



ISSN: 2447-3359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

Northeast Geosciences Journal

v. 10, nº 2 (2024)

<https://doi.org/10.21680/2447-3359.2024v10n2ID33651>



Avaliação do Desempenho e Limitações do PERSIANN-CDR: Um Estudo de Caso na Bacia do Rio São Francisco

Assessing the Performance and Limitations of PERSIANN-CDR: A Case Study in the São Francisco River Basin

Erick Venicius Schinke Vasconcelos de Oliveira¹; José Haldo Bomfim Damasceno²; Fábio Farias Pereira^{3,4}; Sandro Correia de Holanda⁵

¹ Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Rio Largo/AL, Brasil. Email: skina35396749@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2757-3713>

² Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Maceió/AL, Brasil. Email: jose.damasceno@ceca.ufal.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4007-8121>

³ Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Laboratório de Pesquisas em Recursos Naturais, Maceió/AL, Brasil. Email: fabio.pereira@ceca.ufal.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5678-6730>

⁴ Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Maceió/AL, Brasil. Email: fabio.pereira@ceca.ufal.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5678-6730>

⁵ Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Rio Largo/AL, Brasil. Email: sandro.holanda@ceca.ufal.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3575-8105>

Resumo: Este estudo investiga o desempenho e as limitações do conjunto de estimativas de precipitação do PERSIANN-CDR em comparação com 17 estações de pluviômetros estrategicamente selecionadas na bacia do rio São Francisco entre o período de janeiro de 1989 até dezembro de 2018. Os resultados revelam padrões distintos no desempenho do PERSIANN-CDR. Notavelmente, o conjunto de dados consistentemente subestima a precipitação nas estações mais próximas do exutório, com um viés (PBIAS) de aproximadamente -20%. Por outro lado, ele tende a superestimar a precipitação em outras estações, com um viés (PBIAS) de cerca de 40%. Além disso, estimativas de precipitação do PERSIANN-CDR apresentaram variações em sua capacidade de capturar a variabilidade da precipitação, tendo um bom desempenho em estações do médio e alto São Francisco, mas ficando aquém em estações próximas do submédio e baixo São Francisco. Nós também destacamos a tendência do PERSIANN-CDR de superestimar a variabilidade da precipitação, especialmente durante períodos de chuvas intensas, como a estação chuvosa de outubro a março.

Palavras-chave: Precipitação por satélite; PERSIANN-CDR; Bacia do Rio São Francisco.

Abstract: This study investigates the performance and limitations of the PERSIANN-CDR precipitation estimates dataset in comparison to 17 strategically selected rain gauge stations within the São Francisco River Basin. The study covers the period from January 1989 to December 2018. The results reveal distinct patterns in the performance of PERSIANN-CDR. Notably, the dataset consistently underestimates precipitation at stations closest to the outlet, with a bias (PBIAS) of approximately -20%. Conversely, it tends to overestimate precipitation at other stations, with a bias (PBIAS) of around 40%. Furthermore, PERSIANN-CDR precipitation estimates exhibited variations in their ability to capture precipitation variability. They performed well at stations in the middle and upper São Francisco regions but fell short at stations near the sub-middle and lower São Francisco. Additionally, we highlight the tendency of PERSIANN-CDR to overestimate precipitation variability, especially during periods of heavy rainfall, such as the rainy season from October to March.

Keywords: Precipitation from satellite; PERSIANN-CDR; São Francisco River Basin.

Recebido: 20/08/2023; Aceito: 15/03/2024; Publicado: 24/09/2024.

1. Introdução

A precipitação é uma parte vital do sistema climático da Terra, e sua medição precisa é essencial para uma variedade de aplicações, incluindo a previsão do tempo, modelagem climática e gestão de recursos hídricos. No entanto, medições de precipitação baseadas em terra são frequentemente esparsas e incompletas, especialmente em áreas remotas. Estimativas de precipitação baseadas em satélites podem ajudar a preencher essas lacunas, mas também possuem suas limitações.

