

XIV SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE DADOS DE PRECIPITAÇÃO ESTIMADOS PELO SATÉLITE TRMM E DADOS OBSERVADOS EM SUPERFÍCIE EM DELMIRO GOUVEIA – AL

*Rafael Silva Pereira de Santana*¹; *Leandro Marinho Damasceno*²; *Grazielly Silva Alves*³ &
*Thiago Alberto da Silva Pereira*⁴

RESUMO – A precipitação é uma importante variável para o ciclo hidrológico. Entretanto, muitas regiões possuem baixa densidade de estações meteorológicas, resultando em um déficit para tais informações. Dessa forma surge alternativas para estimar os dados de precipitação, como o satélite TRMM. O objetivo do presente estudo é avaliar os dados disponíveis através do produto 3B42, que realiza estimativas a cada 3 horas, e o posto pluviométrico da cidade de Delmiro Gouveia – Alagoas, para isso foi calculado o erro médio e desvio padrão dos dados estimados para cada mês, entre o período de atividade do satélite que corresponde aos anos de 1998 a 2017. Pode-se concluir que o satélite TRMM tem uma tendência em subestimar os dados provenientes do pluviômetro, e que o mesmo possui menor eficiência para os meses de junho a agosto, referentes ao período de inverno.

ABSTRACT– Precipitation is an important variable for the hydrological cycle. However, many regions have low density of meteorological stations, resulting in a deficit of information. Thus, alternatives to estimate precipitation data are available, such as the TRMM satellite. The objective of the present study is to evaluate the available data through the product 3B42, which realizes estimates every 3 hours, and the pluviometric station in the city of Delmiro Gouveia – Alagoas, for this, calculated the mean error and standard deviation of the estimated data for each month, between the period of satellite activity corresponding to the years 1998 to 2017. It can be concluded that the TRMM satellite has a tendency to underestimate the data coming from the rain gauge, and that it has lower efficiency for the months of June to August, referring to the winter period.

Palavras-Chave – Precipitação, sensoriamento remoto, incertezas.

¹ Graduando em Engenharia Civil pela UFAL, Av. Castelo Branco, Centro, Delmiro Gouveia-AL, (82) 99612-2784, rafasantana05@gmail.com

² Graduando em Engenharia Civil pela UFAL, R Marechal Mascarenhas, S/N, apt. 04, Eldorado, Delmiro Gouveia-AL, (82) 99631-3396, leomarinho18@gmail.com

³ Engenheira Civil, R. 22 de Dezembro, 359, Centro, Batalha-AL, (82) 99633-9667, grazielly_alves1494@hotmail.com

⁴ Prof. Dr. Adjunto da UFAL, Rodovia AL - 145, (82) 99630-9008, thiago_alb@hotmail.com

1 - INTRODUÇÃO

A precipitação é uma componente essencial do ciclo hidrológico e uma das variáveis meteorológicas mais importantes para estudos climáticos das diversas regiões do Brasil. O conhecimento da precipitação durante o ano é o fator determinante para estimar, entre outros, a necessidade de irrigação de culturas e o abastecimento de água doméstico e industrial (BERTONI & TUCCI, 1993). Dessa forma, é imprescindível conhecer a estimativa dos valores mais prováveis de precipitação, a identificação das áreas de ocorrências e a regularidade com que as mesmas se distribuem, para que se tenha um bom planejamento hídrico e, conseqüentemente, um melhor desenvolvimento econômico e social (Salgueiro, 2005).

As medidas e estimativas das precipitações podem ser feitas de várias maneiras, dentre elas por meio de instrumentos meteorológicos (pluviômetros e pluviógrafos) de superfície, que coletam informações precisas das precipitações para uma pequena área localizada em seu entorno, e por meio de satélites meteorológicos e de observação da Terra, que fornecem estimativas para áreas (pixels) (Massagli; Victoria; Andrade, 2011).

O estado de Alagoas conta com uma baixa densidade de pluviômetros em seu território, não fornecendo uma medida apurada da taxa de precipitação, o que reflete na qualidade dos estudos que usam tais taxas (Medeiros; dos Santos [2005]). Para suprir essas deficiências, o sensoriamento remoto tem sido muito utilizado pelos meteorologistas com a aplicação de técnicas de estimativa de precipitação, utilizando imagens de satélites e radares meteorológicos (de Calbete, 1996).

