

O EFEITO DE BORDA DA INTERPOLAÇÃO IQD EM MAPAS DE CHUVA: UMA COMPARAÇÃO ENTRE MALHAS DE POSTOS PLUVIOMÉTRICOS

Taíza de Pinho Barroso Lucas
UFMG
taizaead@gmail.br.

Magda Luzimar de Abreu
UFMG
magda@csr.ufmg.br.

Maria Giovanna Parizzi
UFMG
mgparizzi@msn.com.

Joyce Figueiredo Marra
UFMG
joycemarra@yahoo.com.br

A CLIMATOLOGIA E AS NOVAS TECNOLOGIAS

RESUMO

O objetivo do trabalho é comparar o efeito de borda gerado a partir da interpolação de dados de chuvas de Belo Horizonte através do método Inverso do Quadrado da Distância (IQD), utilizando o *ArcGIS Desktop 10.0* (ESRI). A espacialização ocorreu em três categorias: a) área maior que o município, calculada ao considerar cinco pontos externos a área territorial de Belo Horizonte, além de 13 postos na capital; b) interpolação da área maior que o município através do aumento do quadrado gerado pelo IQD e c) interpolação apenas da malha da capital, em que os postos mais distantes são os pontos extremos desse quadrado gerado. Observou-se, através da interpolação dos dados totais mensais de chuva de dezembro de 2011 e do maior acúmulo de chuvas em 24 horas, que os mapas gerados pela categoria b apresentaram pequenos efeitos de borda, com alterações de classificação de legenda nas regionais mais extrema do município, como Nordeste e Barreiro. Os mapas da espacialização da chuva a partir da interpolação de 13 pluviômetros na cidade, categoria c, apresentou a mesma configuração espacial da segunda categoria.

Palavras Chave: Efeito de borda, Inverso do Quadrado da Distância (IQD) e chuvas.

ABSTRACT

This study aims to compare the border effect generated from Belo Horizonte rains data interpolation through the Inverse Distance Weight (IDW) method, using *ArcGIS Desktop 10.0* (ESRI). The specialization occurred in three categories: a) an area larger than the city, calculated considering five points outside Belo Horizonte territorial area, besides the 13 points in the capitol; b) interpolation of an area larger than the city through a increase of the square generated by IDW and c) interpolation only of the capitol network, in which the most distant points are the extreme points of the square generated. According to the observations, through the interpolation of December 2011 rain monthly total data and 24 hours rains greater accumulation, the maps generated by category b present small border effects, with legend classification alterations in the city most extreme regions, such as Northeast, East and Barreiro region. The rain specialization maps from the interpolation of 13 pluviometers in the city, category c, presented the same spatial configuration as the second category.

Key words: Border Effect, Inverse Distance Weight (IDW) and rains.

1. Introdução

O conhecimento da espacialização das chuvas, suas características e os possíveis impactos, ocasionados pela intensidade e frequência, são de grande interesse aos serviços de alerta e monitoramento de áreas susceptíveis aos diversos impactos deflagrados por elas, como alagamentos, enchentes, escorregamentos e etc. A utilização de técnicas de espacialização, disponíveis a partir do uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), facilita a verificação da forma como estas precipitações se distribuem no espaço, bem como sua associação com diferentes fatores ambientais.

Com o avanço recente das técnicas de análise espacial, tais como geoprocessamento e geoestatística, aplicadas a diversos campos do conhecimento, é importante analisar a contribuição que estas técnicas podem oferecer ao conhecimento da repercussão espacial da chuva. A maior/menor concentração pluviométrica em um determinado território permite planejar ações e correlacionar aos fatores socioambientais, como as feições geomorfológicas, declividade, topografia, morfometria dos rios e córregos, tipologias de uso de ocupação do solo e população mais susceptíveis ao risco ambiental.

O tecido urbano de Belo Horizonte cresceu muito ao longo do século XX, já alcançou quase a totalidade do município, restando desocupadas apenas à região do extremo sul, na regional Barreiro e algumas áreas da Serra do Curral, nas regionais Leste e Centro – Sul (ASSIS & ABREU, 2009). O que favoreceu a reprodução de problemas ambientais típicos de metrópoles de países em desenvolvimento econômico, onde a pressão demográfica aliada à especulação imobiliária levou a ocupação de áreas inapropriadas que favorecem a ocorrência de desastres naturais, como enchentes e escorregamentos. As chuvas são as principais desencadeadoras desses impactos em Belo Horizonte, entre as causas de perdas materiais e desalojamentos, ela é o fenômeno natural que mais causa prejuízos econômicos aos belo-horizontinos.