A família de produtos PERSIANN (Estimativa de Precipitação a partir de Informações de Sensoriamento Remoto usando Redes Neurais Artificiais) é uma das mais amplamente utilizadas em estimativas de precipitação baseadas em satélites. Os produtos PERSIANN são produzidos utilizando uma variedade de sensores de satélite, incluindo sensores de micro-ondas passivas (PMW) e sensores de infravermelho (IR). Sensores PMW são sensíveis à quantidade de vapor d'água na atmosfera, enquanto sensores IR são sensíveis à temperatura da superfície terrestre e das nuvens.

Apesar de seu uso difundido, os produtos PERSIANN possuem algumas limitações. Uma limitação é que eles são baseados em medições indiretas de precipitação. Sensores PMW, por exemplo, medem a quantidade de radiação de micro-ondas emitida por gotas de chuva e cristais de neve. No entanto, a relação entre a radiação de micro-ondas e a precipitação nem sempre é direta, o que pode levar a erros nas quantidades estimadas de precipitação. Outra limitação dos produtos PERSIANN é que eles muitas vezes apresentam viés. Isso significa que as quantidades de precipitação estimadas tendem a ser maiores ou menores do que as quantidades reais de precipitação. O viés pode variar dependendo da região e da estação (Sun *et al.*, 2019; Salmani-Dehaghi *et al.*, 2021; Sapucci *et al.*, 2022; Baig *et al.*, 2023).

O PERSIANN-CDR é o produto da família PERSIANN que fornece precipitação quase global abrangendo o período de 1982 até o presente. Embora sua cobertura se estenda de 60° S a 60° N e de 0° a 360° de longitude com uma resolução espacial de 0,25° em base diária, ele não resolve o ciclo diurno. Isso significa que ele pode não registrar alguns eventos intensos de curta duração. Suas estimativas de precipitação têm sido usadas em uma variedade de aplicações, incluindo previsão do tempo, modelagem climática e gestão de recursos hídricos (Nguyen *et al.*, 2018). Neste estudo, exploramos as limitações de suas estimativas de precipitação entre 1998 e 2018 na bacia do Rio São Francisco, a maior bacia hidrográfica doméstica do Brasil, que abriga mais de 20 milhões de pessoas.

2. Dados e métodos

Utilizamos dados de precipitação do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O período dos dados foi de 1989 a 2018, abrangendo períodos chuvosos interdecadais. Um total de 17 estações pluviométricas foram incluídas na análise.

As estações pluviométricas foram selecionadas com base nos seguintes critérios: (1) uma taxa máxima de falha de dados de 20%; (2) um mínimo de 29 anos de dados de precipitação; e (3) uma distribuição espacial representativa dentro da bacia do Rio São Francisco.

As séries de estimativas do PERSIANN-CDR foram extraídas para cada estação pluviométrica, utilizando um algoritmo que identificou a distância euclidiana mais próxima da estação pluviométrica. Nesta etapa, duas séries de dados estavam disponíveis para cada estação: uma observada e uma estimada pelo PERSIANN-CDR.

Para avaliar o desempenho das estimativas do PERSIANN-CDR, utilizamos várias métricas estatísticas. Primeiro, identificamos se havia algum viés nas estimativas usando o Percentual de Viés (PBIAS). Também determinamos a eficiência volumétrica (VE) e a eficiência Kling-Gupta (KGE). A VE forneceu uma indicação de quão bem os volumes de precipitação estavam sendo representados, enquanto a KGE indicou se o viés estava correlacionado com a variabilidade da precipitação ou se era sistemático. Além disso, determinamos os limiares em que as estimativas do PERSIANN-CDR eram enganosas, utilizando gráficos de dispersão. Isso nos permitiu identificar quaisquer limitações ou vieses nos dados e melhorar nossa compreensão de seu desempenho.

