AVALIAÇÃO DE DADOS METEOROLÓGICOS ESTIMADOS POR SENSORIAMENTO REMOTO PARA A REGIÃO DO MATOPIBA

Gisele Milare[1,2], *Maria Isabel Sobral Escada*[1], *Angélica Giarolla*[1]

[1]Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Av. dos Astronautas, 1758, Jd. da Granja, 12227-010, S. J. Campos/SP, Brasil, {gisele.milare, isabel.escada, angelica.giarolla}@inpe.br
[2] Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), 302 Norte Alameda 01, 77006-336, Palmas/TO, Brasil

RESUMO

Os dados meteorológicos são amplamente utilizados em vários tipos de estudos em diversas regiões geográficas. Entretanto, sua obtenção por medições diretas através de estações meteorológicas possui distribuição espacial limitada. Para transpor essa limitação, dados de sensoriamento remoto podem ser utilizados como uma alternativa. Com o objetivo de avaliar o uso desses dados para a região do Matopiba, o presente trabalho comparou os dados de precipitação provenientes dos produtos CHIRPS e PERSIANN com os dados de estações automáticas do INMET. Para comparação, calculamos coeficiente de correlação de Spearman e o índice de concordância de Willmott modificado. Os resultados mostraram que os dados CHIRPS e PERSIANN são coerentes e podem ser usados como alternativa aos dados de estação meteorológicas, com melhor desempenho para os dados de precipitação acumulada.

Palavras-chave – precipitação, CHIRPS, PERSIANN, correlação de Spearman, índice de concordância.

ABSTRACT

Meteorological data are widely used in various types of studies in different geographic regions. However, the direct measurements with meteorological stations has a spatial distribution limitation. To overcome this limitation, remote sensing data can be used as an alternative. In order to evaluate the use of these data for the Matopiba region, the present study compared the CHIRPS and PERSIANN data with INMET automatic station data. For comparison, we calculated the Spearman correlation coefficient, and the Willmott index of agreement modified. The results showed that the CHIRPS and PERSIANN are consistent and can be used as an alternative to meteorological station data, with better performance for accumulated precipitation data.

Key words – *precipitation, CHIRPS, PERSIANN, Spearman correlation, Willmott index of agreement modified.*

1. INTRODUÇÃO

A disponibilidade de dados meteorológicos é importante para diversos estudos nas áreas ambiental e agrícola. Dados de precipitação podem ser obtidos com pluviômetros presentes nas estações meteorológicas, ou por meio indireto, com dados provenientes de sensoriamento remoto com medidas de reflectância de nuvens, temperatura do topo das nuvens e/ou da precipitação de neve e granizo, além do uso de modelos que utilizam esses dados para a melhoria da estimativa de precipitação.

No Brasil, diversos estudos apontam como viáveis os dados de precipitação provenientes de sensoriamento remoto como alternativa ao uso de dados de medição direta, como: estudo para o Estado de Roraima, com dados de precipitação provenientes do satélite *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) em comparação com estações meteorológicas da Agência Nacional de Águas (ANA), apresentando bom desempenho na representação da sazonalidade das precipitações pluviométricas [1]; estudo para o Estado do Rio Grande do Norte, com dados de precipitação do satélite *Global Precipitation Measurement* (GPM), apresentando bom desempenho quando comparado com estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) [2]; estudo para a Bacia Hidrográfica do Rio Jamanxim, no Estado do Pará, com os dados de precipitação diária provenientes do MERGE sendo significativamente melhores do que as estimativas do TRMM, e para precipitação acumulada mensal, não há diferença significativa entre esses dados quando comparados aos dados de estações meteorológicas da ANA [3]; estudo para o Sistema Cantareira, no Estado de São Paulo, com dados de precipitação obtidos com o produto GPM/IMERG, que apresentaram correlação positiva com os dados de pluviômetros do Centro nacional de Monitoramento de Desastres Naturais (CEMADEN) e do INMET, com melhores resultados para períodos mensais [4]; e, estudo para o Estado do Mato Grosso, com dados provenientes do TRMM, que embora tenham um bom desempenho através do índice de concordância quando comparados as estações meteorológicas da ANA, superestimaram os valores de precipitação mensal [5].