O objetivo deste trabalho é comparar o efeito de borda gerado a partir da interpolação de dados de chuva de Belo Horizonte através do método Inverso do Quadrado da Distância (IQD). Busca-se identificar o efeito de borda ao interpolar uma área maior que o quadrado gerado pelo interpolador, para tanto se compara a interpolação de uma área maior que os limites municipais, a partir de postos pluviométricos externos, a extensão da área a ser interpolada com dados só do município e com o quadrado gerado pelo IQD, só com a matriz de pontos de Belo Horizonte.

Segundo Barbosa (2007), cada vez mais se utiliza das análises de dados ambientais através de estudos de geoestatística ou por modelagem espacial, ambos utilizados como recursos do geoprocessamento. A vantagem em se utilizar a modelagem espacial está na promoção dos recursos de visualização na espacialização dos fenômenos, uma vez que conformação espacial pode propiciar em novas leituras dos resultados. Santos (1996) alerta para o fato de que o conhecimento do objeto de análise é fundamental para que, ao se propor novas técnicas e processos metodológicos, sejam vistos

realmente como “meios”, cuja finalidade é a compreensão da realidade espacial. O autor fala sobre a possibilidade de transcender sem transgredir, o que depende do real conhecimento sobre o objeto de que se está tratando.

2. Referencial Teórico

Para análise espacial da chuva é necessário definir o método de interpolação da variável. Segundo Moura (2012), a escolha de interpoladores ocorre no momento e que se decide transformar dados vetoriais ou alfanuméricos em dados matriciais para composição de superfície potencial de distribuição do fenômeno ou ocorrência espacial. 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 (SOUZA, et al. 2011).

Segundo Martins et. al. (2008), muitas vezes é fundamental o conhecimento da distribuição espacial das precipitações em determinada área, o que faz com que seja necessária a interpolação de valores pontuais de precipitação. Ou seja, a construção de superfícies potenciais que indicam o grau de concentração ou o modo de distribuição dos fenômenos/ocorrências, através da aplicação de interpoladores. Entre as técnicas de interpolação mais utilizadas destacam-se o Inverso do Quadrado da Distância (IQD), a Krigagem (KRG), Spline e a triangulação com interpolação linear.

Segundo Marcuzzo, Andrade & Melo (2011), a interpolação por IQD determina os valores dos pontos usando uma combinação linear ponderada dos pontos amostrados. O peso de cada ponto é o inverso de uma função da distância. É um método computacionalmente rápido, já que a definição dos pesos para a ponderação linear é feito de uma maneira simplista. Nesse método os pontos de dados estão no interior das isolinhas equivalentes, porém geralmente há a geração de muitas “ilhas” de dados e as isolinhas não são muito suaves. Moura (2012) ressalta que o IQD é indicado quando o interesse é a área de influencia dos valores e pontos, resultando em um valor em cada ponto do território.

Segundo Souza et. al. (2011), existem vários métodos de triangulação diferenciados entre si, no entanto o método mais usado é o tipo de triangulação que se utiliza da “triangulação de Delaunay” e possui a propriedade de produzir triângulos o mais próximos de equiláteros. O método de Thiessen é amplamente utilizado na literatura da Hidrologia para espacialização da precipitação, é um método de triangulação que atribui pesos relativos para cada posto, determinados pelas suas respectivas áreas de influência, onde as fronteiras dos polígonos são formadas pelas mediatrizes das linhas que unem dois postos adjacentes (BRAZ et. al. 2007).

O método escolhido para a interpolação de chuvas, total mensal do mês de dezembro e o maior acumulo de chuva em 24 horas no mês de dezembro foi o IQD, baseou-se nos estudos de Reis et. al. (2005), Braz et. al. (2007), Amorim et. al. (2006) e Coelho (2006) para definição do método. Todos os

autores ressaltam que o método IQD foi o mais adequado para interpolação da variável chuva. Coelho (2006) comparou o uso de dois interpoladores, Krigagem (KRG) e o IQD, para espacialização da variável em Belo Horizonte e verificou que o IQD representa melhor os valores observados.