Os resultados foram resumidos em mapas de valores de PBIAS, VE e KGE para cada estação pluviométrica ao longo de quatro partes da bacia do Rio São Francisco: a Alta, a Média, a Média-Baixa e a Baixa (ver figura 1). A divisão da Bacia do Rio São Francisco em quatro segmentos diferentes: Alto, Médio, Médio-Baixo e Baixo São Francisco, é uma abordagem geográfica e hidrográfica comum em estudos de bacias hidrográficas para fins de análise, planejamento e gestão de recursos hídricos. Esta subdivisão é baseada principalmente nas características geográficas e hidrográficas da bacia, incluindo topografia, fluxo de água, geologia e padrões de precipitação, entre outros fatores. O "Alto" São Francisco refere-se à porção da bacia localizada em áreas montanhosas ou de planalto, tipicamente nas regiões mais elevadas da bacia. Esta área é frequentemente caracterizada pelas nascentes de rios e afluentes que contribuem para o Rio São Francisco. O "Médio" São Francisco compreende a seção intermediária da bacia, onde os afluentes que se originam no Alto São

Francisco se encontram e fluem juntos para formar o Rio São Francisco. É nesta área que o rio começa a tomar sua forma principal. O "Médio-Baixo" São Francisco é uma extensão do trecho médio do rio enquanto ele continua a fluir para o nordeste do Brasil. Nesta região, o rio pode começar a se alargar à medida que recebe mais contribuições de afluentes. O "Baixo" São Francisco é a porção da bacia que se aproxima da foz do rio, onde ele deságua no Oceano Atlântico, onde o rio se torna mais largo.

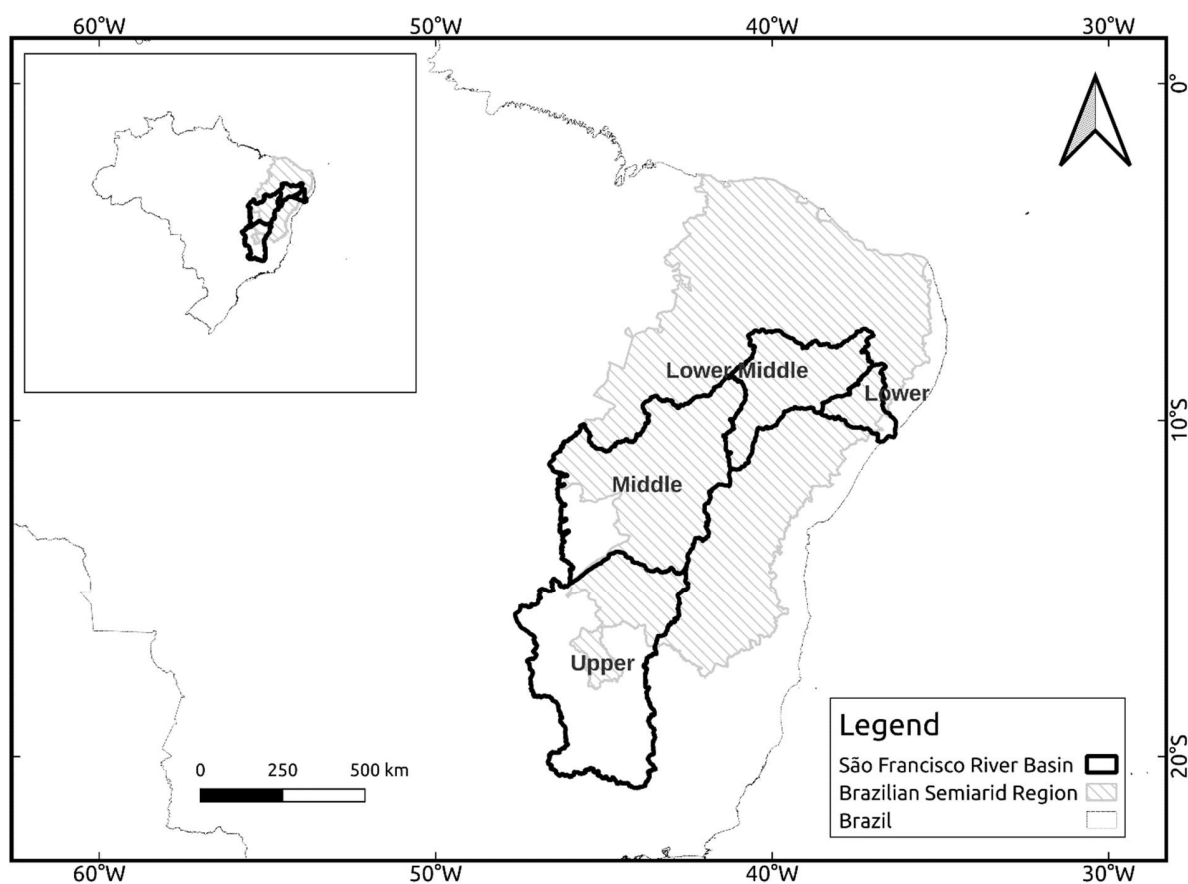


Figura 1 – A divisão da Bacia do Rio São Francisco em quatro segmentos diferentes: Alto, Médio, Médio-Baixo e Baixo São Francisco. Esta subdivisão é baseada principalmente nas características geográficas e hidrográficas da bacia, incluindo topografia, fluxo de água, geologia e padrões de precipitação, entre outros fatores.

