



Uso de Sensoriamento Remoto para preenchimento de falhas em séries pluviométricas

Welber Ferreira Alves¹
Érica Yoshida de Freitas¹
Camila Aida Campos¹
Henrique Llacer Roig²

¹ADASA – Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal.
Setor Ferroviário - Parque Ferroviário de Brasília - Estação Rodoferroviária, Sobreloja - Ala Norte
Brasília – DF, Brasil. CEP: 70631-900
{welber.alves, erica.freitas, camila.campos}@adasa.df.gov.br

² Universidade de Brasília
Instituto de Geociências, Universidade de Brasília Campus Universitário Darcy Ribeiro ICC - Ala
Central – Brasília – DF, Brasil
Caixa Postal 04465. CEP 70919-970
roig@unb.br

Abstract. It is very important to have hydrology data, because the possibility to know about characteristics from a place and so to plan about the trends, even though because it is common history to repeat. But it is very expensive and difficult to have data from many places, and this fact can be serious in critical areas. This way, remote sensing can be a good solution to solve these problems. So this paper analyzes data from satellite TRMM, one of the main, and interpolation techniques IDW and Thiessen Polygons using data from Rain Gauges localized in Distrito Federal, Brazilian's capital, in order to allow using data from remote sensing to fill blanks in annual data and averages data from stations points or areas without it. After comparatives it is possible to identify low differences between these data, principal comparing averages region annual, although the data from TRMM is lower than others when it compares point by point. So if the necessity is annual data or annual averages it is a good choice using data from remote sensing to areas without monitoring points, knowing its limitations, but to complete blanks in months or days it is possible the error is very high.

Palavras-chave: TRMM, IDW, Thiessen, hydrology, TRMM, IDW, Thiessen, hidrologia

1. Introdução

Apesar de o Brasil ser conhecido pela grande disponibilidade hídrica (WBCSD, 2006), sua distribuição tanto espacial como temporal é bastante heterogênea com regiões bastante contrastantes. Por exemplo, o semiárido da região nordeste contra a floresta equatorial Amazônica na região norte. E essa situação acaba se agravando, pois a distribuição populacional historicamente não se relacionou com a distribuição hídrica, chegando a haver bacias, como a Amazônica com vazões médias da ordem de 131.947 m³/s e 8.106 habitantes, mas também bacias como a do Atlântico Leste com vazões médias da ordem de 1.492 m³/s e 14.106 habitantes, com isso grandes centros urbanos já estão sofrendo com a crise hídrica (ANA, 2005).

Diante dessa crescente demanda por recursos hídricos, torna-se cada vez mais importante a compreensão dos fenômenos hidrológicos, principalmente relacionados à chuva, visto esta ser a principal fonte deste bem. O entendimento de questões ambientais como mudanças climáticas que atuam, por exemplo, no padrão de distribuição espaço temporal das chuvas é extremamente útil para o planejamento e a sustentabilidade (Paquin et al., 2016), buscando minimizar os danos que venham a ser causados por eventos de precipitações intensas (Petineli & Radin, 2012) ou por outro lado a falta de eventos chuvosos (escassez hídrica).

.Independentemente das causas da escassez, sejam elas ocasionadas por variações climáticas cíclicas naturais ou por interferências antrópicas, é importante que cada unidade da federação (estados) monitore e conheça a real situação dos seus recursos hídricos e as suas relações com os estados fronteiriços, com vista a um planejamento mais eficaz da gestão das águas.

As características regionais associadas com a conjuntura atual aumentam a responsabilidade dos gestores públicos sobre a proteção e gestão dos recursos hídricos distritais, sendo que a compreensão do regime de chuvas da região constitui uma importante ferramenta para o alcance desses objetivos (Paquin et al., 2016), e para tal é de suma importância a existência de uma série histórica que permita fazer tais estudos.