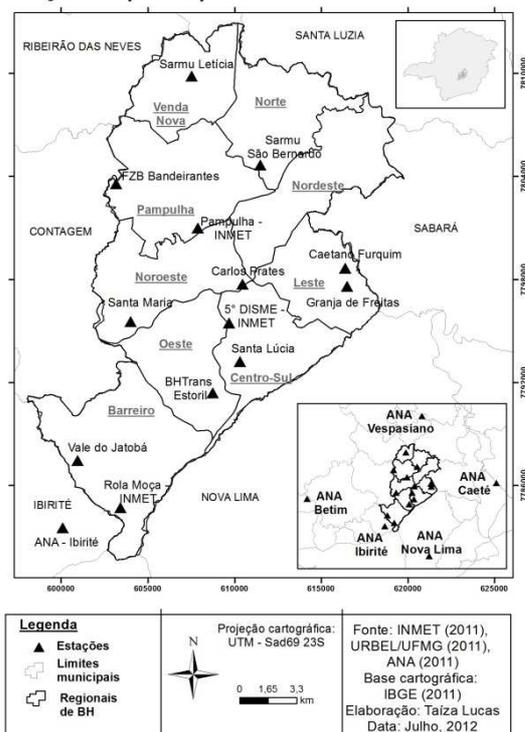
Braz et. al. (2007) ao comparar os métodos da média aritmética, polígonos de Thiessen e IQD, para estimativa da distribuição espacial e temporal da pluviosidade média mensal histórica na bacia Barra Seca, região norte do Estado do Espírito Santo, observa que pelo método de Thiessen há uma distribuição heterogênea das chuvas de acordo com a área de influência de cada ponto. Os autores observaram que as áreas de influência mantêm-se fixas ao longo dos meses do ano, havendo variações abruptas de uma área de influência a outra. O interpolador IQD é mais indicado por produzir através de SIG, mapas contínuos onde se observa as isolinhas e a dinâmica da distribuição pluviométrica.

Reis et. al. (2005) ao espacializar dados de precipitação para projetos de drenagem no Estado de Goiás e Distrito Federal, analisou a acuracidade dos interpoladores IQD e KRG através do método validação cruzada. As menores diferenças entre os valores reais e estimados pelos interpoladores, em quase todas as localidades, foram obtidas utilizando o método IQD.

3. Materiais e Métodos

A chuva de dezembro de 2011 foi coletada por treze pluviógrafos da rede da Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais (URBEL-UFMG), pelas três estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) na capital mineira, sendo duas automáticas e uma convencional, o 5º Distrito de Meteorologia (5º Disme/INMET) e ainda cinco pluviômetros do tipo “Ville de Paris” da Agencia Nacional de Aguas (ANA), situados na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), como mostra o mapa 1.

Localização dos postos pluviométricos em BH e seu entorno



Mapa 1 – Localização dos postos pluviométricos em Belo Horizonte e seu entorno. . Elaboração: Taiza Lucas. Fontes de dados: URBEL-UFMG, INMET e ANA.

A rede implantada pela URBEL-UFMG foi instalada em 2008/09, contendo registro de chuva de 15-15 min e duas de 5-5 min. As estações automáticas INMET são de 2006 (estação automática da Pampulha) e de 2008 (estação automática do Parque do Rola Moça), fornecendo dados a cada hora. Os dados fornecidos pelo 5º Disme/INMET e pela ANA são coletados a cada 24 horas, o total diário acumulado, com longas séries históricas.

Todos os dados foram tabulados em planilhas do Excel, pacote Office do Windows. Os dados de precipitação da URBEL/UFMG foram transformados em horários através do somatório, ajustados para o horário TMG, configurando o mesmo padrão dos dados do INMET. Utilizou-se a metodologia proposta pelo mesmo, que consiste no somatório horário dos valores de chuva. Desta forma, somam-se todos os registros entre 13 TMG do dia anterior até às 12 TMG do dia analisado. Os dados da URBEL são registrados no horário local, e para empregar esta metodologia houve à conversão destes para TMG, havendo uma diferença de duas horas a menos entre o horário TMG e a hora local. Tendo as 21 estações com dados diário de chuvas.

Para homogeneização dos dados em todas as estações, utilizou-se o somatório diário e mensal subtraído dos seus respectivos desvio padrão, conforme Luerce et. al. (2011). Verificou-se que três postos pluviométricos da rede URBEL/UFMG apresentaram dados discrepantes dos demais, como mostra o gráfico 1, sendo descartados da análise.

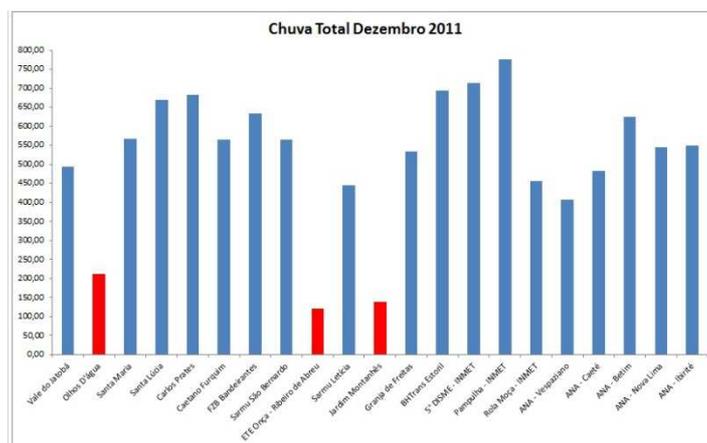


Gráfico 1 – Distribuição Mensal da Chuva em 21 postos de coleta na RMBH. Elaboração: Taiza Lucas. Fontes de dados: URBEL-UFGM, INMET e ANA.

