

XI SIMPÓSIO DE RECURSOS HIDRÍCOS DO NORDESTE

DESAGREGAÇÃO ESPACIAL DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS UTILIZANDO O SOFTWARE SPRING

Ana Lúcia Chaves Silva¹; José Roberto Gonçalves de Azevedo²

RESUMO – A intensidade do fluxo de evapotranspiração de uma área depende de fatores atmosféricos, como: radiação solar, temperatura do ar, velocidade do vento e umidade relativa do ar. Devido ao pequeno número de estações de monitoramento de dados meteorológicos no Brasil e de não se dispor de dados relacionados a fatores atmosféricos em nível de micro bacia, faz-se necessário estudo de técnicas capazes de gerar informações locais a partir de dados regionais. Para isso, estudos utilizando desagregação espacial são cada vez mais realizados. Estas técnicas de transferência da informação meteorológica para escalas menores são também chamadas: *downscaling*. Para realização deste trabalho utilizou-se dados mensais de temperatura e umidade dos anos de 2004 e 2008 das estações meteorológicas: Barreiros, Caruaru, Goiana, Olinda, Recife, Palmares, Vertentes e Vitória de Santo Antão, bem como da estação Agrometeorologia de Carpina, todas localizadas no estado de Pernambuco. Na determinação dos valores de umidade e temperatura da estação de Gameleira, localizada na cidade de Vitória de Santo Antão, utilizou-se a técnica de interpolação espacial do software SPRING. Os resultados foram comparados como os dados medidos no mesmo período na estação experimental de Gameleira e pode-se observar uma boa correlação entre os dados gerados e os dados medidos.

ABSTRACT – The intensity of the evaporation flow from an area depends on atmospheric factors, such as: solar radiation, air temperature, wind speed and relative humidity. Due to the small number of monitoring stations of meteorological data in Brazil and don't have data related to atmospheric factors on micro watershed level, it is necessary to study techniques to generate local information from regional data. For studies using this spatial disaggregation is increasingly realized. These techniques transfer of meteorological information for the smaller scales are also called *downscaling*. For the present work we used monthly data of temperature and humidity of the years 2004 and 2008 of the following weather stations: Barreiros, Caruaru, Goiana, Olinda, Recife, Palmares, Vertentes and Vitoria de Santo Antão, as well as the station of Agrometeorology carpenter, all located in the state of Pernambuco. In determining the values of humidity and temperature of the Gameleira station, located in the city of Vitoria de Santo Antão, the technique was used for spatial interpolation software SPRING. The results were compared to measured data in the same period in the experimental station Gameleira and can be observed a good correlation between the data generated and measured data.

Palavras-Chave – SPRING, dados meteorológicos, *downscaling*.

¹) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba .Rua São Roque, 108. Princesa Isabel-PB. Fone: (83) 3208.3000. Fax: : (83) 3208.3088. analigiaifpb@hotmail.com

²) Universidade Federal de Pernambuco : Rua Capitão Sampaio Xavier 253, apto 1001, Aflitos, Recife, PE. Fone: (81) 21268709, e-mail: robdosport@hotmail.com

1.0 INTRODUÇÃO

O Balanço hídrico é um componente importante dos estudos hidrológicos, que são frequentemente aplicados em gestão de bacias hidrográficas. Este estudo é utilizado para verificar a consistência dos dados, para estimar a produtividade de uma bacia, para preencher valores ausentes, etc. Um problema que é frequentemente encontrado no cálculo deste balanço é a estimativa da evapotranspiração (ET), uma das mais importantes componentes do balanço hídrico e, ao mesmo tempo, é também uma das variáveis mais difíceis de medir [Jain *et al.* (2011)].