Fonte: Autores (2024).

3. Resultados e discussão

A avaliação do desempenho do PERSIANN-CDR, com foco no PBIAS (Percentual de Viés), identificou que padrões distintos emergem nas estações de monitoramento. Estimativas de precipitação indicam uma consistente subestimação da precipitação nas duas estações mais próximas da foz, com um PBIAS de aproximadamente -20. Por outro lado, em outras duas estações, há uma superestimação consistente da precipitação, com um PBIAS de cerca de 40. Para as demais estações, o PERSIANN-CDR tende a apresentar um viés relativamente neutro (Figura 2).

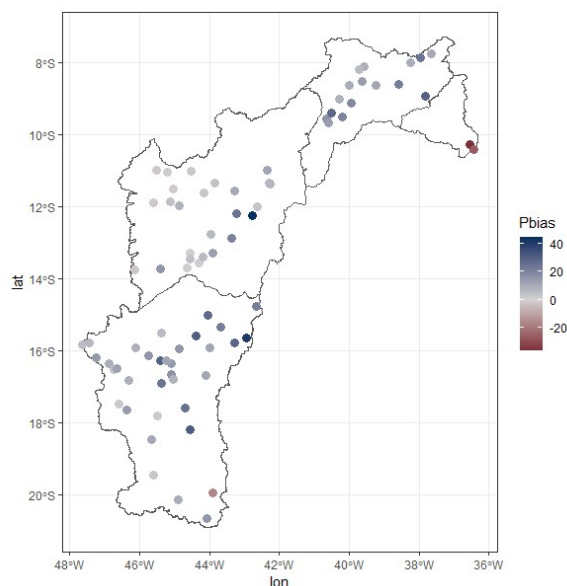


Figura 2 – Distribuição do Percentual de Viés (PBIAS) na Bacia do Rio São Francisco.
Fonte: Autores (2024).

Em relação à Eficiência Volumétrica (VE), observamos uma variação na capacidade do PERSIANN-CDR de capturar a variabilidade da precipitação em diferentes categorias de estações (Figura 3). De maneira impressionante, o PERSIANN-CDR reflete de forma bastante próxima a precipitação observada nas seções Alta e Média da bacia ($VE > 0,6$), exibindo amplitudes semelhantes de subida e descida. No entanto, seu desempenho diminuiu ao tentar capturar os volumes reais de precipitação nas partes Média-Baixa e Baixa da bacia, próximas à foz ($VE < 0,6$). Por meio da utilização de box plots, percebemos uma tendência do PERSIANN-CDR de superestimar os volumes reais de precipitação, especialmente durante períodos de precipitação mais intensa, como a estação chuvosa que vai de outubro a março. Além disso, um gráfico de dispersão revela que essa inclinação para superestimar a variabilidade da precipitação torna-se mais pronunciada quando os volumes mensais de precipitação excedem 200 mm (Figura 4).

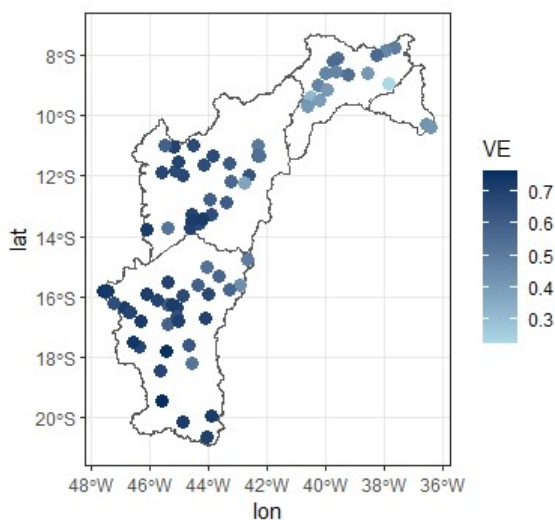


Figura 3 – Variabilidade na Eficiência Volumétrica (VE) na Bacia do Rio São Francisco.
Fonte: Autores (2024).