Para criação da matriz geográfica, utilizou-se o GPS trackmaker de campo, com erro médio de 4 m e configurado para coordenadas UTM South American SAD 69. A localização dos postos de coleta de precipitação da ANA foi definida a partir da conversão da localização geográfica em UTM. Segundo Barbosa (2007) *apud* Moura (2000), a organização da matriz exige uma classificação taxonômica (escolha e apresentação das variáveis) e uma resolução espacial (segmentação da área geográfica). A leitura de uma linha da matriz representa a distribuição de um tema no espaço, ou um mapa. A leitura de uma coluna significa uma unidade territorial e as variáveis que ali ocorrem. Caso a matriz seja tridimensional (x/y/z), no terceiro eixo, eixo z, podem ser representadas informações sobre razões (taxas) ao longo do eixo taxonômico. Assim, é possível associar a questão tempo às análises espaciais.

A geração dos mapas da distribuição espacial da precipitação foi realizada utilizando o módulo de análise espacial (*Spatial Analyst*) do software *ArcGIS Desktop 10.0 (ESRI)*, utilizando os interpoladores do Inverso do Quadrado da Distância (IQD) com expoente 2, conforme Reis et. al. (2005). Os autores comparam a espacialização da chuva no Estado de Goiás e verificaram ao inserir diferentes pesos, 2, 3, 4 e 5, um aumento do “efeito ilha” em torno dos maiores valores de precipitação na medida em que fora aumentando o expoente do interpolador. Este fato deixa claro que as variações dos parâmetros de entrada podem alterar o resultado e assim interferir na qualidade do valor obtido.

Para o cálculo da interpolação do valor de um ponto através do método do IQD, utiliza-se a seguinte equação matemática:

$$Z(x) = \frac{\sum_{i=1}^n \omega_i Z(x_i)}{\sum_{i=1}^n \omega_i}$$

Sendo: $Z(x)$ - é o valor do ponto que se deseja interpolar; n - é a quantidade de pontos próximos utilizados na interpolação do ponto x ; $Z(x_i)$ - é o valor do ponto x_i ; e ω_i - é o peso do valor de x_i sobre o ponto x . Para se determinar ω_i utiliza-se a seguinte equação matemática:

$$\omega_i = \frac{1}{h(x, x_i)^p}$$

Sendo: $h(x, x_i)$ - é a distância entre o ponto x e o ponto x_i ; e p - é o parâmetro de potência, geralmente igual a dois (MARCUIZZO et. al. 2011. 796p).

A partir da matriz geográfica foram elaborados dois grupos de mapas temáticos: o total mensal de chuva e o maior acúmulo diário de chuva ocorrido em dezembro de 2011, interpolados pelo IQD. Para cada um utilizou-se os seguintes critérios para identificação do efeito de borda:

- interpolação de todos os postos pluviométricos na RMBH,
- interpolação dos postos localizados no município de Belo Horizonte, aumentando a área do quadrado a ser interpolada para o limite municipal através da ferramenta *extend*, em propriedades dos *layers*,
- interpolação dos postos localizados na capital a partir da malha de pontos, definido a partir dos pontos extremos do quadrado a ser interpolado.

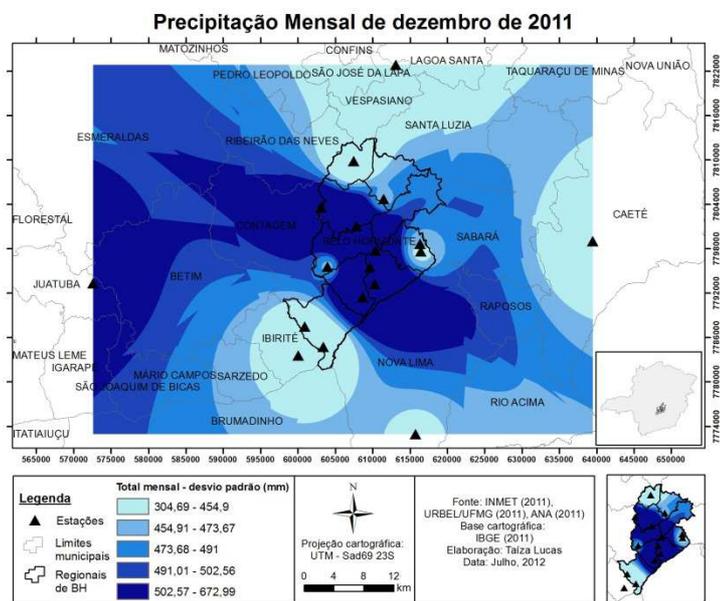
Moura (2012) afirma que definido o interpolador, cabe ainda ao pesquisador definir os critérios de classificação dos componentes de legenda, de modo a definir os limites que compõem as faixas de representação. Os mapas de representação do total mensal de chuvas foram classificados pelo método dos quantis, distribuídos em cinco classes, conforme Xavier, Silva & Rebello (2002).