O satélite TRMM - *Tropical Rainfall Measuring Mission* – foi lançado em 1997 como um satélite experimental conjunto da Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (NASA) e da Agência de Exploração Aeroespacial do Japão (JAXA). O sistema TRMM oferece algumas das mais valiosas imagens para acompanhamento, previsão e análise de precipitação e os instrumentos de bordo monitoram nuvens, precipitações, fluxo de calor, raios e outros aspectos do ciclo da água (Passow, 2010).

O TRMM fornece estimativa válidas para a região compreendida entre 50°S e 50°N do globo terrestre, com resolução espacial de 0,25° x 0,25° (aproximadamente 770 km²) e discretizações temporais variadas. Vários produtos são gerados a partir das estimativas do satélite, dentre eles, o produto 3B42, que foi utilizado neste estudo. Esse produto usa estimativas de precipitação, a cada 3 horas, por micro-ondas do TMI, corrigidas através de informações sobre a estrutura vertical das nuvens, obtidas do PR.

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo comparar os dados de precipitação estimados no pluviômetro a dados obtidos pelo satélite TRMM, a fim de avaliar a qualidade destes para a cidade de Delmiro Gouveia – AL.

2 - METODOLOGIA

2.1 - Área de estudo

O município escolhido para estudo foi o de Delmiro Gouveia, que está localizado na mesorregião do sertão do estado de Alagoas e na microrregião do sertão do São Francisco, como mostra a figura 1. Tem uma área territorial de 626,29 km² e uma população estimada em 52.306 habitantes, segundo dados de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).



Figura 1 – Localização geográfica do município de Delmiro Gouveia

2.2 - Levantamento de dados do pluviômetro

Os dados do pluviômetro foram coletados no portal *hidroweb*, disponíveis no site da Agência Nacional de Águas – ANA. A estação utilizada está localizada no município em estudo, código 00937013, dessa forma extraiu-se apenas os valores mensais de chuva desde 1998 até 2017.

2.3 - Levantamento e preparo de dados do satélite

Os dados do satélite TRMM estão disponíveis no banco de dados da NASA, onde é possível selecionar qualquer produto gerado pelo satélite. Para este trabalho foi utilizado o produto 3B42, versões 7 e 7A, que corresponde a imagens geradas no formato *.hdf (*Hierarchical Data Format*), podendo ser visualizadas e manipuladas no software MATLAB. As imagens correspondentes às

estimativas médias mensais de precipitação do 3B42 foram obtidas através do endereço: <https://search.earthdata.nasa.gov/search?q=TRMM_3B42>.

Uma imagem consiste de 576.000 pixels de 0,25° x 0,25°, de modo que cada pixel contém uma estimativa média de precipitação válida para a área inserida nele (Brito *et al*, 2011). Para o processamento das imagens de satélite, foi adaptado o algoritmo desenvolvido por Collischonn (2006), que consiste num programa feito para abrir um arquivo em *.hdf, através do MATLAB e extrair a estimativa de precipitação para cada pixel, gerando um arquivo “txt”.

Como os dados do produto 3B42 disponibiliza dados a cada 3 horas, elaborou-se um algoritmo através do software R, a fim de gerar um valor acumulado de precipitação a nível mensal, para cada ano em análise, e um valor total da precipitação anual.

2.4 - Cálculo do erro médio

O método escolhido para realizar a comparação entre os dados de satélite e valores reais de precipitação foi o cálculo do erro médio e desvio médio padrão. Segundo Walter e Moore (2005), o cálculo do erro médio indica se os valores considerados subestimam ou superestimam os valores reais. Dessa forma, é possível calcular o erro através da média das diferenças entre os valores expressos pelos dados estimados e reais, conforme explicitado na equação 1.

$$EM = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (E_j - A) \quad (1)$$

Em que: A é o total dos valores reais, E_j é o valor da j -ésima estimativa e n o tamanho da série de dados.

