaLinx e exportada para o software Idrisi. Neste software, esta base geográfica foi convertida para o formato Raster.

A base de dados referentes às estações climatológicas foi posteriormente importada pelo software Idrisi, por meio de um arquivo no formato X, Y e Z (Longitude, Latitude, e precipitação), bem como pelo software Surfer, de modo a compor arquivo vetorial contendo as informações de localização e de valores de precipitação utilizados.

## **2.3. Geração dos mapas de precipitação**

Para a geração dos mapas de precipitação, os valores de precipitação foram interpolados no software Surfer utilizando os interpoladores do Inverso da Potência da Distância (IPD) com expoentes 2, 3, 4 e 5, bem como utilizando o interpolador Geoestatístico de Kriging linear, esférico e exponencial, gerando diferentes mapas de precipitação. Com a interpolação gerou-se arquivos no formato GRD (grid), os quais foram posteriormente importados pelo software Idrisi, no qual a área de interesse foi separada e os dados analisados.

## **2.4. Variabilidade espacial dos interpoladores**

A variação da distribuição dos valores de precipitação espacializados para o Estado de Goiás e Distrito Federal utilizando os diferentes interpoladores e a alteração dos seus parâmetros foi realizada por meio da comparação visual nos mapas temáticos gerados para cada modelo utilizado. Para facilitar esta visualização, no software Idrisi, os mapas foram reclassificados (Reclass) em classes de 5 mm de precipitação.

A análise também foi realizada por meio de operações matemáticas de subtração (Overlay) entre mapas gerados por diferentes interpoladores e suas variantes. Desta forma foi possível a verificação quantitativa de diferenças pontuais nos valores de precipitação gerados para cada modelo.

## **2.5. Acuracidade dos interpoladores**

Para a verificação da acuracidade dos interpoladores e suas variantes foi utilizada a metodologia proposta por Caruso e Quarta (1998). Assim, a partir do arquivo base de dados de precipitação, contendo todas as estações climatológicas foram gerados novos arquivos, sendo que, em cada arquivo, uma estação foi extraída e a interpolação realizada com o novo número de estações. Foram tomadas nesta análise as estações localizadas em diferentes regiões do Estado de Goiás. O valor gerado para cada interpolador e sua variante foi comparado com o valor real de precipitação da localidade e analisado as diferenças observadas.

# **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

## **3.1. Espacialização dos valores**

Nas **Figuras 1 e 2** são apresentados os mapas temáticos de precipitação gerados pelos diferentes interpoladores utilizados.

Observa-se nas imagens apresentadas nas **Figuras 1 e 2** que ocorreram variações entre os diferentes interpoladores utilizados. Na **Figura 1**, na qual são apresentadas as imagens obtidas com o interpolador IPD, observa-se um aumento dos maiores valores de precipitação a medida em que fora aumentando o expoente do interpolador, caracterizado pelas tonalidades mais escuras das imagens. Este fato deixa claro que as variações dos parâmetros de entrada podem alterar o resultado e assim interferir na qualidade do valor obtido.

