

ANÁLISE ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NA BACIA DO LAGO PARANOÁ: COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE INTERPOLAÇÃO

Hugo Crisóstomo de Castro Filho
Universidade de Brasília
hugo.geapr@gmail.com

Ercília Torres Steinke
Universidade de Brasília
erciliaunb@gmail.com

Valdir Adilson Steinke
Universidade de Brasília
valdirsteinke@gmail.com

CLIMATOLOGIA: APORTES TEÓRICOS, METODOLÓGICOS E TÉCNICOS

Resumo

O trabalho teve por objetivo comparar os interpoladores: inverso do quadrado da distância, krigagem ordinária e spline usando observações de precipitação pluvial média anual, de modo a dar suporte para a análise do comportamento espacial da chuva e do planejamento urbano, especialmente no que se refere à ocorrência de eventos extremos. Escolheu-se como recorte o Distrito Federal, mais especificamente a Bacia do Paranoá, por tratar-se da área que abrange a maior parte do perímetro urbano. Com base em dados fornecidos pela Companhia de Água e Esgoto de Brasília, bem como na Normal Climatológica elaborada pelo Instituto Nacional de Meteorologia, foi analisado o período de 1990 a 2008, em 13 estações tendo por parâmetro a data de dez de abril. Os resultados mostraram que a diferença entre os valores observados e estimados pelo spline foi menor do que para outros métodos, indicando ser esse o interpolador a ser usado na distribuição espacial da precipitação pluvial para os dados em estudo. Por fim, tenciona-se ampliar a discussão acerca da definição e dos parâmetros de avaliação de evento extremo, propondo-se uma apreciação que envolva uma quantidade maior de variáveis relativas aos aspectos do planejamento urbano.

Palavras Chave Interpolação, Spline, Chuva, Evento extremo.

Abstract

The objective of this paper is to compare interpolations algorithms: inverse square distance, ordinary kriging e spline using observations of annual precipitation average in order to provide support for the analysis of rain's spatial behavior and for urban planning, especially with regard to the occurrence of extreme events. The Federal District was chosen as the spatial cut, more specifically the Paranoá basin, because it is the area that covers most of the urban perimeter. Based on data provided by the Water and Sewage Company of Brasília, as well as the Climatological Normal developed by the National Institute of Meteorology, the study aims to analyze the period from 1990 to 2008, of 13 stations, having as parameter the date of April 10th. The difference among the observed and predicted values for spline was smaller than for the other methods, indicating to be this one the interpolator to be used in the spatial distribution off precipitation for this data. Finally, it is intended to broaden the discussion about the definition and evaluation parameters of extreme event, proposing an assessment involving a larger number of variables related to aspects of urban planning.

Keywords Interpolation, Spline, Rain, Extreme event.

Introdução

Conhecer o comportamento espacial da chuva é hoje vital para pensar o desenvolvimento e o planejamento urbano e também a gestão dos recursos hídricos. Sabendo disso, Almeida (2000) trata a precipitação pluviométrica como elemento mais irregular espacial e temporalmente, causando impactos em diversas atividades humanas. No entanto, e apesar dos evidentes problemas causados por eventos pluviométricos, principalmente em áreas urbanas, o registro e a obtenção de dados e informações sobre a chuva ainda se mantêm com prioridade muito baixa nos sistemas de informações da gestão urbana.

O Distrito Federal pode ser considerado como privilegiado na coleta de dados sobre precipitação, pois mantém uma rede de aproximadamente trinta estações pluviométricas, em sua imensa maioria nas proximidades das áreas urbanas. Ainda assim, fatores como a falta de disseminação e tratamento estatístico adequado dos dados de maneira constante e sistematizada são, ao mesmo tempo, causa e consequência da pequena quantidade de estudos e da limitada rede de estações pluviométricas. Por conseguinte, as informações e dados têm sido, muitas vezes, utilizadas de forma equivocada, produzindo resultados duvidosos e/ou pouco confiáveis.