O processo de evapotranspiração, numa superfície vegetada, está relacionado, aos processos de evaporação da água do solo e da transpiração das plantas. [Pereira *et al.*, (1997)]. O estudo da evapotranspiração também é de grande importância para o planejamento agrícola, onde é cada vez maior a exigência de dados sobre as necessidades hídricas das culturas, estes dados subsidiam o planejamento de projetos de irrigações, nas estimativas das necessidades médias e máximas de água [Doorenbos & Pruitt, (1977)]. A intensidade do fluxo de evapotranspiração de uma área depende de fatores atmosféricos e da disponibilidade de água.

Entre os fatores atmosféricos destacam-se a radiação solar, a temperatura do ar, a velocidade do vento e a umidade relativa do ar. A temperatura em conjunto com a umidade relativa condiciona a pressão de vapor, agindo com fatores ligados ao gradiente de vapor entre a superfície e o ar vizinho a ela [Villela & Mattos, (1975)]. E a umidade relativa influencia na demanda evaporativa da atmosfera, sendo que, quanto maior a umidade relativa, menor a demanda evaporativa e, portanto, menor a evapotranspiração [Pereira *et al.*, (1997)].

Como a obtenção destes fatores em escalas locais depende de informações regionais, e devido o número de estações de monitoramento de dados meteorológicos ser pequeno e não se dispor destes dados em nível de micro bacia, faz-se necessário o estudo de técnicas capazes de gerar informações locais a partir de dados regionais. Para isso estudos utilizando desagregação espacial são cada vez mais realizados. Com o objetivo de solucionar problemas da diferença entre as escalas, faz-se uso de técnicas de transferência da informação meteorológica para as escalas menores, as chamadas técnicas de *downscaling* ou desagregação espacial [Wilby *et al.*, (1998)].

Basicamente, são duas as formas de desagregação que podem ser usadas para solucionar o problema da diferença entre escalas espaciais: o *downscaling* dinâmico, que ocorre por meio do “aninhamento” de modelos numéricos semelhantes aos Modelos de Circulação Globais (MCGs), porém com resolução mais fina, utilizando condições iniciais e de contorno advindos de um MCG; e o *downscaling* estatísticos que utiliza métodos empíricos para desagregar estatisticamente a projeção do clima fornecida pelo MCG para a escala desejada [Hewitson e Crane, (1996)].

São encontrados, na literatura, estudos que utilizam o Downscaling para a previsão de variáveis meteorológicas. Entretanto, em determinadas variáveis, a aplicação do método não agrega sua continuidade em toda a região sob estudo. Por isso, a aplicação do método de interpolação espacial surge como ferramenta de *Downscaling*.

A interpolação espacial é o procedimento para se estimar valores de propriedades de locais não amostrados, baseando-se em valores de dados observados em locais conhecidos [Burrough, (1986)]. Atualmente a interpolação tem sido utilizada em muitos campos, tais como na medicina, ecologia, geologia, geografia, oceanografia, engenharia, computação, geofísica, meteorologia, agronomia, hidrologia, sistemas de informações geográficas.

A presente pesquisa é dedicada a investigar as variáveis temperatura e umidade relativa do ar, da estação experimental, localizada na microbacia de Gameleira, a partir de dados de estações vizinhas utilizando a interpolação espacial do software SPRING, os resultados encontrados serão comparados com os dados observados na estação experimental de Gameleira.

2.0 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Para realização do presente trabalho utilizou-se dados de temperatura e umidade, disponíveis no banco de dados do Centro de previsão de tempo e estudos climáticos- CPETEC/INPE, das estações meteorológicas: Barreiros, Caruaru, Goiana, Olinda, Recife, Palmares, Vertentes e Vitória de Santo Antão, da estação Agrometeorologia de Carpina, todas localizadas do estado de Pernambuco (FIGURA 01), para se determinar valores de umidade e temperatura da estação de Gameleira através de interpolação espacial no software SPRING.