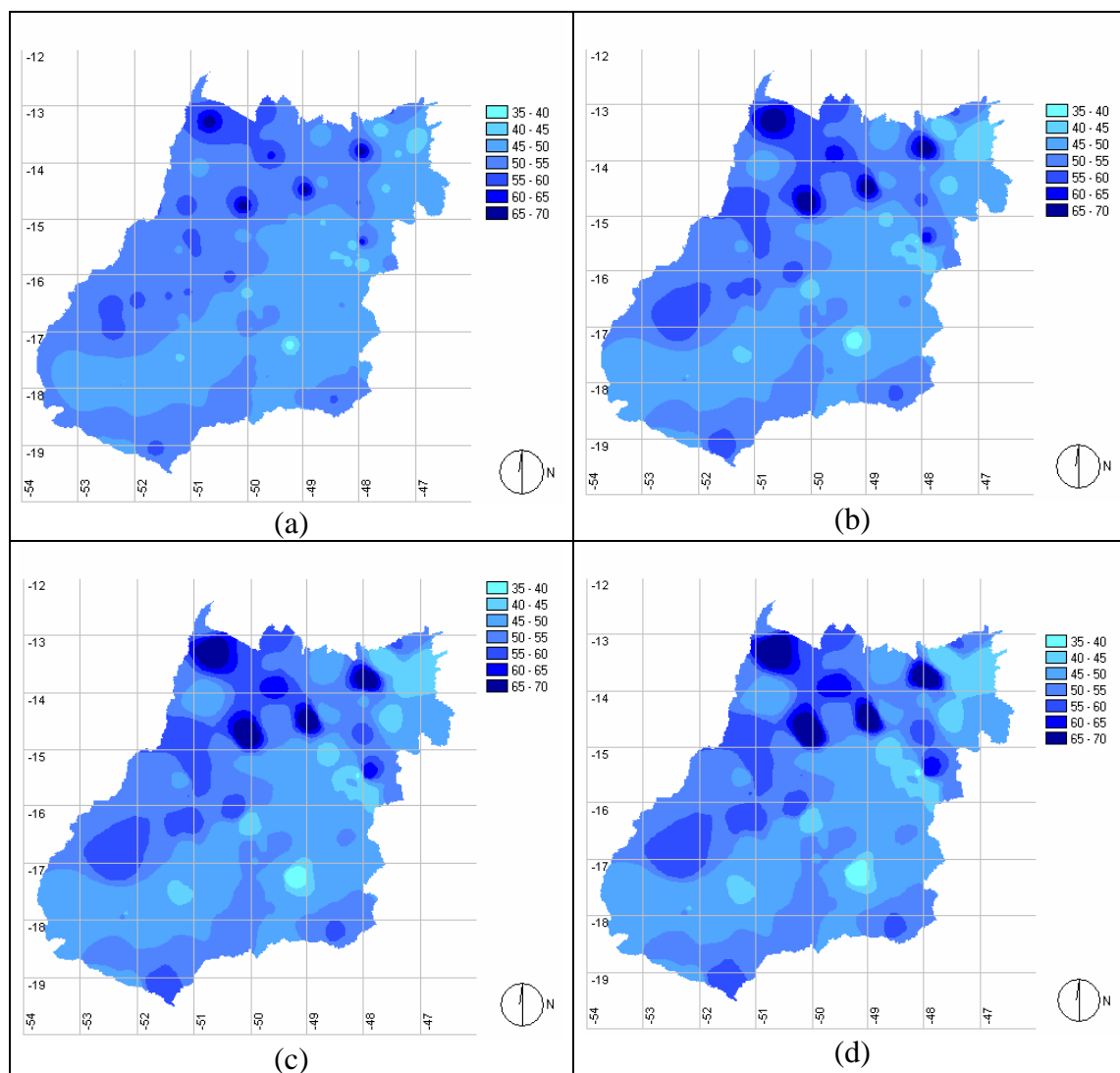


Figura 1. Mapas temáticos de precipitação gerados utilizando o interpolador inverso da potência da distância (IPD) com expoente 2 (a); expoente 3 (b); expoente 4 (c) e expoente 5 (d).

Já para as imagens obtidas com o uso do interpolador KG (**Figura 2**) e suas variantes, não são observadas variações visuais tão intensas quanto aquelas observadas para o IPD. No entanto, quando comparadas as imagens obtidas com KG e IPD, observa-se consideráveis diferenças, mais evidenciadas na região Norte do Estado de Goiás.