Neste contexto, o presente trabalho propõe fazer um estudo comparativo entre interpolações espaciais (Thiessen e IDW) de dados pluviométricos de estações de monitoramento, e dados do satélite TRMM, com a finalidade de se verificar se pra região estudado é possível a utilização de dados deste satélite para preenchimento de falhas de dados pluviométricos ou mesmo a ausência de estações em certas localizações.

2. Metodologia de Trabalho

O Distrito Federal se encontra na parte central do País, na região Centro-Oeste, sendo delimitado pelos paralelos 15° 30' S e 16° 03' S e possuindo uma área de 5.802 km². Seu clima é caracterizado por duas estações bem definidas: um período chuvoso e quente que vai de outubro a abril e outro período, seco e frio, que se estende de maio a setembro (Baptista, 1998). A região está situada em altitudes que variam de 750 a 1344 metros (Gonçalves et al., 2009).

Para a análise pluviométrica foram utilizados dados de 18 (dezoito) estações de monitoramento pluviométricas, distribuídas pelo território do Distrito Federal. São estações manuais do tipo Ville de Paris, com dados coletados diariamente às 07 horas da manhã. Para a análise, não foram utilizadas informações de regiões ao redor do DF, já que não se dispunham de dados pluviométricos dessas áreas. O período de dados destas estações foi de 1998 até 2014, haja vista a data de lançamento do satélite e a data que se dispunham os dados. Para as comparações foram calculadas três tipos de médias anuais, amplamente utilizadas na literatura (Brutsaert, 2005; Chow et al., 1988): média aritmética, média pelos polígonos de Thiessen e média pela técnica do IDW.

Para a interpolação dos dados, foram gerados polígonos de Thiessen, método que apresenta a área de domínio de cada estação de monitoramento, sendo recomendado para bacias com alta variabilidade espacial de chuvas (Cho et al., 2009; Strauch et al., 2012; Chow et al., 1988) e a técnica de Ponderação do Inverso da Distância (Inverse Distance Weighted - IDW), que têm demonstrado bons resultados (Ly et al., 2012; Marcuzzo et al., 2011). Para Marcuzzo et al. (2011), o IDW é uma das técnicas de interpolação mais usadas para pontos dispersos espacialmente, que consegue determinar valores dos pontos usando uma combinação linear ponderada dos pontos amostrados. 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 costumam não ser muito suaves.

Também foram utilizados dados oriundos do Satélite TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) pelo algoritmo 3b43 v7. Os autores Adler et al. (2000), Petersen & Rutledge (2001), Nicholson et al. (2003) e Chokngamwong & Chiu (2008) realizaram estudos utilizando informações geradas pelo TRMM na avaliação das propriedades e variações das chuvas, conseguindo bons resultados, embora tenham sido verificados desvios significativos quando comparados com dados horários de estações pluviométricas. Quando observados os



dados anuais, esses desvios tendem a ser menores, ainda que apresentem alguns dados superestimados.

Para a análise dos dados e a geração dos mapas da distribuição espacial da precipitação, foi utilizado o software livre QGis 2.4.1 (QGis, 2016).

3. Resultados e Discussão

Para a região estudada, existem dois importantes estudos pluviométricos, o trabalho de Costa (2012), onde foram analisados dados de pluviometria de 1978 até 2008, sendo apontado que na região sul do DF os valores de pluviometria variaram entre 1500 mm a 1800 mm, e no restante do DF foram verificadas variações de 1200 mm a 1500 mm. O outro estudo é o de Baptista (1998), o qual encontrou uma precipitação média anual no DF da ordem de 1500 mm. As médias históricas encontradas para o período estudado são descritas, na tabela 1:

Tabela 1 - Resultados das médias dos totais anuais de chuva.