Os dados da estação de gameleira foram coletados da estação meteorológica completa da Campbell, instalada em junho/2003 na Escola Agrotécnica Federal da cidade de Vitória de Santo Antão, Pernambuco, coordenadas Latitude: 8° 5' 48" S e Longitude: 35° 17' 23" O. Esta microbacia está inserida na bacia hidrográfica do rio Capibaribe, dentro da sub-bacia do rio Tapacurá. Localiza-se em área de transição entre a zona da mata e o semiárido, na parte Nordeste da Mesorregião do Agreste do Estado de Pernambuco. O clima dominante da área é o As', clima quente e úmido do tipo pseudo tropical, de acordo com classificação de Köeppen [Oliveira, (2007)].

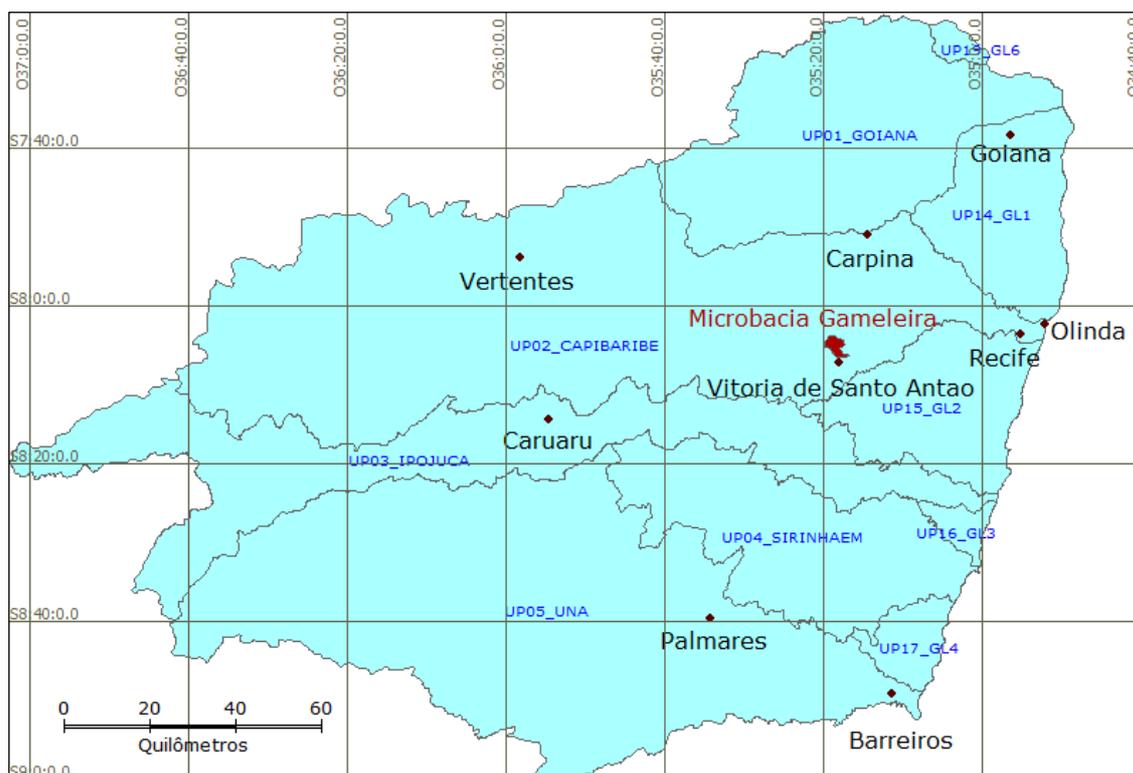


Figura 1 – Localização das estações utilizadas no estudo

2.2 Aplicação do método

Para realização deste trabalho utilizou-se dados de temperatura e umidade relativa das estações de: Barreiros, Caruaru, Goiana, Olinda, Recife, Palmares, Vertentes, Vitória de Santo Antão, Carpina, disponíveis no banco de dados do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos- CPETEC/INPE. Após a aquisição dos dados referentes aos anos de 2004 e 2008, realizou-se uma análise preliminar para verificar e corrigir erros grosseiros, e em seguida gerou-se as médias mensais das variáveis a serem estudadas, os dados foram apresentados em formato de tabela para cada mês estudado, como mostra a Tabela 01;