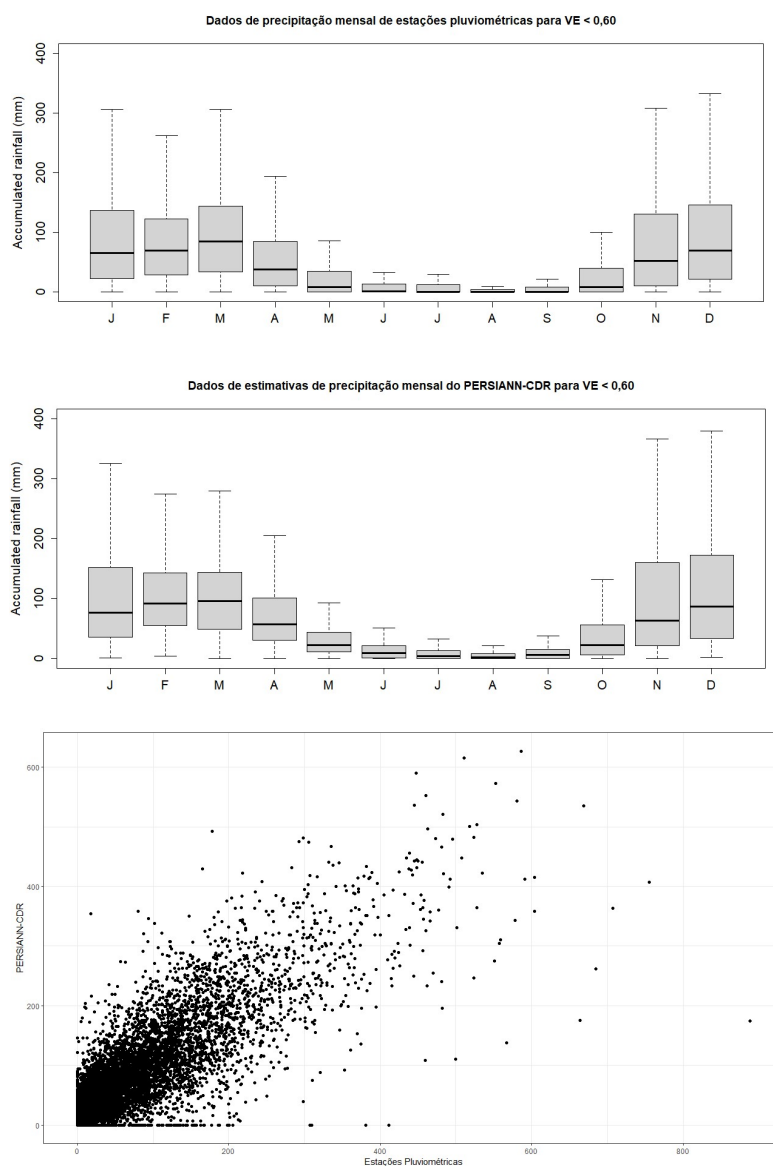


Figura 4 – Painel com box plots e um gráfico de dispersão: Superestimação pelo PERSIANN-CDR do volume real de precipitação durante períodos de chuva intensa, com o gráfico de dispersão destacando a discrepância nos totais elevados de precipitação (>200 mm).

Fonte: Autores (2024).

A Eficiência Kling-Gupta (KGE) oferece uma avaliação abrangente do desempenho do PERSIANN-CDR. Notavelmente, as tendências do KGE estão intimamente alinhadas com as observadas na VE, o que implica que a sub-representação da variabilidade (amplitudes) nas estações próximas à foz impacta significativamente o desempenho geral do PERSIANN-CDR para essas estações próximas (Figura 5). O desempenho é notavelmente inferior nas duas estações mais próximas da foz, principalmente porque o PERSIANN-CDR subestima consistentemente a precipitação nessa região (PBIAS < -20).