Os mapas de representação do maior acúmulo diário de chuva de dezembro de 2011 foram classificados pelo método de quebra-natural (natural breaks). Segundo Moura (2012), é a separação das faixas a partir da mudança de comportamento dos dados e agrupa subconjuntos que possuem características semelhantes. A técnica dos quantis distribuem os elementos em subconjuntos com o mesmo numero em cada, de forma homogênea. A quebra-natural mostrou melhor a distribuição da chuva diária, ressaltando os valores extremos.

4. Resultados

O mapa 2 mostra a interpolação da chuva total mensal ocorrida no mês de dezembro de 2011, em todos os postos pluviométricos utilizados na RMBH. A interpolação IQD se deu a partir dos pontos extremos, localizados nos municípios de Nova Lima, Caeté, Vespasiano e Betim. Observa-se que o maior acumulado de chuva mensal apresentou uma configuração espacial orientada no sentido NW-SE. Mesma orientação da Zona de Convergência Atlântica (ZCAS), principal fenômeno atmosférico

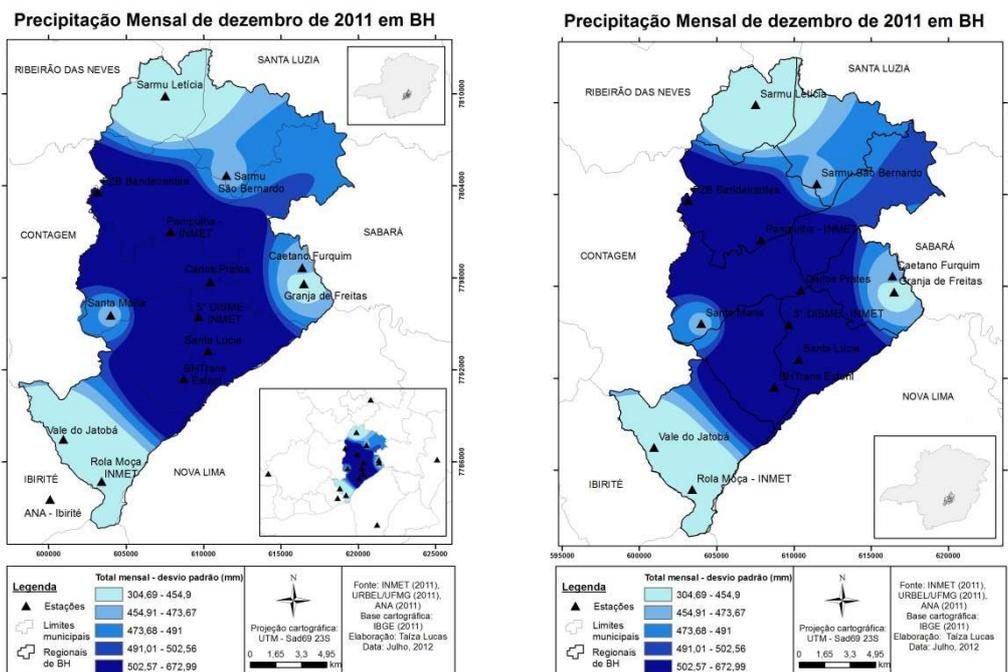
típico de verão que acarreta altos índices pluviométricos em grande parte do território brasileiro. Principal agente de chuvas extremas na capital, conforme identificou Lucas (2007).



Mapa 2 – Precipitação total de chuva em dezembro de 2011 em Belo Horizonte e seu entorno. . Elaboração: Taiza Lucas. Fontes de dados: URBEL-UFMG, INMET e ANA.