Tabela 01 – Tabela de dados de janeiro de 2008

ESTACOES	LONG	LAT	TEMP	UMI
Barreiros	-35.19	-8.82	26.5	81
Carpina	-35.24	-7.85	25.6	70
Caruaru	-35.91	-8.24	23.3	84
Goiana	-34.94	-7.64	26.7	84
Olinda	-34.87	-8.40	27.9	100
Palmares	-35.57	-8.66	26.0	84
Recife	-34.92	-8.06	27.0	80
Vertentes	-35.97	-7.90	27.1	65
Vitória de Santo Antão	-35.30	-8.12	25.9	75

Os dados tabulados foram transportados para o software SPRING onde gerou-se um banco de dados geográficos. Após a integração de dados no SPRING, o passo seguinte foi a geração de

grades retangulares, a partir das amostras de umidade relativa do ar e em seguida de temperatura, com resolução espacial de $0.02^\circ \times 0.02^\circ$. Os interpoladores utilizados foram Vizinho mais Próximo, Média Simples, Média Ponderada, Média Ponderada por Quadrante e Média Ponderada por Cota e Quadrante, Spline e Krigagem.

Após a geração das grades regulares utilizando os interpoladores descritos acima, observou-se resultados distintos na execução de cada método de interpolação, estes estão descritos abaixo:

- Vizinho mais Próximo - para cada posição (x,y) da grade o sistema atribui o valor da amostra mais próxima;
- Média Simples - o valor da variável de cada posição (x,y) da grade é estimado a partir da média simples das cotas dos 8 vizinhos mais próximos;
- Média Ponderada - o valor da variável de cada ponto da grade é calculado a partir da média ponderada das cotas dos 8 vizinhos mais próximos, atribuindo-se pesos variados para cada ponto amostrado, através de uma função que considera a distância do ponto cotado ao ponto da grade;
- Média Ponderada por Quadrante - a média ponderada é calculada utilizando a função de interpolação anterior, contudo, é considerada uma amostra por quadrante, em total de 4 amostras.
- Média Ponderada por Cota e Quadrante – para o cálculo do valor, além da restrição de quadrante observada para o método anterior, existe a restrição de número limitado de amostras por valor da variável, em que não se permite amostras com valores repetidos.
- Spline – o spline não utiliza apenas um polinômio de grande ordem para interpolação de todo o conjunto de dados, mas sim divide a série de dados em subconjuntos e utiliza polinômios de pequenas ordens para cada subconjunto. A soma ou junção deles é que forma a interpolação sobre todo o domínio.
- Krigagem - é um método semelhante ao de interpolação por média móvel ponderada, porém utiliza geoestatística, na krigagem os pesos dados a cada observação são determinados a partir de uma pré-análise espacial utilizando semivariogramas experimentais. A Geoestatística permite estimar dados em locais, não amostrados, levando em conta o comportamento espacial do fenômeno e minimizando o erro dessa estimativa. Um estimador de krigagem ordinária utiliza médias locais ou tendências locais estimadas a partir dos elementos amostrais vizinhos, ao invés de uma única média estacionária, como o faz um algoritmo de interpolação simples.

Os resultados encontrados a partir da interpolação espacial na região de interesse para os diferentes interpoladores foram comparados com os dados observados para o mesmo período na estação experimental de gameleira, e serão apresentados no item resultados e discussões.

3.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da interpolação espacial, utilizando os diversos interpoladores descritos na metodologia, chegou-se a resultados de umidade relativa do ar e temperatura para a região da microbacia de Gameleira, estes resultados foram gerados para os meses de janeiro à dezembro dos anos de 2004 e 2008.