Nesse contexto, Assad (1994) ratifica que, ao se tratar de fenômenos pluviométricos, a primeira grande preocupação é quanto à exatidão dos dados. Para tanto, Monteiro (1951) indica que o período de observação ideal para dados climáticos é de trinta anos. Contudo, é possível observar, a princípio, dois entraves, quais sejam: a inconsistência dos dados – na sua coleta e cobertura do recorte espacial – e sua espacialização.

Na perspectiva espacial, a interpolação matemática é um dos procedimentos utilizados para a melhoria dessa análise espacial dos dados em Climatologia Geográfica. Stark (1979, apud Mazzini e Schettini, 2009) define a interpolação como o processo matemático de se achar valores intermediários entre valores discretos de uma função. Já Burrough (1986, apud Mazzini e Schettini, 2009) descreve interpolação espacial como sendo o procedimento para se estimar valores de propriedade de locais não amostrados, baseando-se em valores de dados observados em locais conhecidos.

Para a Climatologia Geográfica, esse procedimento de interpolação implica, entre outros resultados, a produção de mapas e gráficos, a fim de trazer suporte para a análise comportamental da chuva.

Nessa linha de pensamento, o presente trabalho objetivou testar métodos interpoladores na intenção de dar suporte à análise do comportamento espacial da chuva na bacia do Paranoá, localizada na parte central do Distrito Federal, onde se concentra a maior parte de seu perímetro urbano. Considerou-se, para tanto, a data de dez de Abril dos anos de 1990 a 2008. Os dados utilizados foram

coletados e fornecidos pela Companhia de Água e Esgoto de Brasília (CAESB). O período foi escolhido em decorrência de um evento extremo ocorrido no dia dez de Abril no ano de 2011, que causou danos em vários locais da cidade, sobretudo na Universidade de Brasília (UnB).

Steinke (et al 2006) explica que um desastre climático, aqui caracterizado como evento extremo, pode ser considerado como consequência da combinação entre riscos naturais e atividades humanas. Assim, um risco natural nunca resultará em um desastre em áreas que não apresentem vulnerabilidade.

Entretanto, não foi possível – devido à inconsistência e indisponibilidade de dados – utilizar a série de trinta anos sugerida por Monteiro (1951) e, portanto fez-se uso da Normal Climatológica produzida pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para a comparação com os resultados. O Instituto, responsável pelo monitoramento climático do Brasil, explica que as Normais Climatológicas são obtidas através do cálculo das médias de parâmetros meteorológicos, obedecendo a critérios recomendados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). Essas médias referem-se a períodos padronizados de 30 (trinta) anos, sucessivamente, de 1901 a 1930, 1931 a 1960 e 1961 a 1990.

Como, no Brasil, somente a partir de 1910 a atividade de observação meteorológica passou a ser feita de forma sistemática, o primeiro período padrão possível de ser calculado foi o de 1931 a 1960.

Pretendeu-se, por fim, avaliar o comportamento espaço-temporal da chuva nesse período e correlacioná-lo com o evento extremo em questão.

Área de estudo

O Distrito Federal está localizado entre os paralelos 15°30' e 16°03' de latitude sul e entre o meridiano de 45°25' e 48°12' de longitude oeste, ocupando uma área de 5.783 km². O relevo caracteriza-se por topografia plana a plana ondulada, Grande parte dessas unidades está recoberta por Latossolos e Cambissolos (STEINKE, 2003). A Bacia do Lago Paranoá apresenta uma área de aproximadamente 1.034,07 Km² e se localiza na região central do Distrito Federal, correspondendo cerca de dezoito por cento do território (FERRANTE *et al.*, 2001 apud MAIA *et al* 2005). O lago formou-se no ano de 1959, represando águas dos ribeirões Riacho Fundo, Gama, Torto, Cabeça de Veado e Bananal; além de outros pequenos tributários, e ainda recebe drenagens pluviais urbanas e efluentes de duas Estações de Tratamento de Esgotos de Brasília (ETEB Sul e Norte) (FERRANTE *et al.*, 2001 apud MAIA *et al* 2005).

Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados dados de registro diário das chuvas ocorridas no período de 1990 a 2008 em catorze estações pluviométricas dispostas ao longo da bacia do Paranoá. Os dados foram fornecidos pela CAESB (a figura 1 sintetiza as etapas dos procedimentos metodológicos).

A segunda etapa configurou-se no tratamento e na manipulação dos dados, a fim de organizá-los em tabela em disposição horizontal. Para isso, foram utilizadas uma planilha Excel 2010 e a ferramenta *transpor* para arranjar os dados, sendo isso feito para cada uma das catorze estações. O procedimento seguinte deu-se pelo teste dos interpoladores, que foi realizado, excluindo da tabela os dados da estação mais central – no caso, a estação CAESB. Em seguida, utilizando o *software* ArcMap 9.3, foram gerados mapas interpolados, usando as ferramentas de interpolação do programa, para os métodos: *Inverso do Quadrado da distância (IDW)*, *Kriging* e *Spline*. Em seguida, foram geradas as isoietas (isolinhas) com a ferramenta *contour*, na intenção de avaliar a proximidade do dado interpolado de cada método com os valores reais da estação retirados para a constituição do teste.

Escolhido o método a ser utilizado, a sequência dos trabalhos se concretizou com a geração dos mapas interpolados, agora para cada dia dez de Abril dos anos da série e para o agregado de 240 horas até a data analisada. É importante salientar que, devido a uma metodologia de registro das informações, os mapas definitivos foram gerados com dados do dia 10 de Abril, que representam a coleta das 24 horas anteriores.

Ao fim foram criados os gráficos que apresentam a precipitação do dia 10 de Abril e do agregado das 240 horas anteriores e comparados com a Normal Climatológica do mês produzida pelo INMET.