O desvio padrão, calculado com base na equação 2, é uma medida de dispersão e o seu valor reflete a variabilidade das observações em relação à média (Lunet *et al*. 2006). Logo, o cálculo do desvio padrão demonstra se a amostra analisada apresenta valores bem distribuídos em relação à média ou se apresenta em sua totalidade valores próximos.

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

Em que: n é o número de ocorrências, x_i é o elemento dado e \bar{x} é a média dos dados.

A fim de se conhecer o período de dados com maior erro, calculou-se o erro médio e desvio padrão para: 20 anos (1998 a 2017), que corresponde ao período total de dados disponíveis pelo satélite TRMM, 10 anos iniciais (1998 a 2007) e últimos 10 anos (2008 a 2017).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiramente, elaborou-se um mapa da região em estudo a fim de localizar o pixel em que está inserido o posto pluviométrico, bem como os pixels vizinhos a esse, como mostra a figura 2. Como o pluviômetro possui proximidade a dois pixels, serão utilizados os valores de precipitação para cada pixel e a média entre eles.

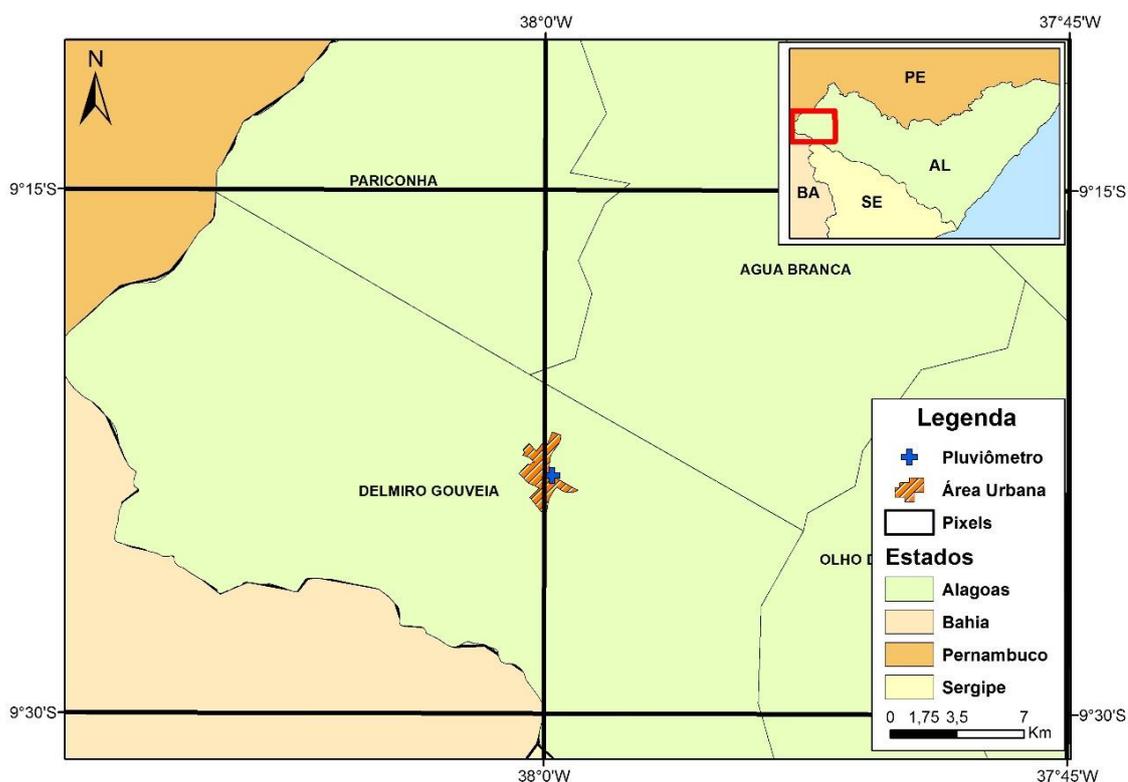


Figura 2 – Localização geográfica do município em análise e os pixels vizinhos

A tabela 1 apresenta as coordenadas geográficas do posto pluviométrico da cidade de Delmiro Gouveia – AL, assim como as coordenadas centrais dos pixels vizinhos.