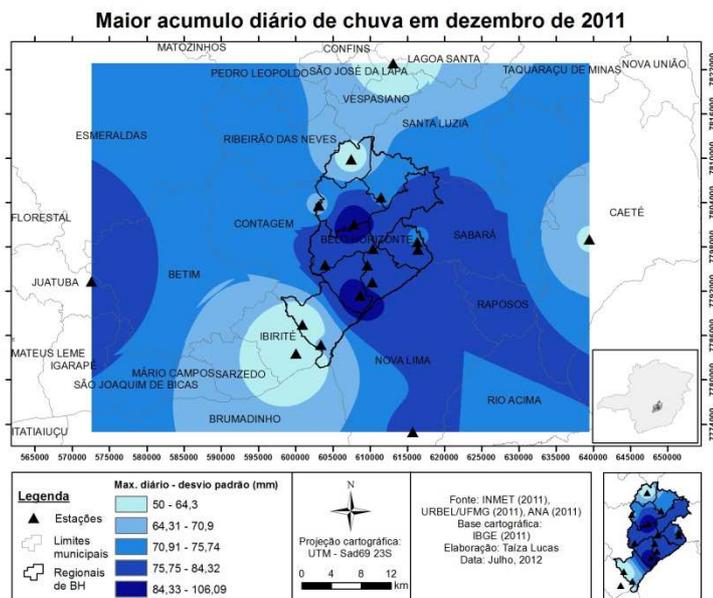
O mapa 3 representa a interpolação da chuva total mensal no mês de dezembro de 2011 para todos os postos da RMBH, recortado só para o município de Belo Horizonte através da ferramenta *Extract by Mask* do *Spatial Analyst*. O mapa 4 representa a interpolação só para os postos pluviométricos de Belo Horizonte. A área interpolada foi extrapolada para além dos limites do quadrado de cálculo do IQD, através da ferramenta *extend*.

Aparentemente não há diferenças entre os mapas 3 e 4, estão representados com a mesma escala e mesma classificação de legenda, a técnica dos quantis. Nota-se que a orientação do maior acúmulo mensal de chuva permaneceu como no mapa 2, sentido NW-SE, abarcando grande parte do município. Os extremos norte e sul apresentaram as áreas de menor acúmulo mensal, assim como extremo leste. O efeito de borda é observado na extrapolação da 3ª para 4ª classe no mapa 4, comparado com o mapa 3, na Regional Nordeste de Belo Horizonte. No mapa em que foi realizada a interpolação só para o quadrado, definido a partir dos pontos extremos da malha da capital mineira, o resultado foi o mesmo do mapa 4.



Mapa 3 e 4 – Precipitação total de chuva em dezembro de 2011 na RMBH (*Extract by Mask*) e (*Extend*). .
Elaboração: Taiza Lucas. Fontes de dados: URBEL-UFGM, INMET e ANA.

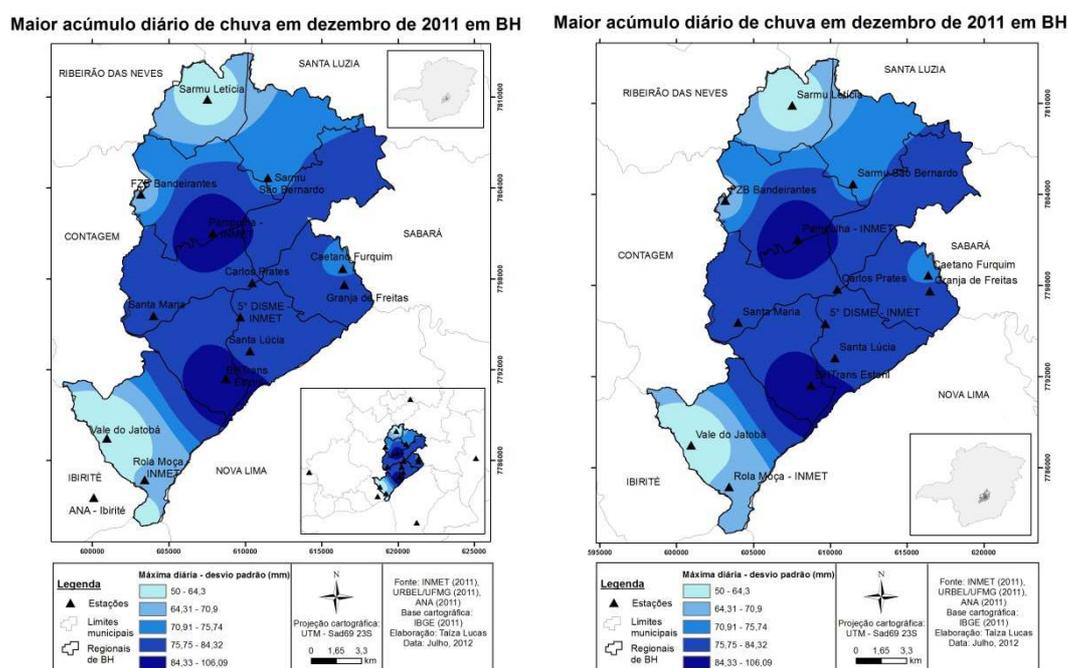
O mapa 5 representa a espacialização do maior acumulado de chuva em 24 horas. Todas as estações apresentaram o maior acumulado de chuva entre os dias 15 a 20 de dezembro de 2011. A classificação de legenda foi realizada através do método quebra-naturais distribuídos em cinco classes. Observa-se o efeito “ilha” em torno dos valores extremos, tanto máximos como mínimo, como destacados por Marcuzzo, Andrade & Melo (2011).