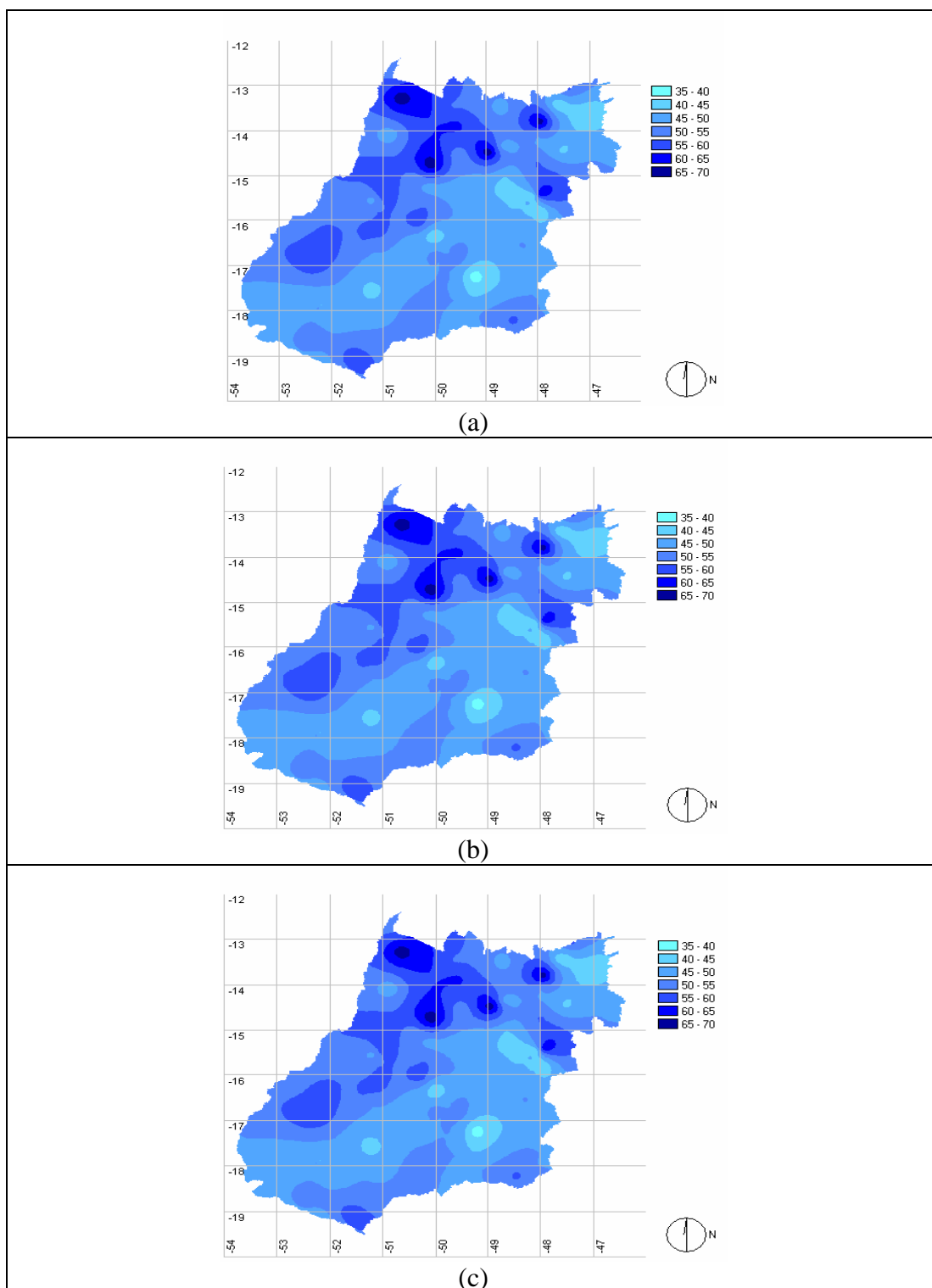


Figura 3. Mapas temáticos de precipitação gerados utilizando o interpolador Kriging Linear (a); Spherical (b) e exponencial (c).

### 3.2. Variabilidade espacial dos interpoladores

As diferenças pontuais geradas entre as variantes de expoentes do interpolador IPD foram aumentando a medida que a diferença entre os expoentes foi aumentada, chegando a 21 % (IPD5-IPD2). Analisando a diferença entre o IPD2 e IPD4, as variantes comumente utilizadas para espacialização de dados de precipitação, observa-se que a variação

apresentada neste trabalho, entre o IPD com expoente 4 em relação ao expoente 2, variou de -18% a +15%. Estes valores ressaltam a necessidade de estudos mais apurados sobre a utilização de dados gerados por meio de algoritmos para regiões nas quais estes não existam.

Já entre as variantes do interpolador KG as variações pontuais mostraram-se bastante reduzidas. No entanto, quando comparado com IPD, as diferenças mostraram-se mais acentuadas, chegando a 18% para IPD2 e IPD4, 14% para IPD3 e 21% para IPD5, não mostrando assim, uma relação direta com o aumento do expoente do interpolador IPD.

### 3.3. Acuracidade dos interpoladores

Quadro 1. Valores reais de precipitação e valores obtidos por meio do uso de diferentes interpoladores e variantes.