Município	Pluviômetro		Pixel à esquerda		Pixel à direita	
	Longitude	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Latitude
Delmiro Gouveia	-37,99	-9,39	-38,12	-9,37	-37,87	-9,37

Tabela 1 – Coordenadas geográficas do posto pluviométrico e dos pixels.

Com os dados obtidos com o levantamento dos dados pluviométricos e de satélite, realizou-se o acúmulo das precipitações para valores mensais, para que então fosse calculado o erro médio e desvio padrão, referente aos erros, para as estimativas do produto 3B42. Os valores calculados para

o erro médio estão representados nos gráficos por meio de barras e as “linhas” indicam a dispersão da amostra, ou seja, o desvio padrão.

Em seguida, com os resultados obtidos, plotou-se gráficos a fim de facilitar a visualização dos dados, como mostra a Figura 1. Com isso, realizou-se uma comparação entre os dados de satélite e de pluviômetro no período de 1998 a 2017.

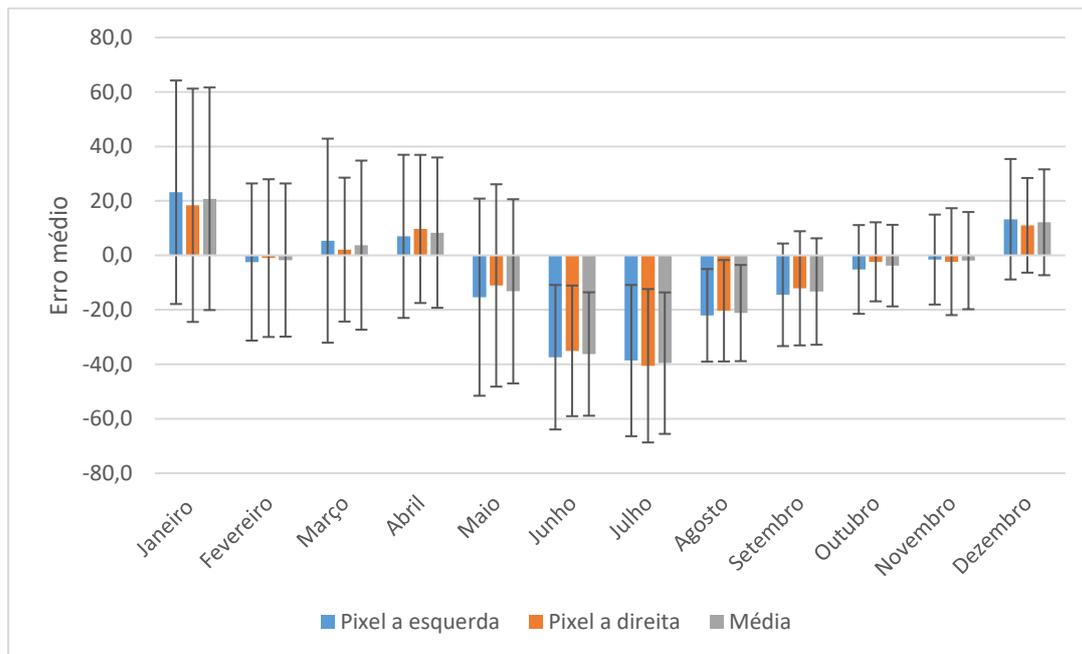


Figura 3 - Erro médio para o período entre 1998 a 2017

Com base na Figura 3 pode-se observar que o período que apresentou maior disparidade entre os valores estimados e reais, foi entre os meses de maio e setembro; para estes meses o satélite TRMM subestimou os dados reais. Já para o período entre outubro e abril, o erro médio foi inferior, com exceção dos meses de dezembro e janeiro, onde houve uma superestimação dos dados por parte do satélite. O desvio padrão aponta que para a maior parte dos meses houve grande dispersão dos erros, até mesmo para fevereiro e março que obtiveram pequena subestimação dos dados de superfície. Vale ressaltar que o pixel situado à direita do pluviômetro apresentou menor erro para 9 meses desse período (1998 a 2017).

