XVIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE
XVIII ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE

DO ÚMIDO AO SEMIÁRIDO: EXPLORANDO OS REGIMES DE PRECIPITAÇÃO NOS BIOMAS BRASILEIROS

Deividy Kaik De Lima Araujo 1 [1], Maria Emília Pontes[2] & Celso Augusto Guimarães Santos [3]

RESUMO – A precipitação desempenha papel fundamental na dinâmica hidroclimática brasileira, influenciando diretamente os diferentes biomas e a disponibilidade de recursos hídricos. Este estudo analisou a variabilidade espaço-temporal da precipitação anual no Brasil entre 2006 e 2025 utilizando os produtos de sensoriamento remoto CHIRPS e PERSIANN-CDR. A metodologia envolveu a aquisição e o processamento dos dados no Google Earth Engine, a geração de mapas temáticos em Python e análises estatísticas por bioma no MATLAB, incluindo remoção de outliers pelo método do intervalo interquartil (IQR) e amostragem representativa de pixels. Os resultados mostraram padrões espaciais semelhantes entre os produtos, com os maiores acumulados anuais concentrados na Amazônia, apresentando médias superiores a 2200 mm, e os menores na Caatinga, com médias inferiores a 700 mm. A análise interanual evidenciou elevada variabilidade, com ocorrência de eventos extremos de precipitação acima de 3500 mm na Amazônia e abaixo de 300 mm na Caatinga em anos secos. O CHIRPS apresentou maior amplitude e valores máximos mais elevados, enquanto o PERSIANN-CDR mostrou leve suavização dos extremos. Apesar dessas diferenças, ambos os produtos demonstraram forte concordância espacial e temporal, confirmando seu potencial para aplicações em estudos hidroclimáticos, modelagem hidrológica e gestão de recursos hídricos em escala nacional.

ABSTRACT– Precipitation plays a fundamental role in Brazil's hydroclimatic dynamics, directly influencing different biomes and the availability of water resources. This study analyzed the spatiotemporal variability of annual precipitation in Brazil from 2006 to 2025 using the CHIRPS and PERSIANN-CDR remote sensing products. The methodology involved data acquisition and processing in Google Earth Engine, thematic map generation in Python, and statistical analyses by biome in MATLAB, including outlier removal using the Interquartile Range (IQR) method and representative pixel sampling. The results revealed similar spatial patterns between the products, with the highest annual precipitation totals concentrated in the Amazon biome, exhibiting average values above 2,200 mm, and the lowest values observed in the Caatinga biome, with averages below 700 mm. The interannual analysis demonstrated high variability, with extreme precipitation events exceeding 3,500 mm in the Amazon and falling below 300 mm in the Caatinga during dry years. CHIRPS showed a greater range and higher maximum values, whereas PERSIANN-CDR exhibited a slight smoothing of extreme events. Despite these differences, both products demonstrated strong spatial and temporal agreement, confirming their potential for applications in hydroclimatic studies, hydrological modeling, and water resources management at the national scale.

Palavras-Chave – Sensoriamento remoto; Dinâmica hidroclimática; Gestão de recursos hídricos.

[1]) Instituto Federal de Roraima, Departamento de Ensino de Graduação, deividy.araujo@ifrr.edu.br
[2]) Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, maria.emilia.pontes@academico.ufpb.br
[3]) Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, celso@ct.ufpb.br

1 INTRODUÇÃO

A precipitação constitui um dos principais componentes do ciclo hidrológico, exercendo papel fundamental na dinâmica ambiental, na disponibilidade hídrica e na ocorrência de eventos extremos, como secas e inundações. No Brasil, a distribuição espacial e temporal da precipitação é altamente heterogênea, sendo influenciada por sistemas atmosféricos de grande escala, como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a variabilidade associada aos oceanos tropicais. Essa complexidade torna essencial o uso de abordagens integradas para compreender os padrões hidroclimáticos em diferentes regiões e biomas, especialmente diante dos impactos crescentes das mudanças climáticas sobre os regimes de chuva (Marengo et al., 2020; Almazroui et al., 2021).

Nos últimos anos, produtos de precipitação derivados de sensoriamento remoto têm se consolidado como ferramentas fundamentais para estudos climáticos e hidrológicos, principalmente em regiões com baixa densidade de estações meteorológicas. Dentre esses produtos, destacam-se o CHIRPS (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Stations) e o PERSIANN-CDR (Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks – Climate Data Record), amplamente utilizados devido à sua cobertura global, consistência temporal e resolução adequada para análises regionais. Estudos recentes demonstram que esses produtos apresentam desempenho satisfatório na representação da variabilidade da precipitação, embora diferenças metodológicas possam resultar em variações nos valores estimados, especialmente em regiões tropicais (Beck et al., 2020; Nguyen et al., 2022).