Localidades	Interpolador*							Valor Esperado
	IPD				KG			
	2	3	4	5	Linear	Exponencial	Spherical	
Alvorada do Norte	<b>48,44</b>	46,98	45,76	44,94	45,52	45,67	45,19	50,00
Aporé	50,20	49,80	<b>49,45</b>	49,16	48,95	49,03	48,81	49,55
Aruanã	53,23	54,26	54,63	54,67	54,37	54,37	<b>54,73</b>	56,19
Bela Vista de Goiás	<b>48,63</b>	47,88	47,61	47,53	47,00	47,00	47,00	49,23
Campos Belos	52,47	<b>54,78</b>	55,57	55,81	55,23	53,23	53,14	54,58
Catalão	50,23	52,06	51,44	<b>51,57</b>	51,16	51,16	50,64	56,19
Corumbáiba	<b>48,24</b>	46,81	45,88	45,41	47,42	47,43	47,31	51,53
Cristalina	48,40	48,56	49,19	<b>49,69</b>	48,55	48,55	48,14	49,56
Edéia	48,23	47,01	46,06	45,30	45,89	<b>48,85</b>	45,81	49,21
Fazenda Papuá	48,89	48,93	48,82	49,57	46,82	46,82	<b>46,79</b>	45,48
Goiânia	<b>51,55</b>	52,59	53,34	53,65	52,30	52,30	52,32	48,99
Iporá	<b>51,58</b>	<b>51,58</b>	<b>51,58</b>	<b>51,58</b>	51,61	51,61	51,61	51,58
Israelândia	52,23	52,51	52,36	52,13	<b>52,79</b>	<b>52,79</b>	52,53	56,02
Jaraguá	<b>50,17</b>	49,97	49,84	49,78	49,70	49,07	49,72	52,50
Mingone	<b>47,15</b>	46,76	46,62	46,50	47,21	47,21	47,16	47,15
Montes Claros de Goiás	53,40	<b>54,32</b>	54,62	54,69	55,13	55,12	55,07	53,92
Mozarlândia	52,98	53,89	54,40	<b>54,72</b>	54,09	54,09	53,82	57,33
Niquelândia	<b>49,78</b>	49,02	48,34	47,93	48,33	48,34	48,15	68,92
Pilar de Goiás	<b>51,25</b>	51,23	51,10	51,08	49,64	49,63	49,87	69,35
Piranhas	52,73	53,18	52,87	52,39	<b>55,87</b>	55,07	55,06	59,68
Pirenópolis	49,57	49,49	49,77	48,66	48,73	<b>48,74</b>	50,19	48,74
Planaltina	45,53	45,32	45,49	<b>45,67</b>	44,79	44,79	44,77	44,52
São Miguel do Araguaia	53,01	53,90	<b>54,09</b>	54,01	54,00	54,02	53,78	68,33

\*IPD – Inverso da potência da distância (2, 3, 4, 5 – expoentes); KG – interpolador Kriging (Linear, Exponencial e Spherical)

As menores diferenças entre os valores reais e estimados pelos interpoladores, em quase todas as localidades, foram obtidas utilizando o método IPD e em relação ao expoente utilizado o IPD 2 mostrou-se mais próximo ao valor real. Os valores obtidos ainda não permitem comentários conclusivos, no entanto apontam para diferenças relacionadas à amplitude dos dados e uniformidade de distribuição das estações climatológicas.

As diferenças na acuracidade em relação aos diferentes expoentes para um mesmo método estão relacionadas aos valores das estações próximas e que serão utilizadas para a geração do valor pontual. Contudo, resultados observados neste trabalho não permitem recomendar um ou outro interpolador, porém, indicam caminhos que possam reduzir os erros cometidos.

#### 4. CONCLUSÕES

- O método do Inverso da Potência da Distância com expoente 2 mostrou-se mais adequado;
- A utilização indiscriminada de um método para a interpolação pode provocar aumento nos custos ou redução na eficiência de projetos hidroagrícolas;
- São necessários estudos mais detalhados para a recomendação de métodos de interpolação que sejam mais adequados às diferentes situações.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARUSO, C. e QUARTA F. **Interpolation Methods Comparison. Computers Mathematical application.** v. 35, p. 109-126, 1998.

LENNON, J. J., TURNER, J. R. G. **Predicting the spatial distribution of climate: temperature in Great Britain.** J. Anim. Ecol., n. 64, os. 670-392, 1995.

PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos.** Madrid: ediciones mundi-prensa, 1985. 542p.

COSTA, A. R. da; PRADO, L. de A. **Espacialização de equações de chuva no cerrado goiano e sul do Estado do Tocantins.** In: XXXI CONBEA-Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola da SBEA. Anais em CD, Salvador, BA, 2002. 09 p.

GARCEZ, L. N. **Hidrologia.** São Paulo: Edgar Blucher, 1976, 249p.

ÖZDAMAR, L., DEMIRHAN, M. e ÖSPINAR, A. **A comparison of spatial interpolation methods and a fuzzy areal evaluation scheme in environmental site characterization. Computers, environment and urban systems,** v.25, p. 399-422, 1999.

VILLELA, S.M., MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: McGraaw Hill do Brasil, 1975. 245p.

EASTMAN, J. R. **Idrisi for Windows versão 2 Manual do usuário.** Porto Alegre. Centro de Recursos Idrisi, Brasil, 1998. 240p. <http://www.ecologia.ufrgs.br/~cridrisi>

FERREIRA, P.A. **Drenagem.** Brasília; DF: abeas, 1987. 86p.