Os dados interpolados de umidade relativa do ar foram comparados com a média mensal dos dados observados na estação experimental de gameleira, resultando em uma boa correlação entre dados observados e interpolados. Para exemplificar, destaca-se a análise dos dados referentes ao mês de janeiro de 2008, o valor da média mensal da umidade relativa observado na estação experimental foi de aproximadamente 77,4%. Ao analisar os resultados encontrados para o referido mês através dos interpoladores (Figuras: 02 e 03) percebe-se que o interpolador que apresentou melhor correlação com o valor observado foi o da krigagem ordinária com valor aproximado de 77,5%. Pode-se perceber ainda que este desempenho repetisse para os demais meses analisados.

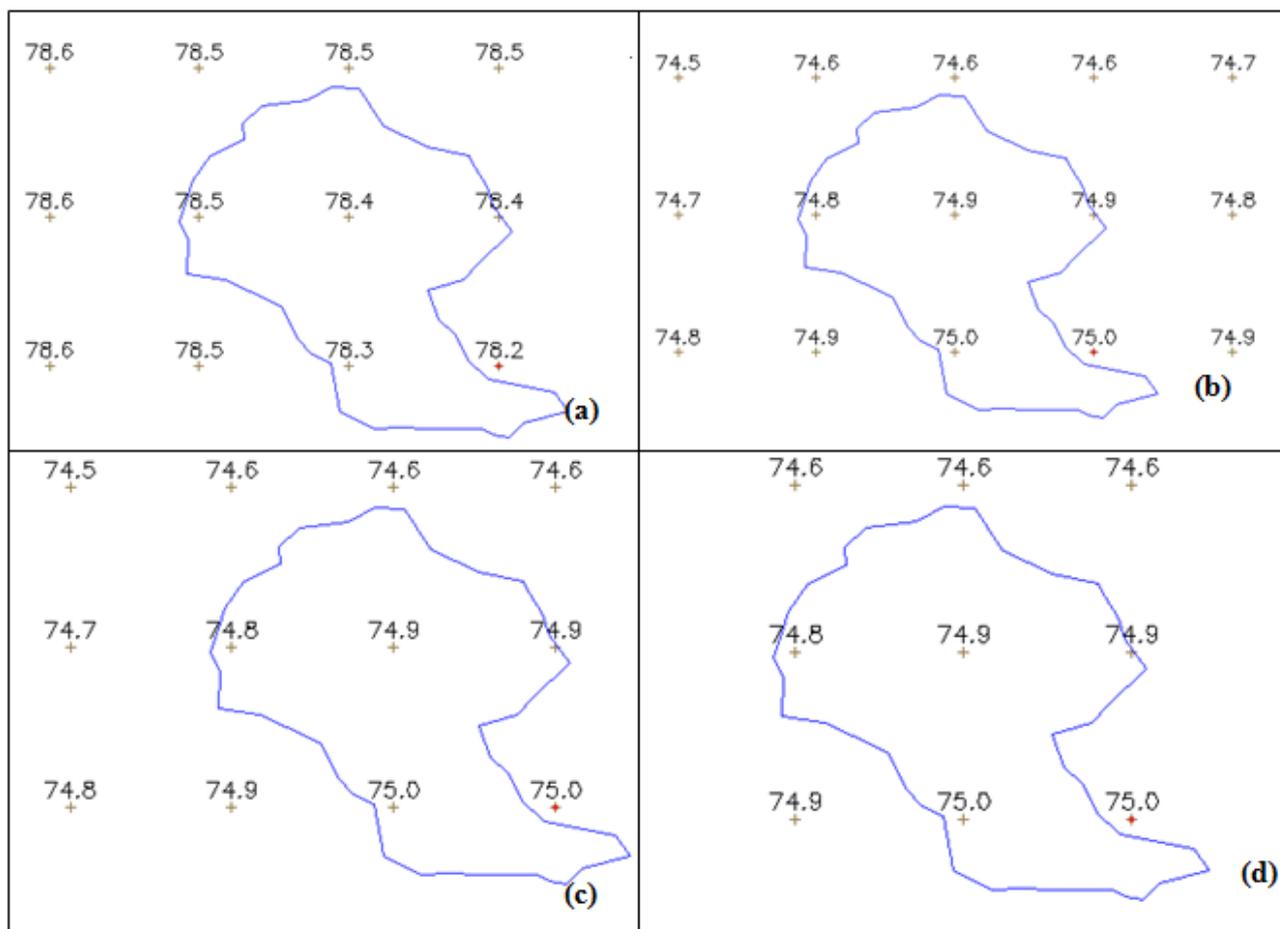


Figura 02 – Exemplo dos resultados encontrados para umidade relativa do ar no mês de janeiro de 2008 a partir dos interpoladores: (a) Interpolador spline bilinear, (b) Interpolador média ponderada cota quadrante, (c) Interpolador média ponderada quadrante e (d) Interpolador média ponderada.