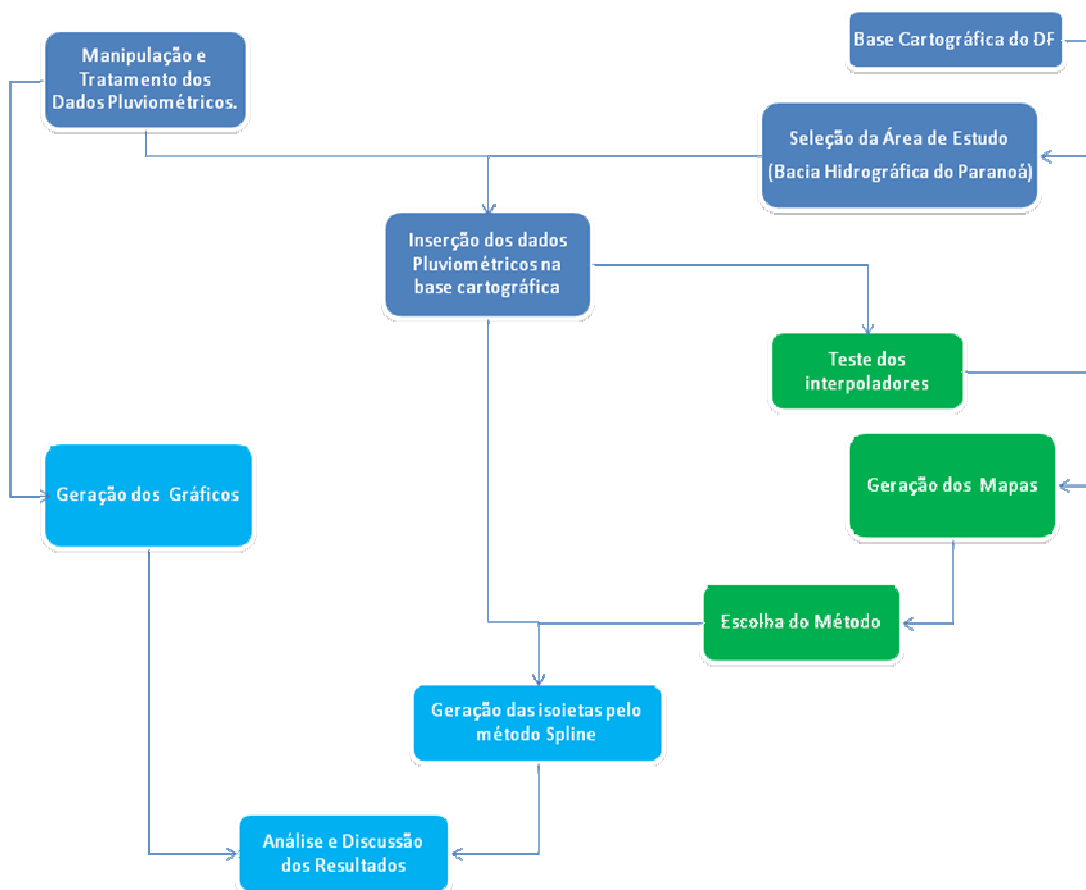


Figura 1: Organograma dos procedimentos metodológicos

Resultados e discussão

O teste realizado com os métodos de interpolação foi apenas uma avaliação de proximidade com os valores reais da estação desconsiderada durante o procedimento. O método que demonstrou valores mais compatíveis com os reais foi o método *Spline*. Apesar de ter feito parte do teste, o interpolador *Kriging* não seria escolhido, por ser um método estocástico – ou seja, utiliza-se de probabilidade – enquanto tanto o método *Spline* quanto o *IDW* são determinísticos e por sua vez, para este trabalho, possibilitam criar uma superfície com valores mais próximos do real.

Barreto (2008) explica que a intensidade do adensamento humano e urbano e a localização geográfica da cidade influenciam fortemente a formação do clima urbano, e conseqüentemente aumenta o risco de que um evento extremo de chuva cause danos preocupantes. MONTEIRO (1976 apud BARRETO, 2008) destaca que o clima urbano é um sistema que abrange um dado espaço terrestre e sua urbanização.

Entendendo por evento extremo a chuva acumulada de 100 (mm) de 24 a 48 horas e baseando-se na Normal Climatológica do mês de Abril do período 1961-1990 que é de 123,8 (mm) (Figura 1), foi possível identificar alguns eventos que chamaram atenção e que são, considerando a coleta do dado em uma estação – ou seja, numa escala local – eventos que tendem a trazer sérios prejuízos e ainda danos severos, como foi o caso dos estragos causados na Universidade de Brasília.