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os dados de precipitação diária e acumulada para 2, 3, 4, 5, 10, 15, 30, 60 e 120 dias, provenientes dos produtos CHIRPS e PERSIANN comparando com dados de estações meteorológicas do INMET para a região do Matopiba.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

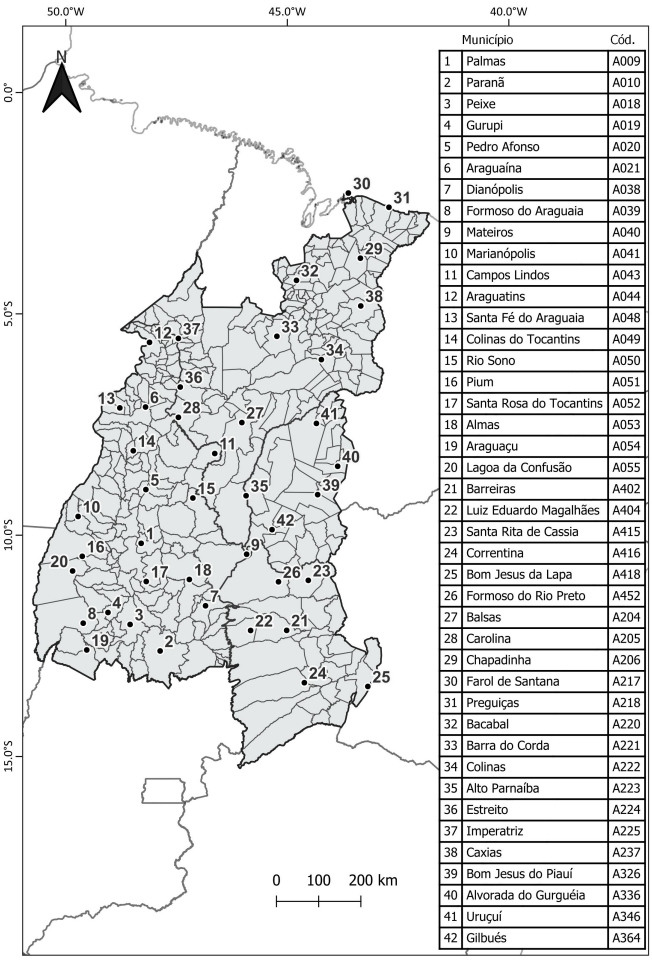
A área de estudo abrange a região do Matopiba que compreende parte dos estados do Maranhão, Piauí e Bahia, e a totalidade do Estado do Tocantins (Figura 1).



Figura 1: Área de estudo.

2.2. Dados utilizados

Foram obtidos dados de medição direta de precipitação de 42 estações meteorológicas (Figura 2) do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) para o período de 01/01/2017 a 31/12/2020.



	Município	Cód.
1	Palmas	A009
2	Paranã	A010
3	Peixe	A018
4	Gurupi	A019
5	Pedro Afonso	A020
6	Araguaína	A021
7	Dianópolis	A038
8	Formoso do Araguaia	A039
9	Mateiros	A040
10	Marianópolis	A041
11	Campos Lindos	A043
12	Araguatins	A044
13	Santa Fé do Araguaia	A048
14	Colinas do Tocantins	A049
15	Rio Sono	A050
16	Pium	A051
17	Santa Rosa do Tocantins	A052
18	Almas	A053
19	Araguaçu	A054
20	Lagoa da Confusão	A055
21	Barreiras	A402
22	Luiz Eduardo Magalhães	A404
23	Santa Rita de Cassia	A415
24	Correntina	A416
25	Bom Jesus da Lapa	A418
26	Formoso do Rio Preto	A452
27	Balsas	A204
28	Carolina	A205
29	Chapadinha	A206
30	Farol de Santana	A217
31	Preguiças	A218
32	Bacabal	A220
33	Barra do Corda	A221
34	Colinas	A222
35	Alto Parnaíba	A223
36	Estreito	A224
37	Imperatriz	A225
38	Caxias	A237
39	Bom Jesus do Piauí	A326
40	Alvorada do Gurguéia	A336
41	Uruçuí	A346
42	Gilbués	A364

Figura 2: Localização das estações meteorológicas.

Os dados de precipitação proveniente de modelos e de sensoriamento remoto utilizados estão descritos na Tabela 1. Os dados dos produtos CHIRPS e PERSIANN foram obtidos através da plataforma *Google Earth Engine*, na localização da coordenada geográfica de cada estação meteorológica e nas datas dos dados meteorológicos obtidos em cada estação.