Os resultados encontrados são similares aos que são apresentados por Cunha *et al* (2015) e Vasconcelos *et al* (2014), para o posto pluviométrico em análise, o qual o produto 3b42 demonstrou tendência a subestimar os valores reais com um elevado valor de dispersão dos erros.

A Figura 4 apresenta o erro médio para o período dos dez primeiros anos e a figura 5 para os dez últimos anos do período em estudo.

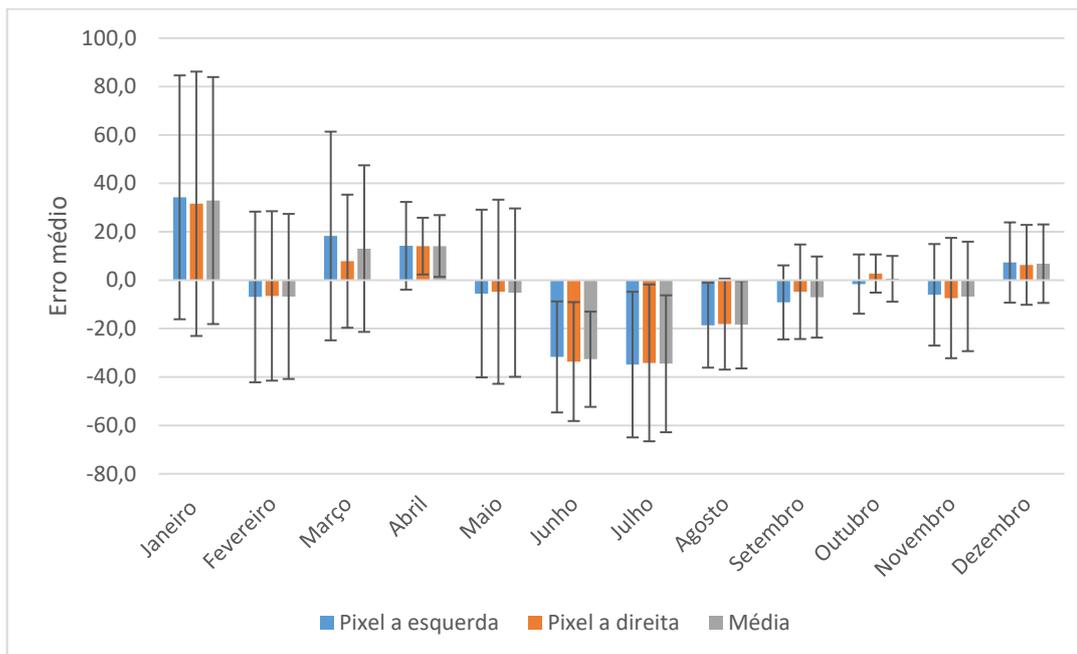


Figura 4 – Erro médio para o período entre 1998 a 2007

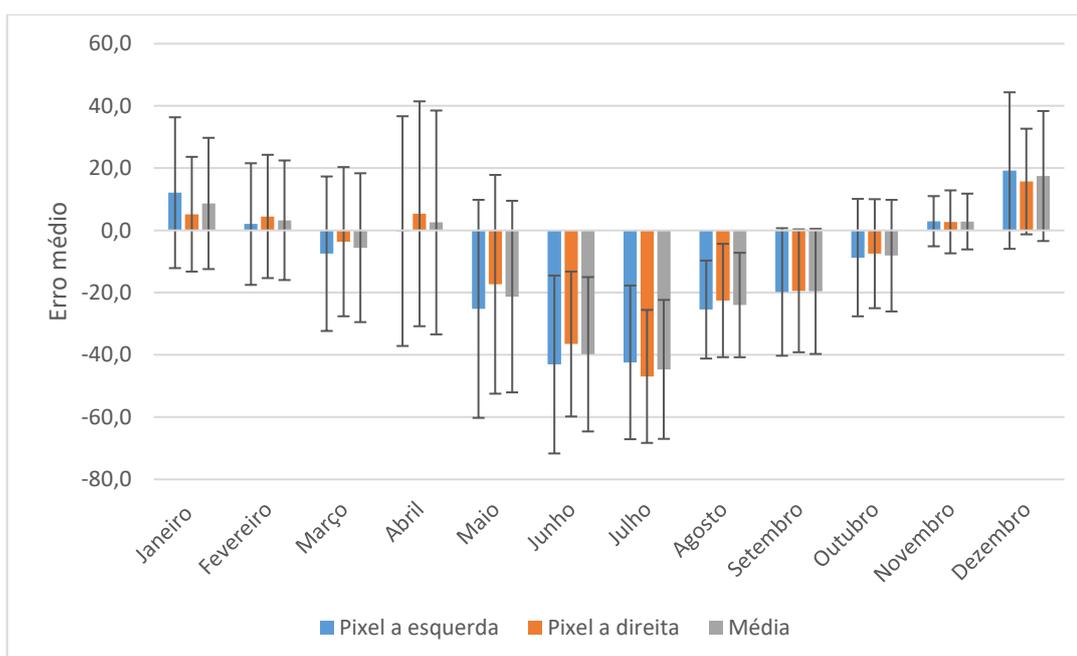


Figura 5 – Erro médio para o período entre 2008 a 2017

Realizando uma análise entre as figuras 4 e 5, percebe-se que os dados para o período entre 1998 a 2007 apresentam melhores resultados, já que o erro médio, para tal período, foi inferior para um número maior de meses, além de apresentar menor dispersão para os erros do que o período de 2008 a 2017. Os meses em que obtiveram melhores estimativas foram de outubro a abril, para ambos os períodos de anos, demonstrando assim que o satélite possui maior ineficácia para os meses de maio a setembro.

Brito *et al* (2011) encontrou para a cidade de Delmiro Gouveia, no ano de 2009, resultados estimados parecidos com os dados do pluviômetro no período de janeiro a julho, mas foram subestimando-se nos meses seguintes, voltando a se aproximar no final de dezembro. Esses resultados se assemelham aos dados apresentados na figura 5, onde nota-se subestimativa dos dados do pluviômetro para o mês de maio, tendo seu ápice ao mês de julho.

Anjos *et al* (2013) realizou um estudo para a cidade de Caruaru - PE entre dados do pluviômetro e dados do produto 3B42, para o período de 1998 a 2010, e encontrou a mesma tendência de o satélite subestimar os dados reais; apenas em um período de 5 anos o satélite superestimou os dados pluviométricos.