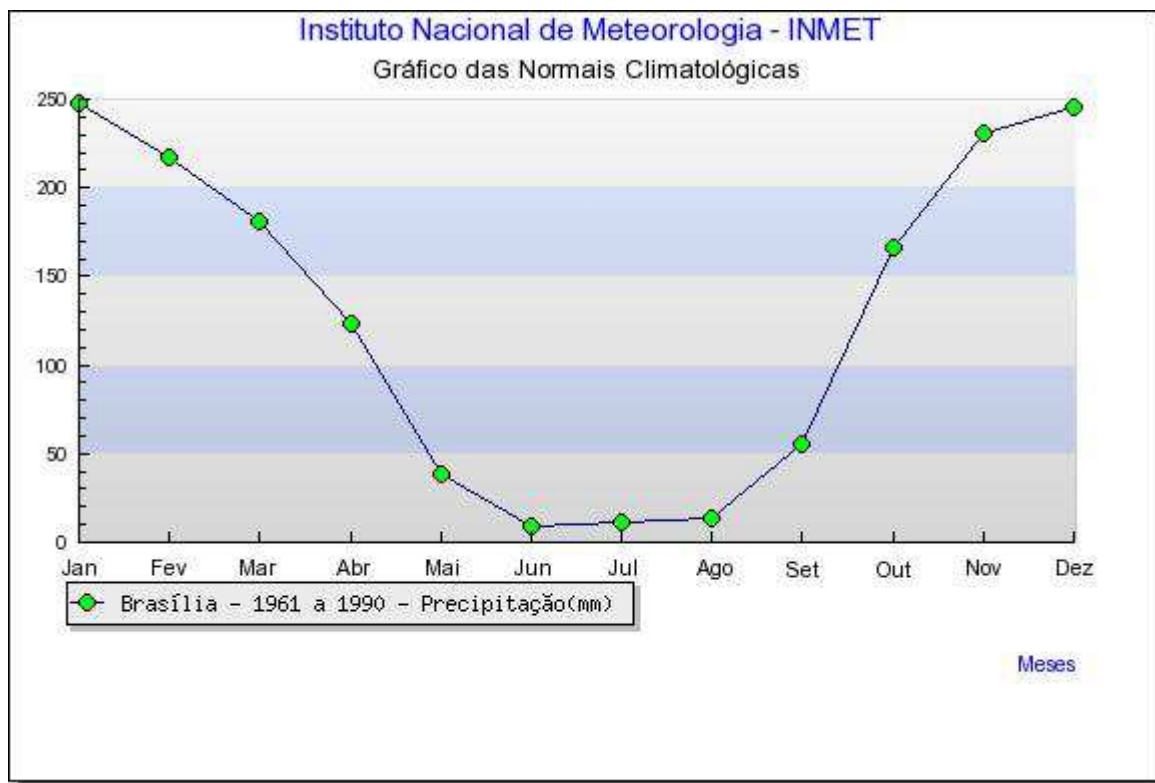


Figura 2. Gráfico da Normal Climatológica. Período 1961 – 1990.

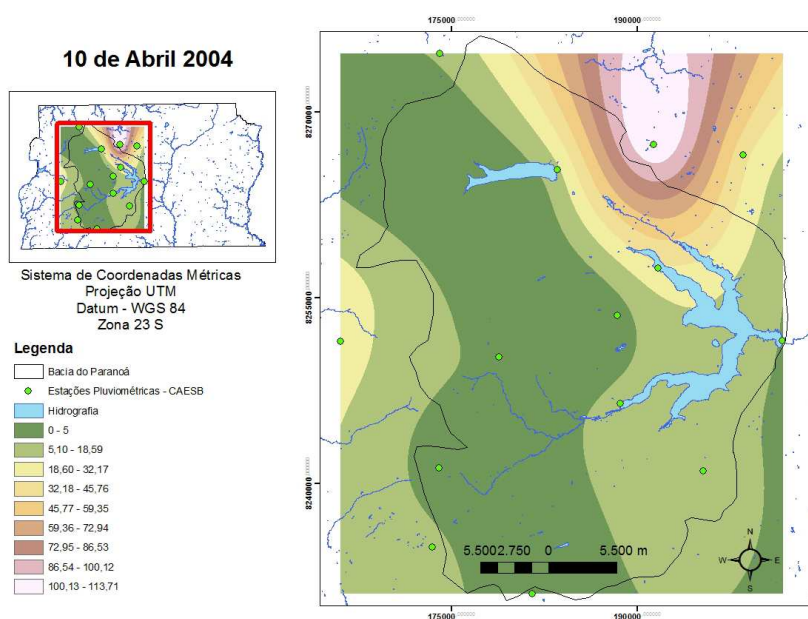


Figura 3: Distribuição pluviométrica na bacia do Lago Paranoá – valores agregados para 24 horas.