Método	Total
Média Aritmética	1437,48 mm
Thiessen	1411,77 mm
IDW	1420,83 mm
TRMM	1427,00 mm

O primeiro ponto a ser observado na tabela 1 é o fato de que apesar dos métodos terem fundamentos diferentes, a diferença percentual entre os valores de média foi muito baixa, sendo a maior diferença encontrada de 1.79%, entre os valores de Thiessen e a Média Aritmética, isto é, pode-se apontar que a média anual de chuvas na região estaria nesta casa de valores, o que representaria uma diferença de quase 5% entre a média obtida por Baptista (1998), embora o trabalho deste esteja defasado em quase 20 anos. No entanto, quando comparado com o trabalho de Borges et al. (2012), que obteve de média 1418 mm (1971-2000), os valores já ficam bem próximos. Outro ponto bem interessante é o de que a média obtida pelo TRMM ficou muito próxima dos dados observados, dando uma grande confiabilidade a este dado para o cálculo de média anual na região.

Abaixo são exibidos os mapas que deram origem a essas médias:

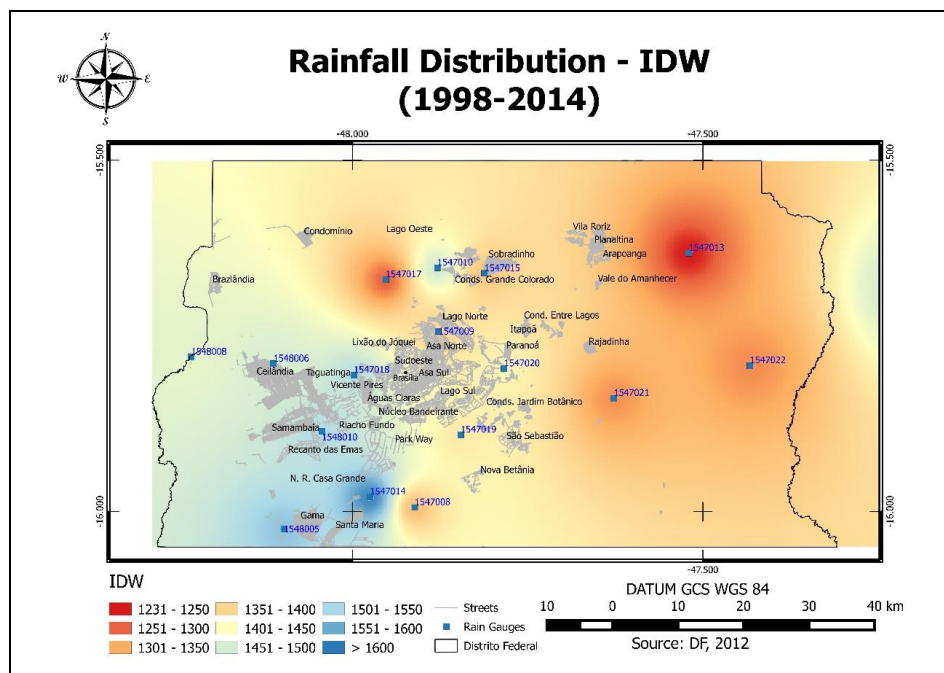


Figura 1: Distribuição de chuvas – IDW

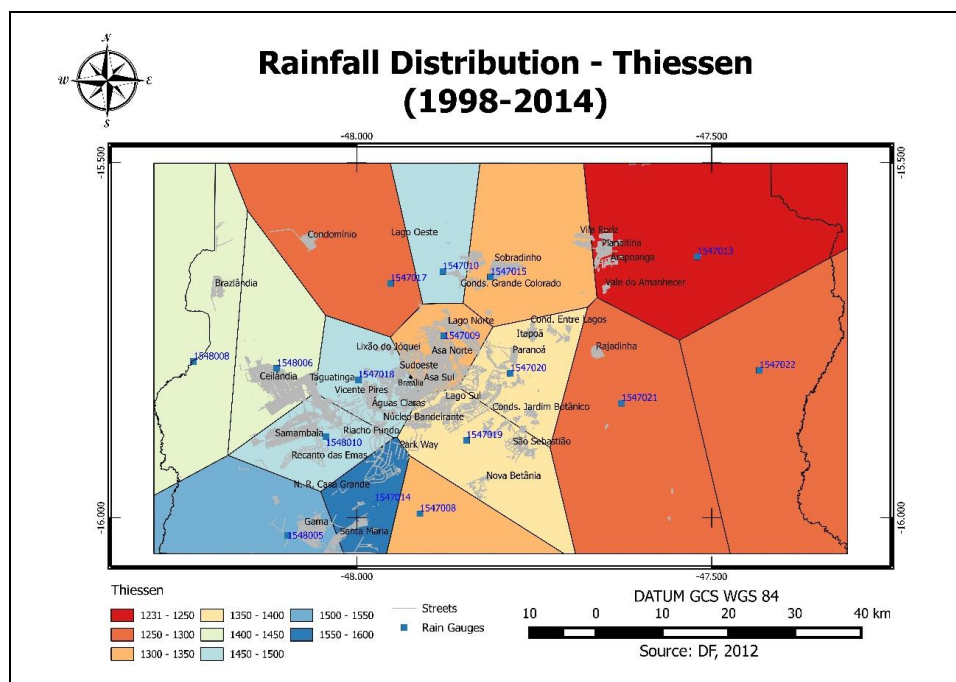


Figura 2: Distribuição de chuvas Thiessen