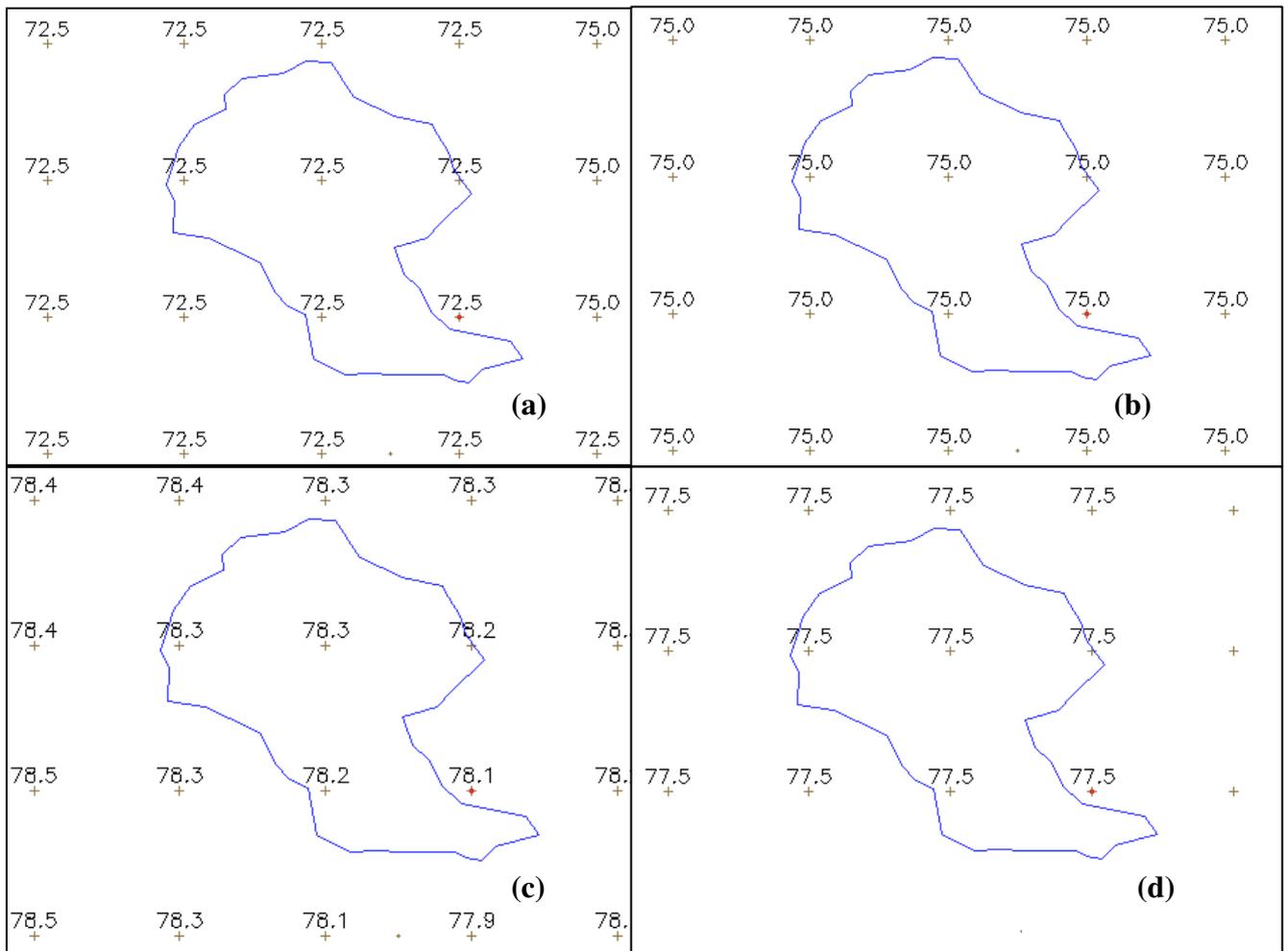


Figura 03 – Exemplo dos resultados encontrados para umidade relativa do ar no mês de janeiro de 2008 a partir dos interpoladores: (a) Interpolador média simples, (b) Interpolador vizinho mais próximo, (c) Interpolador spline bicúbico e (d) Krigagem ordinária.

Com relação a análise dos dados interpolados para a temperatura, observou-se que os interpoladores que utilizam médias apresentaram melhor desempenho. Pegando os dados de janeiro de 2008 como exemplo (Figura 04), o interpolador média simples apresentou resultado de 25,8°C muito próximo da média mensal calculada a partir dos dados observado na estação de Gameleira que foi de 25,3°C, percebe-se ainda um bom desempenho dos interpoladores que utilizam a média como os interpoladores: media ponderada cota quadrante, média ponderada cota, média ponderada. Este resultado pode se dever a variável temperatura não apresentar grandes variações espaciais para a região estudada. Nos resultados analisados nos demais meses a tendência se repetiu.