Esses achados destacam várias limitações inerentes ao PERSIANN-CDR nas últimas três décadas de estimativas de precipitação para a Bacia do Rio São Francisco. A variabilidade espacial enfrenta dificuldades para representar com

precisão a precipitação nas estações próximas à foz, o que tem implicações significativas para o fechamento do balanço hídrico nas regiões a jusante da Bacia do Rio São Francisco. Além disso, o PERSIANN-CDR tende a exagerar as variações de amplitude, particularmente durante períodos de precipitação elevada, o que pode levar a avaliações distorcidas de eventos climáticos extremos.

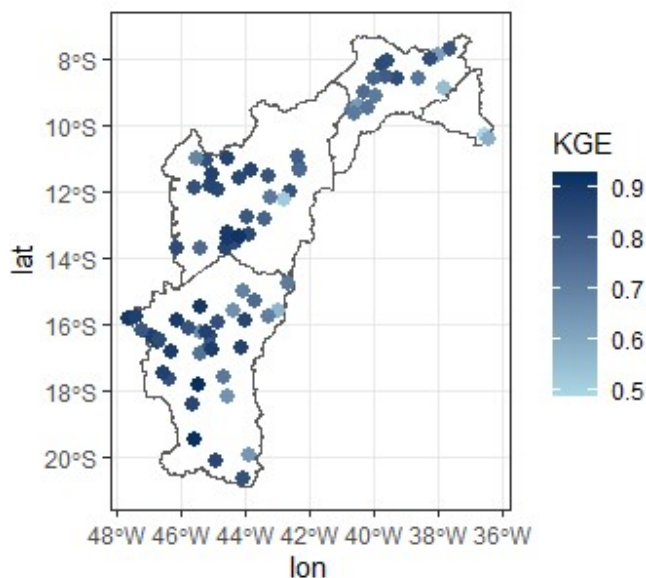


Figura 5 – Avaliação da Eficiência Kling-Gupta (KGE): Sub-representação no desempenho do PERSIANN-CDR, especialmente nas estações próximas à foz.

Fonte: Autores (2024).

4. Considerações finais

Embora as estimativas de precipitação do PERSIANN-CDR ofereçam insights valiosos sobre padrões de precipitação, elas devem ser usadas com cautela, especialmente em regiões próximas às fozes, durante períodos de chuva intensa e quando medições precisas da amplitude da precipitação são essenciais para processos de tomada de decisão. Compreender essas limitações é essencial para maximizar a utilidade dos dados do PERSIANN-CDR.

Agradecimentos

Nós somos gratos à Universidade Federal de Alagoas (UFAL) pelo apoio e contribuição a este esforço de pesquisa, proporcionando uma bolsa de iniciação científica de um ano no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC).

Referências

- Sapucci, C.R.; Mayta, V.C.; da Silva Dias, P.L. Evaluation of diverse-based precipitation data over the Amazon Region. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 149, 1167–1193, 2022.
- Sun, S.; Zhou, S.; Shen, H.; Chai, R.; Chen, H.; Liu, Y.; Shi, W.; Wang, J.; Wang, G.; Zhou, Y. Dissecting Performances of PERSIANN-CDR Precipitation Product over Huai River Basin, China. *Remote Sensing*, v. 11, n. 15 1805.
- Salmani-Dehaghi, N.; Samani, N. Development of bias-correction PERSIANN-CDR models for the simulation and completion of precipitation time series, *Atmospheric Environment*, v. 246, 117981, 2021.
- Nguyen, P., Ombadi, M., Sorooshian, S., Hsu, K., AghaKouchak, A., Braithwaite, D., Ashouri, H., and Thorstensen, A.

R.: The PERSIANN family of global satellite precipitation data: a review and evaluation of products, *Hydrology Earth System Sciences*, v. 22, n. 11, 5801–5816, 2018.

Baig, F.; Abrar, M.; Chen, H.; Sherif, M. Evaluation of Precipitation Estimates from Remote Sensing and Artificial Neural Network Based Products (PERSIANN) Family in an Arid Region, *Remote Sensing*, v. 15, n. 4, 1078, 2023.