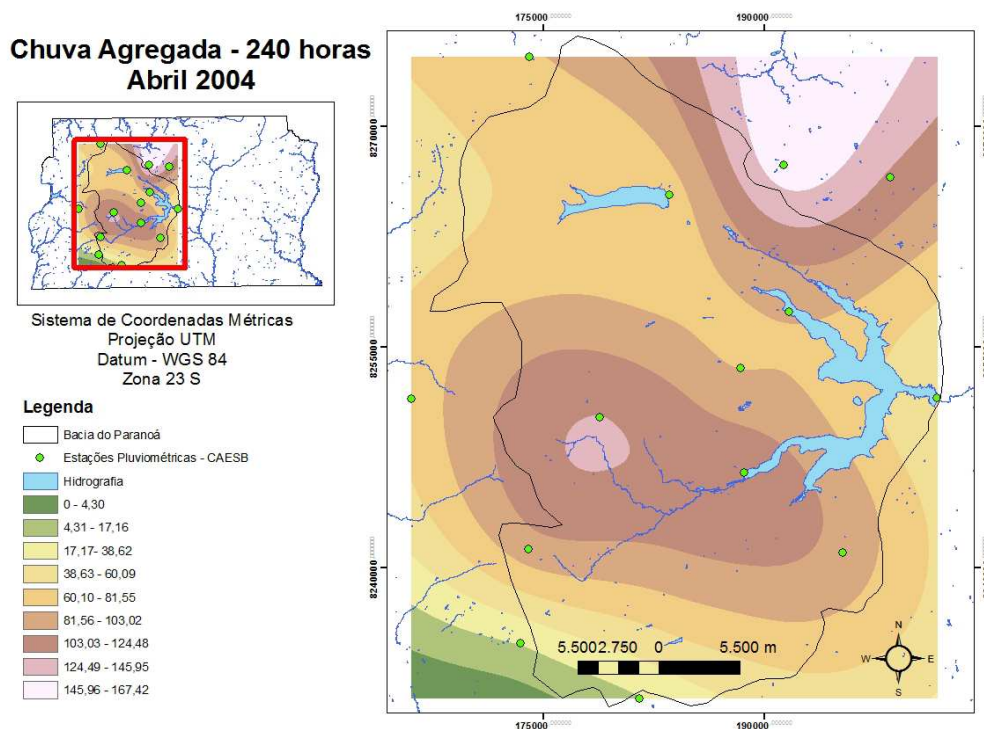


Figura 4: Distribuição pluviométrica na bacia do Lago Paranoá – valores agregados para 240 horas.