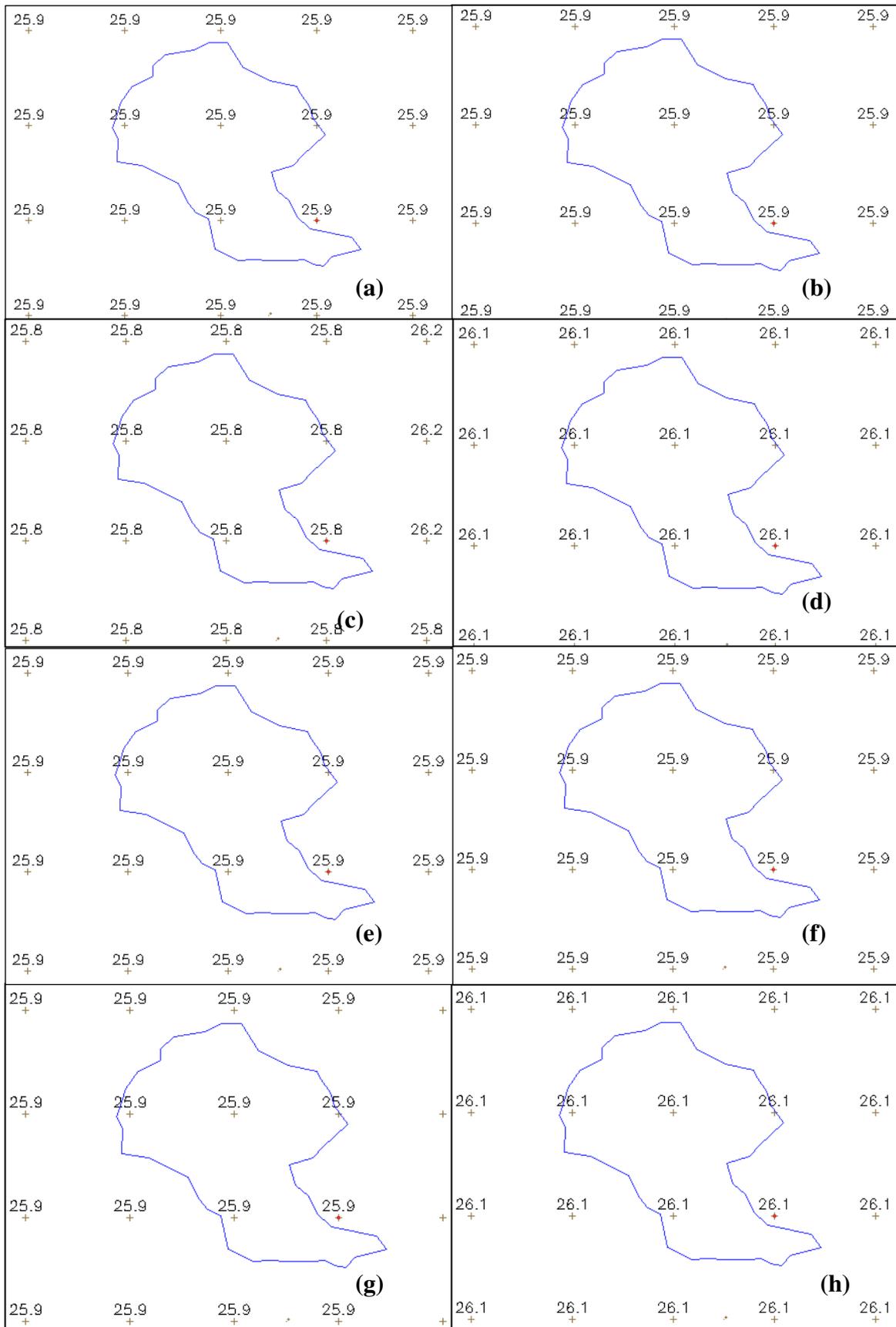


Figura 04 – Exemplo dos resultados encontrados para umidade relativa do ar no mês de janeiro de 2008 a partir dos interpoladores: (a) Interpolador média ponderada cota quadrante, (b) Interpolador média ponderada quadrante, (c) Interpolador média simples, (d) Interpolador spline bilinear, (e) Interpolador média ponderada, (f) Interpolador Vizinho mais próximo, (g) Krigagem ordinária e (h) Interpolador spline bicúbica

4.0 CONCLUSÕES

Analisando os resultados encontrados neste trabalho percebe-se que a utilização da interpolação espacial é de grande viabilidade para auxiliar em estudos de variáveis meteorológicas, destacando a temperatura e a umidade relativa do ar. Para variáveis como precipitação, faz-se necessário estudo mais aprofundado. Com relação aos interpoladores utilizados destaca-se a krigagem ordinária que demonstrou ser bastante eficiente no estudo das variáveis estudadas.

BIBLIOGRAFIA

- BURROUGH, P.A. (1986). *Principals of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford, Clarendon Press, 194p.
- DOORENBOS, J., PRUITT, W.O.(1977). *Guidelines for predicting crop water requeriment*. Roma- Itália: FAO. 144p.
- HEWITSON, B. C. e CRANE, R. G. (1996). *Climate downscaling: techniques and application*. Climate Research, v.7. pp.85-95.
- JAIN, S. K.; JAIN, S. K; HARIPRASAD V.; ANJU C. (2011). “*Water Balance Study for a Basin Integrating Remote Sensing Data and GIS*”. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing* 39(2), pp. 259–270.
- OLIVEIRA, L.M.M (2007). *Avaliação da evapotranspiração de referência (ET_o) na bacia experimental do riacho Gameleira – PE, utilizando lisímetro de pesagem hidráulica e métodos indiretos*. Recife: Universidade Federal de Pernambuco. Dissertação de Mestrado.
- PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C.(1997). *Evapo(transpi)ração*. Piracicaba: FEALQ. 183 p.
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. (1975). *Hidrologia Aplicada*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil.
- WILBY, R.L.; WIGLEY, T.M.L.; CONWAY, D.; JONES, P.D.; HEWITSON, B.C.; MAIN, J.; WILKS, D.S. (1998). “*Statistical downscaling of general circulation model output: a comparison of methods*”. *Water Resources Research*, Washington, 34(11), pp.2995-3008.