Produto	Provedor	Resolução Espacial	Referência
PERSIANN-CDR: Precipitation Estimation From Remotely Sensed Information Using Artificial Neural Networks Climate Data Record	NOAA NCDC	27,83 km	[6]
CHIRPS Daily: Climate Hazards Group InfraRed Precipitation With Station Data	UCSB CHG	5,57 km	[7]

Tabela 1: Dados de precipitação proveniente de modelos e de sensoriamento remoto.

2.3. Método

A Figura 3 apresenta o fluxograma metodológico com procedimentos utiizados. Inicialmente, foi realizada a análise de disponibilidade de dados de cada estação meteorológica. Posteriormente, a precipitação acumulada para 2, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 90 e 120 dias foi calculada através dos dados diários, tanto para os dados das estações meteorológicas quanto para os dados CHIRPS e PERSIANN. Os períodos para o cálculo de precipitação acumulada que possuíam pelo menos 1 dia sem dados da estação meteorológica foram excluídos da análise e, assim, um novo cálculo de disponibilidade de dados foi realizado considerando o número de dias de precipitação acumulada.

Para comparação dos dados, aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados, e posteriormente o teste de correlação de Spearman e Índice de Concordância de Willmott modificado. O índice varia de 0 a 1, sendo que os valores próximos a 1 indicam maior concordância entre os dados comparados.

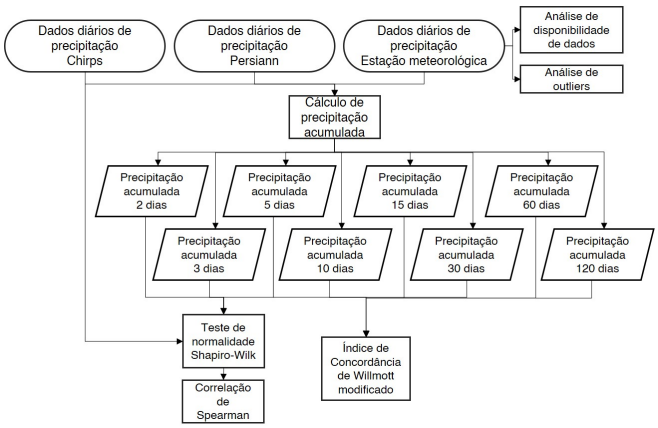


Figura 3: Fluxograma.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 4 mostra os resultados obtidos para precipitação diária e precipitação acumulada em 10, 30, 60 e 120 dias.