A comparação entre os valores interpolados (Figura 1 e 2) e os oriundos do TRMM (figura 3), demonstrou uma subestimação deste entre os valores de totais anuais mais elevados do que os resultados menores. Esse fator pode representar uma dificuldade que o satélite tenha em capturar períodos chuvosos mais intensos conforme apontado por Bowman (2005) e Liu (2015), e em alguns resultados obtidos Prakash et al. (2015) que também correlacionam problemas quando observadas chuvas mais brandas. Franchito (2009), correlacionando os dados de estações com os provenientes do TRMM para regiões brasileiras, também encontrou os piores valores de correlação na região do cerrado (centro oeste do país), entre os meses de junho-julho-agosto e dezembro-janeiro-fevereiro, justamente os meses de seca e de chuva intensa. Tal fato pode explicar as diferenças encontradas no presente estudo.

Pode-se constatar que a média de chuvas da região nos últimos anos ficou muito próxima dos valores encontrados no satélite TRMM, o que aponta que os dados do satélite estão se correlacionando muito bem com os dados de totais anuais da região. No entanto, quando comparadas áreas que demonstraram valores de chuvas maiores que 1500 mm, estes ficaram subestimados pelo satélite. Tal estudo aponta que para se lidar com totais anuais e médias históricas anuais, a margem de erro do satélite é aceitável, no entanto há de se fazer a ressalva de que haverá uma subestimação dos valores.