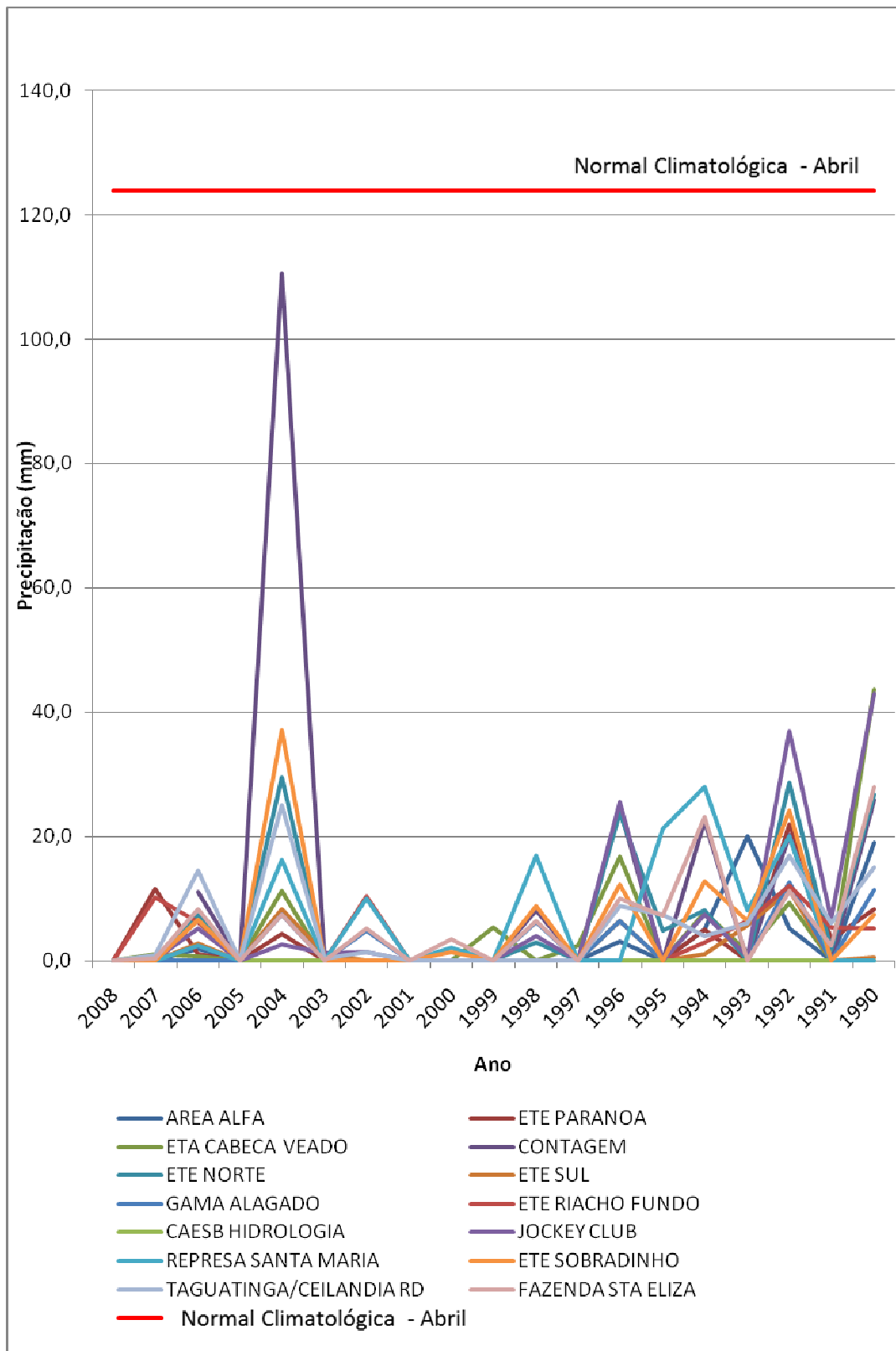


Figura 5: Gráfico do comportamento da precipitação nas 14 estações pluviométricas utilizadas no estudo, com valores registrados no dia 10 de Abril de 1990 a 2008.

Com a análise do gráfico e dos mapas, foi possível constatar a fragilidade da definição de evento extremo no que tange apenas à observação numérica. Um evento extremo que acontece em um

local de pouca povoação, mas com valores elevados, pode muitas vezes ser menos danoso do que outro que aconteça em um local de adensamento urbano.

O gráfico apresenta um valor que representa, em um dia, quase noventa por cento da Normal Climatológica do mês. Fica evidente que o evento, em relação a seus valores, ilustrou um cenário potencialmente caótico que, contudo, não se concretizou, considerando que aconteceu numa área isolada. No entanto, se considerarmos o evento ocorrido na Universidade de Brasília, que contabilizou 54 (mm), este pareceria normal se comparado com aquele. Porém, os 54(mm) se mostraram de um poder destrutivo imprevisível do ponto de vista do planejamento urbano da cidade, uma vez que ocorreram em um curto período de tempo. Os Mapas apresentados (Figuras 3 e 4) mostram o comportamento espacial da chuva no dia dez de Abril de 2004 e do agregado de 240 horas até essa data, e ajudam a ilustrar esse questionamento.

É importante salientar que evento extremo deve ser tratado com cuidado: dependendo de condições, e não somente de valores, poderá trazer danos para a cidade e, por isso deve-se considerar o máximo de variáveis possíveis ao se tratar do tema.