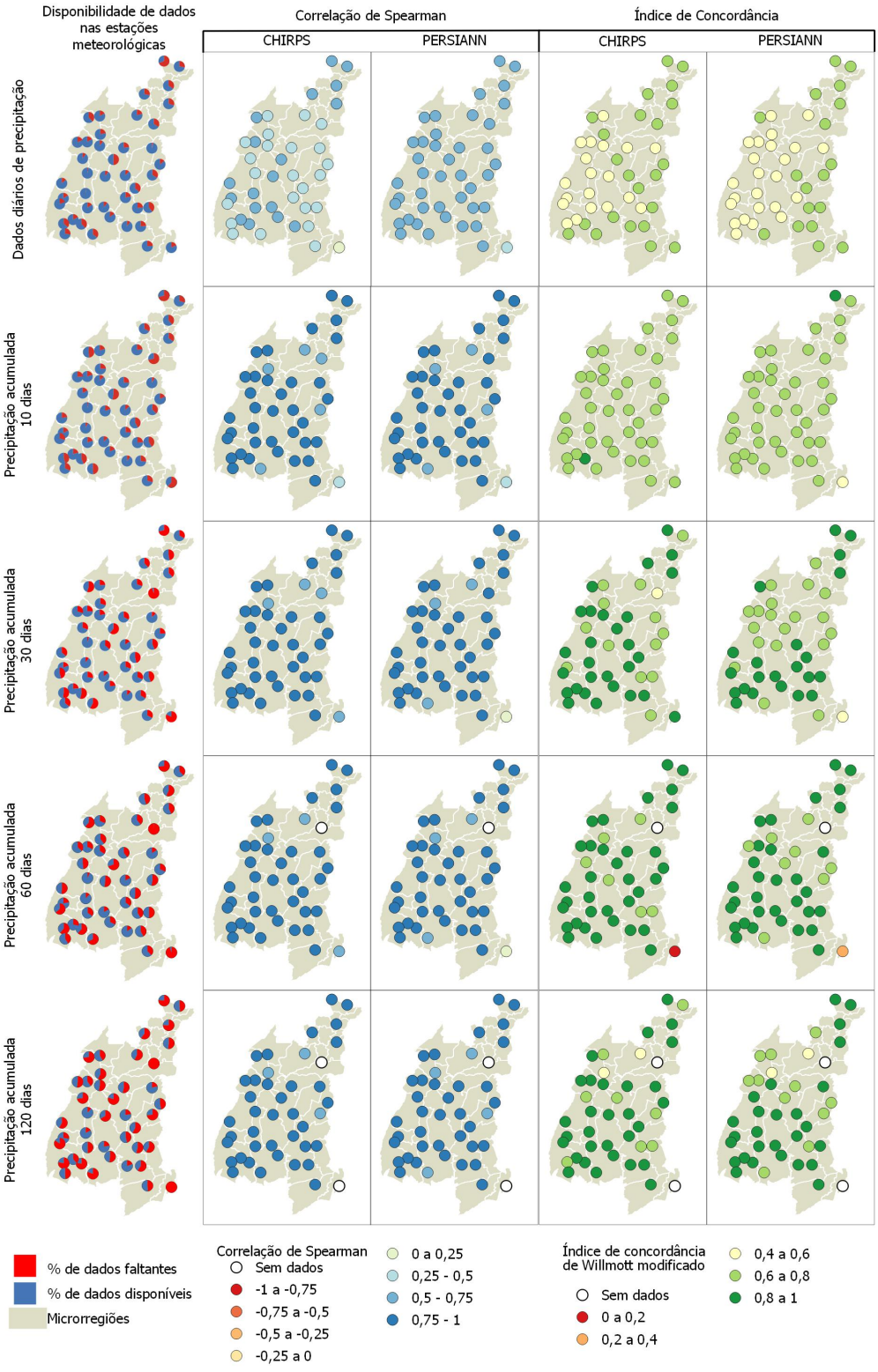


Figura 4: Mapas da disponibilidade de dados, da correlação de Spearman e do índice de concordância de Willmott modificado entre estações meteorológicas e os dados CHIRPS e PERSIANN para cada ponto das estações meteorológicas por dias de precipitação acumulada.

Os mapas da primeira coluna (Figura 4) representam a disponibilidade de dados nas estações meteorológicas. Com o aumento do número de dias para o cálculo de precipitação acumulada, houve diminuição de dados disponíveis. A partir da precipitação acumulada de 60 dias, a estação A222 não apresentou dados suficiente para o cálculo da precipitação acumulada, o mesmo ocorreu para a estação A418, considerando a precipitação acumulada de 120 dias.

Os resultados do teste de Shapiro-Wilk mostraram que a distribuição não era normal, o que já era esperado em função da maior frequência de dias sem chuva com valores de zero. Dessa forma, aplicou-se a correlação de Spearman.

Através da correlação de Spearman, foi possível observar que os dados diários apresentam menor correlação entre

os dados CHIRPS e os dados das estações meteorológicas, com valor médio das estações de 0,49. Já para os dados PERSIANN, o valor foi de 0,59. Para os dados de precipitação acumulada, os valores de correlação foram aumentando conforme o aumento do número de dias considerados na precipitação acumulada, com valores acima de 0,80 a partir da precipitação acumulada de 5 dias para ambos produtos (Figura 5). A média dos valores de correlação para os dados CHIRPS, considerando todas as estações meteorológicas e todos os dados analisados, foi de 0,81 e para os dados PERSIANN foi de 0,82, com desvio padrão de 0,14 e 0,1, respectivamente.

Os resultados da aplicação do Índice de Concordância de Willmott modificado mostraram melhor desempenho dos dados CHIRPS. Para dados diárias, o valor do índice para os dados CHIRPS foi de 0,61 e para os dados PERSIANN foi de 0,59. Da mesma forma que ocorreu nos resultados da análise de correlação, os valores do índice foram aumentando conforme o aumento do número de dias considerados na precipitação acumulada, com valores acima de 0,80 a partir da precipitação acumulada de 30 dias para ambos produtos (Figura 6). A média dos valores do índice de concordância para os dados CHIRPS, considerando todas as estações meteorológicas e todos os dados analisados, foi de 0,75 e para os dados PERSIANN foi de 0,73, com desvio padrão de 0,09 e 0,09, respectivamente.