Mapa 5 – Maior acúmulo diário de chuva em dezembro de 2011 na RMBH. . Elaboração: Taiza Lucas. Fontes de dados: URBEL-UFGM, INMET e ANA.

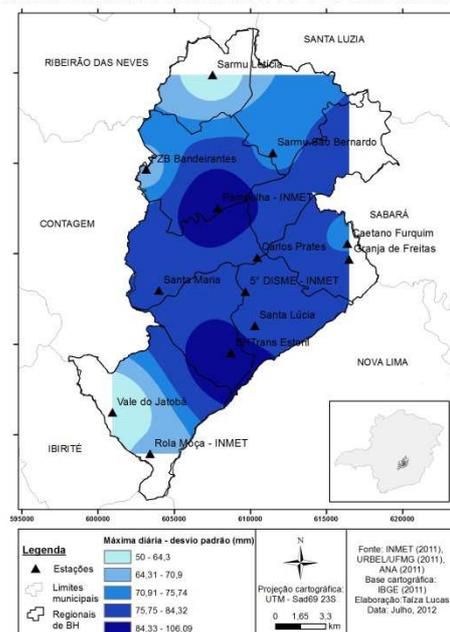
Ao comparar os gráficos 6 e 7, entre a interpolação de uma área maior que a do município, recortada, a interpolação sem pontos externos, nota-se o mesmo padrão de espacialização do mapa anterior. Há um pequeno efeito de borda observado no extremo sul do município de Belo Horizonte, regional Barreiro. Houve uma extrapolação da 1° para a 2° classe. E, ainda, nota-se uma pequena variação da 3° para 4° entre as regionais Norte e Nordeste.

Assim como o primeiro grupo de mapas analisados, a utilização da ferramenta *extend* para aumento da área interpolada para além do quadrado gerado pelos pontos extremos pelo IQD não interfere no resultado da interpolação, já que área aumentada é relativamente pequena em relação ao quadrado gerado. O mapa 8 apresentou a mesma espacialização do mapa 7, no qual foi realizado o *extend* da área a ser interpolada para além da malha de pontos utilizados no cálculo do IQD.



Mapas 6 e 7 - Maior acúmulo diário de chuva em dezembro de 2011 em Belo Horizonte - MG. (*Extract by Mask e Extend*). Elaboração: Taiza Lucas. Fontes de dados: URBEL-UFMG, INMET e ANA.

Maior acúmulo diário de chuva em dezembro de 2011 em BH



Mapas 8 - Maior acúmulo diário de chuva em dezembro de 2011 em Belo Horizonte - MG. Elaboração: Taiza Lucas. Fontes de dados: URBEL-UFMG, INMET e ANA.

5. Considerações Finais

A variável chuva é bastante complexa por ser aleatória e não ter um padrão de ocorrência ao longo do tempo/espaço, como a temperatura. O que dificulta afirmar a interpolação mais indicada. Os resultados sugerem que o IQD mostrou-se ser interessante por ressaltar as áreas de maior/menor acúmulo de chuva, tanto mensal quanto diário.

O efeito de borda é mínimo, ao se comparar o mapa interpolado com 18 pluviômetros e realizado o *extract by mask* (mapas 3 e 6) aos mapas 4 e 7, onde foi realizado o *extend*. Recomenda-se este procedimento por cobrir todo o território e por ser o mesmo da interpolação com 13 pluviômetros (mapas 8). As diferenças entre os mapas 2 e 6, em relação aos 3, 7 e 8 são pequenas ao considerar a distância dos pontos extremos. Os dados da rede URBEL/UFMG e INMET são horários, o que permite discretizar a chuva e entender suas características relacionadas ao respectivo fenômeno atmosférico, o que não é possível com dados diários, como os disponibilizados pelo 5º Disme/INMET e pela ANA.