Com relação aos pixels próximos ao pluviômetro que foram analisados, pode-se observar, que houve uma diferença na análise anual em relação a qual melhor se comporta em cada período. Dessa forma, para os anos de 1998 a 2017, o pixel a direita obteve melhor rendimento, para 1998 a 2007 o pixel a esquerda apresentou menor valor agregado de erros e para o período final (dos anos 2008 a 2017), o pixel a direita voltou a apresentar melhores resultados, mostrando assim que não há uniformidade para o rendimento de cada pixel sobre o pluviômetro do município de Delmiro Gouveia.

4 - CONCLUSÃO

Os dados de satélite demonstraram para a cidade de Delmiro Gouveia, uma tendência em subestimar os dados de pluviômetro, para todos os períodos analisados nesse estudo. Este fato pode estar relacionado com as características das chuvas na região do semiárido, como precipitações de alta intensidade e curta duração, ou o fato de estar nublado não indicar incidência de precipitação para o local.

O período que corresponde aos meses de maio a agosto apresentou maiores erros, demonstrando que o satélite possui maiores dificuldades em estimar a precipitação para o inverno, já que o erro médio se intensifica para os meses de junho a agosto. Para o mês de janeiro, o produto 3B42 volta a apresentar valores consideráveis de erro, para os períodos em análise, sendo que a magnitude do erro permanece inferior quando comparado ao período de inverno, para os valores encontrados de desvio padrão os erros demonstraram que a amostra possui valores bem distribuídos, mas para os meses com valores mais satisfatórios percebe-se uma disparidade bem inferior aos erros.

Os pixels analisados demonstraram grande variabilidade em relação a eficiência para estimativas, dessa forma utilizar a média entre os mesmos garantiria uma menor tendência aos erros, independentemente do período a ser estudado. As versões das imagens do satélite demonstraram também grande diferença de rendimentos, sendo a versão mais recente mais adequada para o uso.