Considerações finais

O trabalho demonstra que o método de interpolação escolhido para subsidiar a análise do comportamento espacial da chuva obteve resultados satisfatórios no que se refere à proximidade com os valores reais coletados pela estação pluviométrica desconsiderada durante o período de testes.

Conclui-se também que a definição de evento extremo, no recorte espacial da análise do trabalho, deveria considerar não somente os valores analisados, mas também o potencial danoso das variáveis, sendo essas variáveis entrelaçadas às condições do planejamento urbano da cidade.

Em se tratando de tempos em que o monitoramento climático se faz tão presente e cada vez mais importante para a prevenção de desastres, é preciso pensar numa Normal Climatológica que abranja maior número de estações, considerando que a Normal Climatológica se baseia apenas nas estações do INMET, uma vez que é elaborada pelo Instituto.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, I. R. Variabilidade pluviométrica interanual e produção de soja no estado do Paraná. Anais do IV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. CD-ROM, 2000.

ASSAD, E. D. Chuva nos Cerrados: análise e espacialização. Brasília: EMBAPA – CPAC, 1994.

BARRETO, Raquel. Identificação de áreas susceptíveis a eventos extremos no Distrito Federal. (Dissertação de mestrado). Universidade de Brasília, Departamento de Geografia, 2008. 162 p.

INMET, 2009. Normais Climatológicas do Brasil (1961-1990). Org: RAMOS, A. M. ; SANTOS, L.A.R.; FORTES, L.T.G.

MAIA, Poliana Dutra; GUIMARÃES, Edi Mendes; MOREIRA, Ricardo Cosme Arraes; BOAVENTURA, Geraldo Resende. Estudo mineralógico dos sedimentos de fundo do lago Paranoá, Distrito Federal. In: Revista Brasileira de Geociências, Vol. 35. Dez. 2005. Pp. 535-541.

MAZZINI, P. L. F; SCHETTINI, C. A. F. Avaliação de metodologias de interpolação espacial aplicadas a dados hidrográficos costeiros quase-sinóticos. Disponível em: <<http://siaiweb06.univali.br/seer/index.php/bjast/article/viewArticle/1336>>.

MENDES, Lucas Lessa. Simulação numérica de evento extremo de chuva: um estudo de caso sobre Angra dos Reis-RJ. (Dissertação de mestrado). Curso de pós-graduação em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2007. 136 p.

MONTEIRO, C. A. Notas para o estudo do clima do Centro-Oeste brasileiro. In: Revista Brasileira de Geografia, 1951.

STEINKE, Ercília Torres; REZENDE, Mariana de Souza; Cavalcanti, Luiz. Sistemas atmosféricos geradores de eventos extremos de precipitação em outubro de 2006 no Distrito Federal: uma análise geográfica dos desastres. In: Revista Brasileira de Climatologia, Vol. 2. Dez. 2006. Pp. 23-34.

STEINKE, Ercília Torres; SOUZA, Giselle de Andrade; SAITO, Carlos Hiroo. Análise da variabilidade da temperatura do ar e da precipitação no Distrito Federal no período 1965/2003 e sua relação com uma possível alteração climática. In: Revista Brasileira de Climatologia, Vol. 1, n. 1. Dez. 2005. Pp. 131-145.

STEINKE, V. A. Geoprocessamento aplicado à análise dos condicionantes da variação da pluviosidade no Distrito Federal – Brasil. In IX Congresso Latino-americano e ibérico de meteorologia e VII congresso argentino de meteorologia. Buenos Aires. CD-ROM, 2001.

STEINKE, V. A. Uso integrado de dados digitais morfométricos (altimetria e sistema de drenagem) na definição de unidades geomorfológicas no Distrito Federal. (Dissertação de mestrado). Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 2003. 101 p.

STEINKE, Valdir Adilson; STEINKE, Ercília Torres. Utilização de sistemas de informação geográfica para composição do Atlas Pluviométrico do Distrito Federal – Brasil. Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal9/Nuevastecnologias/Sig/17.pdf>>.