Em Belo Horizonte foi registrado os maiores acúmulos do mês de dezembro, como mostrou o gráfico 1 e observado em todos os mapas. O que sugere não ser um efeito da interpolação, devido a maior densidade de pontos da malha utilizada na interpolação. Ainda são necessários outros testes de interpolação para definição dos melhores critérios.

6. Agradecimentos: à FAPEMIG pelo apoio financeiro por meio do Projeto CRA 00269-11, edital Mudanças Climáticas.

7. Referências Bibliográficas

- AMORIM, F. C. F, RIBEIRO, A. LEITE, C. C, LEAL, B. & SILVA, J. B. da. Avaliação de dois métodos de espacialização da precipitação pluvial para o estado de Alagoas. In: *XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Florianópolis, 2006. Anais eletrônicos. CD-ROM. Florianópolis: SBMET, 2006.
- ASSIS, W. L; ABREU, M. L. Mudanças climáticas locais no município de Belo Horizonte ao longo do século XX. In: Hogan, D. J; Marandola Jr E. (Org.). *População e mudança climática: dimensões humanas das mudanças ambientais globais*. Campinas: NEPO-Unicamp; Brasília: UNFPA, 2009, p. 249-275.
- BARBOSA, J. P. M. Mudanças climáticas e distribuição espacial da precipitação na Serra do Mar – análise a partir de séries históricas de precipitação e Sistemas de Informação Geográfica (SIG). *Caminhos de Geografia - revista online*. Uberlândia. Vol. 8, n. 22 set/2007. 67 – 81p.
- BRAZ, R. L, RIBEIRO, C. A. D, FERREIRA, D. S. & CECILIO, R. A. Uso de séries históricas e técnicas de SIG no estudo da distribuição temporal e espacial da pluviosidade na bacia Barra Seca localizada ao norte do Estado do Espírito Santo. In: *XI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica*, 2007, São José dos Campos. *Anais..* 2007. Vol. 14. 54-57p.
- COELHO, C. W. G. A. *Estudo da variabilidade espacial das chuvas em Belo Horizonte a partir da expansão da rede pluviométrica: uma análise qualitativa*. 2006. 107f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Análise Ambiental) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.
- LUCAS, T. P. B. *Chuvas persistentes e ação da Zona de Convergência do Atlântico Sul na Região Metropolitana de Belo Horizonte*. 2007. 158 p. Dissertação (Mestrado em Geografia e Análise Ambiental) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.
- LUERCE, T. D, OLIVEIRA, G. G. & GUASSELLI, L. A. Análise da distribuição espacial e temporal das chuvas aplicada ao estudo de cheias na bacia hidrográfica do rio dos Sinos/RS. INPE. *Anais... XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Curitiba, 30 de abril a 5 de maio de 2011.
- MARCUZZO, F. N, ANDRADE, L. R. & MELO, D. C. R. Métodos de Interpolação Matemática no Mapeamento de Chuvas do Estado do Mato Grosso. *Revista Brasileira de Geografia Física*. Vol. 4. Ano 2011. 793-804p.
- MARTINS, C. A. da S; BORGES, T. S; CASTRO, F. da S. & CECÍLIO, R. A. Caracterização da precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Benevente. In: *Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação*, 8, 2008, São José dos Campos. *Anais...* (CD-ROM). São José dos Campos, 2008. 1-4p.
- MOURA, Ana Clara M. A escolha de interpoladores e recursos de visualização na estruturação de bases de dados para produção de informações espaciais apoiadas por geoprocessamento. Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG. Belo Horizonte, 2012. 21 p. Apostilas. In.: <http://www.arq.ufmg.br/SiteLabGeo>
- REIS, M. H, GRIEBELER, N. P, SARMENTO, P. H. L, OLIVEIRA, L. H, OLIVEIRA, J. M. Espacialização de dados de precipitação e avaliação de interpoladores para projetos de drenagem agrícola no estado de Goiás e Distrito Federal. *Anais... XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Goiânia, 16-21 de abril de 2005.

SANTOS, Milton. A natureza do espaço; técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo, Hucitec, 1996. 308 p.

SOUZA, J. L. L. L. de, GOMES, T. S, DIAS, R. dos S, OLIVEIRA, G. M. & SANTOS, R. L. dos. Avaliação de métodos de interpolação aplicados à espacialização das chuvas no território identidade Portal do Sertão / Bahia. *Anais... XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE. 4295-4295 p.

XAVIER, T. M. B. S, SILVA, J. F. & REBELLO, E. R. G. A técnica dos quantis e suas aplicações em Meteorologia, Climatologia e Hidrologia, com ênfase para as regiões brasileiras. Ed. Thesaurus. Brasília, 2002. 140p.