De modo geral as estimativas não se mostram como satisfatórias, sendo recomendado aplicar outras variáveis estatísticas afim de eliminar possíveis erros de leitura do satélite, a futura atualização das versões das imagens do TRMM é também uma variável a ser analisada, podendo assim gerar resultados mais próximos ao que é obtido através do posto pluviométrico da localidade. Outra variável são os fatores climáticos que podem ter influência nos resultados, como a ocorrência de fenômenos globais que modificam o comportamento da atmosfera local.

REFERÊNCIAS

a) Dissertações:

-COLLISCHONN, B. (2006). “*Uso de precipitação estimada pelo satélite TRMM em modelo hidrológico distribuído*”. PPGRHSA/UFRGS, Porto Alegre-RS, 131 p.

-HIPÓLITO PAIVA DE BRITTO SALGUEIRO, João. *Avaliação de rede pluviométrica e análise de variabilidade espacial da precipitação: estudo de caso na Bacia do Rio Ipojuca em Pernambuco*. 2005.

b) Artigo em Revista

-LUNET, Nuno; SEVERO, Milton; BARROS, Henrique. *Desvio padrão ou erro padrão*. **Arquivos de Medicina**, v. 20, n. 1-2, p. 55-59, 2006.

-WALTHER, Bruno A.; MOORE, Joslin L. *The concepts of bias, precision and accuracy, and their use in testing the performance of species richness estimators, with a literature review of estimator performance*. **Ecography**, v. 28, n. 6, p. 815-829, 2005.

-PASSOW, Michael J. *TRMM: Trazendo o sensoriamento remoto de precipitação para sua sala de aula*. **Terra e Didática**, v. 6, n. 1, p. 3-8, 2010.

c) Artigo em anais de congresso ou simpósio

-ANJOS, R.S. NOBREGA, R.S. ARAUJO, F.E. SANTOS, P.F.C. (2013). “*Uso da estimativa de precipitação do TRMM para a cidade de CARUARU-PE*”. In Anais do I Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro, Campina Grande, 2013.

-BRITO, P.L.C.; ALVES, A.C.B; SOUZA, C.F. (2011). “*Precipitação Mensal E Anual Via Trmm No Semi-Árido Alagoano Em 2009*” in Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Maceió, 2011.

-CUNHA, A.H.F.; MARQUES L.A.; GAMA, C.H.A.; VASCONCELLOS, S.F.; SOUZA, C.F. (2015). “*Análise Da Estimativa De Precipitação Pelo Satélite Trmm No Estado De Alagoas*” in Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Brasília, 2015.

-MASSAGLI, G. O.; VICTORIA, D. de C.; ANDRADE, R. G. *Comparação entre precipitação medida em estações pluviométricas e estimada pelo satélite TRMM*. In: **Embrapa Monitoramento por Satélite-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5., 2011, Campinas. Anais... Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2011., 2011.

-VASCONCELLOS, S.F.; CUNHA, A.H.; MARQUES, L.A.; GAMA, C.H.A.; GOMES, M.G. (2014). “*Estimativa Pontual De Precipitação Via Satélite Trmm No Semi-Árido Alagoano.*” in Anais do XII Simpósio de Recursos Hidricos do Nordeste, Natal, 2014.

d) Site

-AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, ANA.HidroWeb. “*Sistema de Informações Hidrológicas*”. 2005. Disponível em : < <http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em 20 maio. 2018.

-IBGE. Disponível em : < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/delmiro-gouveia/panorama>>. Acesso em 24 junho. 2018.

-NASA. Disponível em: <https://search.earthdata.nasa.gov/search?q=TRMM_3B42>. Acesso em 20 fevereiro. 2018.

e) Artigos diversos

-DE CALBETE, Nuri O. et al. *Precipitações intensas ocorridas no período de 1986 a 1996 no Brasil*. 1996.

-MEDEIROS, Isa Rezende; DOS SANTOS, Alexandre Silva. *Análises das precipitações do estado de Alagoas, comparado com o modelo ETA e a precipitação estimada pelo satélite TRMM e postos pluviométricos*. [2005]