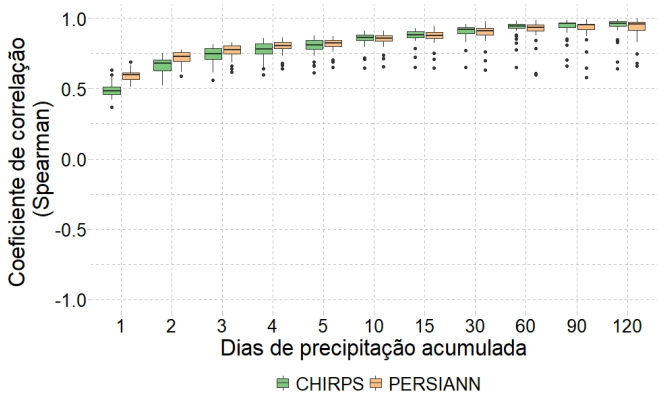


Figura 5: Boxplot da correlação de Spearman entre estações meterológicas e os dados CHIRPS e PERSIANN por dias de precipitação acumulada.

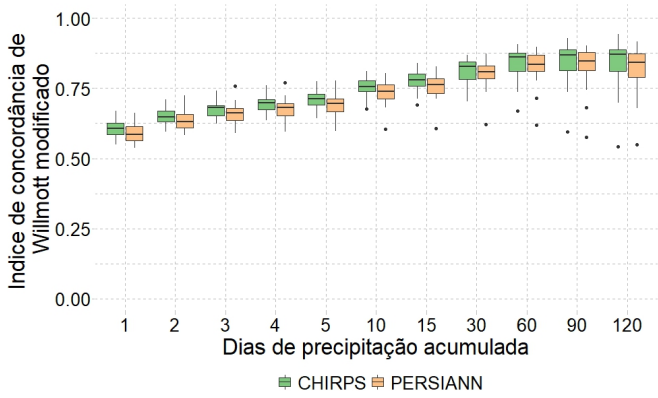


Figura 6: Boxplot do índice de concordância de Willmott modificado entre estações meteorológicas e os dados CHIRPS e PERSIANN por dias de precipitação acumulada.

4. CONCLUSÕES

Conforme os resultados obtidos, conclui-se que os dados provenientes de sensoriamento remoto apresentaram melhor desempenho com dados de precipitação acumulada. O desempenho do dados CHIRPS e PERSIANN são similares, com valores altos de índice de concordância com os dados das estações meteorológicas, que aumentam a medida que aumenta o número de dias de precipitação acumulada. Assim, na falta de dados de medição direta de precipitação para a região do Matopiba, uma alternativa é o uso de dados de precipitação provenientes de sensoriamento remoto.

5. REFERÊNCIAS

[1] L.C. Ribeiro, S.L. Nobrega, and M.M. Faria. Precipitação estimada pelo satélite trmm na região do estado de roraima. In *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, pages 2330–2333, São José dos Campos, 2019. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), INPE.

[2] S.B. Sousa., D.C. A. Santos, A. E. Arantes, and C. W. Costa. Análise comparativa entre estações pluviométricas convencionais e dados do satélite gpm para o estado do rio grande do norte (rn). In *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, pages 2137–2140, São José dos Campos, 2019. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), INPE.

[3] C. A. Abe and E. M. L. M. Novo. Comparação entre dados de precipitação do trmm e do merge/cptec para uma bacia da região amazônica. In *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, pages 1748–1751, São José dos Campos, 2019. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), INPE.

[4] J. O. A. Bueno and V. Bourscheidt. Análise espaço-temporal das estimativas de precipitação gpm/imerg na área de captação do sistema cantareira. In *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, pages 1679–1682, São José dos Campos, 2019. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), INPE.

[5] M. F. Sousa Júnior, A. C. S. Marcelino, T. S. Hoegen, L. G. P. Paula, and E. M. Uliana. Satélite trmm: geração de séries mensais de precipitação no estado de mato grosso. In *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, pages 607–610, São José dos Campos, 2019. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), INPE.

[6] S. Sorooshian, K. Hsu, D. Braithwaite, and H. Ashouri. Noaa climate data record (cdr) of precipitation estimation from remotely sensed information using artificial neural networks (persiann-cdr), version 1, revision 1. *Available at gis. ncdc. noaa. gov/geoportal/catalog/search/resource/details. page*, 2014.

[7] C. Funk, P. Peterson, M. Landsfeld, D. Pedreros, J. Verdin, S. Shukla, G. Husak, J. Rowland, L. Harrison, A. Hoell, and J. Michaelsen. The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. *Scientific data*, 2(1):1–21, 2015.