Agradecimentos

Agradecemos à Caesb por disponibilizar os dados utilizados para este estudo

Referências Bibliográficas

- Adler, R.F., G.J. Huffman, D. T. Bolvin, S. Curtis, and E. J. Nelkin. 2000. Tropical rainfall distributions determined using TRMM combined with other satellite and rain gauge information. *Journal of Applied Meteorology*, **39**(12):2007-2023.
- Baptista, G.M.M. 1988. Caracterização climatológica do Distrito Federal. In: IEMA/SEMATEC/UnB, *Inventário Hidrológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal*. Brasília. **1**: 187-208.
- Borges PA, Franke J, Silva FDS, Weiss H, Bernhofer C (2013a) Differences between two climatological periods (2001-2010 vs. 1971- 2000) and trend analysis of temperature and precipitation in Central Brazil. *Theor. and Appl. Climatol.* (2014) 116:191–202. DOI 10.1007/s00704-013-0947-4.
- Bowman, K. P.: Comparison of TRMM precipitation retrievals with rain gauge data from ocean buoys, *J. Climate*, **18**, 178–190, 2005.
- Brutsaert, W. *Hydrology - An Introduction*. New York: Corndell University, 2005. 618 p.
- Cho, J., Bosch, D.D., Lowrance, R.R., Strickland, T.C. 2009. Effect of spatial distribution of rainfall on temporal and spatial uncertainty of SWAT Output. *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers* **52**: 1545–1555.
- Chokngamwong, R., Chiu, L. S. 2008. Thailand daily and comparison with TRMM products. *Journal of Hydrometeorology* **9**: 256 – 266.
- Chow, V.T., Maidment, D.R., Mays, L. W. 1988. *Applied hydrology*. 1. ed. New York, Mc Graw-Hill Publishing Company, 572 p.
- Costa, H.C., Marcuzzo, F.F.N., Ferreira, O. M., Andrade, L. R. 2012. Espacialização e Sazonalidade da Precipitação Pluviométrica do Estado de Goiás e Distrito Federal. *Revista Brasileira de Geografia Física* **5** (1): 87-100.
- Franchito, S. H., V. B. Rao, A. C. Vasques, C. M. E. Santo, and J. C. Conforte, 2009: Validation of TRMM precipitation radar monthly rainfall estimates over Brazil. *J. Geophys. Res.*, **114**, D02105, doi:10.1029/2007JD009580.
- Liu, Z., 2015. Comparison of precipitation estimates between Version 7 3-hourly TRMM Multi-Satellite Precipitation Analysis (TMPA) near-real-time and research products, *Atmospheric Research*, Volume 153, February 2015, Pages 119–133, Online: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169809514003081>
- Ly, S., Charles, C., Degré, A. 2012. Different methods for spatial interpolation of rainfall data for operational hydrology and hydrological modeling at watershed scale. A review. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **17**, n. 2, p. 392-406.
- Marcuzzo, F.F.N., Andrade, L. R., Melo, D. C. R. 2011. Métodos de interpolação matemática no mapeamento de chuvas do estado do Mato Grosso. *Revista Brasileira de Geografia Física* **4**: 793 – 804.
- Nicholson, S.E., Some, B., McCollum, J., Nelkin, E., Klotter, D., Berte, Y., Diallo, B. M., Gaye, I., Kpabebe, G., Ndiaye, O., Noukpozounkou, J. N., Tanu, M. M., Thiam, A., Toure, A. A., & Traore, A. K. 2003. Validation of TRMM and other rainfall estimates with a high-density gauge dataset for west Africa. *Journal of Applied Meteorology* **42**: 1355 – 1368.



Gonçalves, T.D.; Campos, J. E. G. & Roig, H. L. 2009. Sistema de informação geográfica como ferramenta de apoio à outorga dos recursos hídricos subterrâneos no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Geociências* **39**: 169-180.

Paquin, D.; Elia, R., Bleau, S.; Charron, I.; Logan, T.; Biner, S. 2016. multiple timescales approach to assess urgency in adaptation to climate change with an application to the tourism industry. *Environmental Science & Policy*. 63: 143–150.

Petersen, W.A., Rutledge, S. A. 2001. Regional variability in tropical convection: observations from TRMM. *Journal of Climate* **14**: 3566 – 3886.

Petineli, M.R., Radin, B. 2012. Análise do padrão de ocorrência de chuvas no município de São Borja, RS. *In: Salão de Iniciação Científica e Inovação Tecnológica: Porto Alegre*.

Prakash, S.; Mitra, A. K.; Momin, I. M.; Pai, D. D. Comparison of TMPA-3B42 Versions 6 and 7 Precipitation Products with Gauge-Based Data over India for the Southwest Monsoon Period. 2015. *Journal of hydrometereology*. **16**: 346-362.

QGis. QGis Project. 2016. Disponível em http://www.qgis.org/pt_BR/site/, acesso em 20 de fevereiro de 2016.

WBCSD – World Business Council for Sustainable Development. 2006. Water: Facts and Trends. www.unwater.org/downloads/Water_facts_and_trends.pdf (accessed 03.04.16)