Diante desse contexto, este estudo tem como objetivo analisar a variabilidade espaço-temporal da precipitação no Brasil no período de 2006 a 2025, utilizando os produtos CHIRPS e PERSIANN-CDR, com foco na avaliação por biomas. A abordagem proposta integra técnicas de geoprocessamento em nuvem, análise espacial e tratamento estatístico, permitindo identificar padrões regionais, eventos extremos e diferenças entre os produtos. Além disso, a comparação entre as bases de dados busca avaliar a consistência e a aplicabilidade dessas estimativas em estudos hidroclimáticos, contribuindo para o avanço do conhecimento sobre a dinâmica da precipitação no território brasileiro e fornecendo subsídios para a gestão de recursos hídricos e o planejamento ambiental.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A distribuição espacial da precipitação no Brasil é fortemente condicionada pela diversidade de biomas, os quais refletem a interação entre fatores atmosféricos, topográficos e oceânicos. Conforme apresentado na Figura 1, destacam-se seis grandes domínios ecológicos: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal, cada um com regimes pluviométricos específicos. A região Amazônica apresenta elevados totais anuais de precipitação, associados à intensa reciclagem de umidade e à atuação de sistemas de grande escala, como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (Marengo et al., 2012). Em contraste, a Caatinga é caracterizada por clima semiárido, com alta variabilidade interanual e eventos frequentes de seca, influenciados por anomalias nos oceanos tropicais (Hastenrath, 2012). O Cerrado, por sua vez, apresenta forte sazonalidade, com estação chuvosa bem definida, enquanto a Mata Atlântica sofre significativa influência de sistemas frontais e da circulação oceânica, resultando em elevados índices pluviométricos em áreas costeiras (Reboita et al., 2010).

Diante dessa heterogeneidade climática, a segmentação do território brasileiro em biomas constitui uma abordagem essencial para a análise da variabilidade da precipitação. A utilização de produtos de precipitação por sensoriamento remoto, como CHIRPS e PERSIANN-CDR, permite a avaliação consistente de padrões espaciais e temporais em escala regional e nacional (Funk et al., 2015; Ashouri et al., 2015). Esses produtos têm sido amplamente empregados em estudos hidrológicos e climáticos, especialmente em regiões com escassez de dados observacionais. Assim, a

análise estratificada por biomas possibilita identificar diferenças significativas nos regimes pluviométricos e contribui para uma melhor compreensão dos processos hidroclimáticos no Brasil, fornecendo subsídios relevantes para o planejamento ambiental e a gestão de recursos hídricos.



Figura 1 – Principais biomas do Brasil e contexto da área de estudo. Fonte: IBGE (2023). Distribuição espacial dos seis biomas (Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pampas e Pantanal) no território brasileiro (aproximadamente 8,51 milhões de km²), destacando os gradientes eco-hidrológicos e a posição geográfica do país na América do Sul.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A obtenção e o processamento dos dados de precipitação foram realizados a partir de diferentes ambientes computacionais, integrando plataformas de geoprocessamento em nuvem, análise numérica e visualização científica (Figura 2). Inicialmente, os dados foram adquiridos por meio da plataforma Google Earth Engine, utilizando scripts em linguagem JavaScript para automatizar a extração das séries temporais de precipitação.

Foram utilizadas duas bases de dados amplamente reconhecidas na literatura: o produto CHIRPS e o PERSIANN-CDR, ambas com resolução temporal diária e cobertura global. Para cada ano do período de 2006 a 2025, as imagens foram filtradas, somadas para obtenção da precipitação acumulada anual e posteriormente recortadas para a área de estudo correspondente ao território brasileiro. Esse recorte foi realizado a partir da dissolução de um shapefile contendo os biomas brasileiros, resultando em uma geometria única representando o país.

Os produtos anuais foram exportados no formato GeoTIFF, com resolução espacial de 5 km, garantindo compatibilidade entre os diferentes ambientes de processamento utilizados nas etapas subsequentes.

Na etapa seguinte, a geração dos mapas temáticos foi realizada em ambiente Python, utilizando o Google Colab para processamento otimizado e visualização dos dados. O fluxo de processamento incluiu a leitura dos rasters anuais, aplicação de recorte espacial com base no limite territorial do Brasil, e redução da resolução espacial (downsampling) para otimização computacional. A leitura dos dados foi realizada de forma eficiente por meio de janelas espaciais (windowed reading), reduzindo o consumo de memória. Em seguida, foi aplicada uma máscara espacial derivada do shapefile para garantir que apenas os pixels pertencentes à área de estudo fossem considerados.

Os mapas foram organizados em um grid temporal, permitindo a visualização da variabilidade interanual da precipitação no Brasil. Para fins de padronização visual, foi adotada uma escala fixa de precipitação, além de elementos cartográficos como barra de escala e seta de orientação, contribuindo para a interpretação espacial dos resultados.

Por fim, a análise estatística da variabilidade da precipitação por bioma foi conduzida no ambiente MATLAB, utilizando rotinas específicas para manipulação de dados matriciais e geoespaciais. Inicialmente, os rasters foram lidos e associados às respectivas coordenadas geográficas. Em seguida, foi realizada a interseção espacial entre os pixels de precipitação e os polígonos dos biomas, utilizando operações de máscara baseadas em coordenadas geográficas.

Para garantir a robustez estatística, foram aplicados filtros de qualidade nos dados, incluindo a remoção de valores inválidos (NaN e negativos) e a exclusão de outliers por meio do método do intervalo interquartil (IQR). Adicionalmente, foi realizada uma amostragem aleatória limitada a 5000 pixels por bioma e por ano, com o objetivo de reduzir o custo computacional sem comprometer a representatividade dos dados.

Os resultados foram sintetizados por meio de boxplots anuais para cada bioma, permitindo a análise da distribuição, variabilidade e tendências da precipitação ao longo do período estudado. Essa abordagem possibilita uma avaliação integrada das diferenças espaciais e temporais entre os principais domínios ecológicos do Brasil.

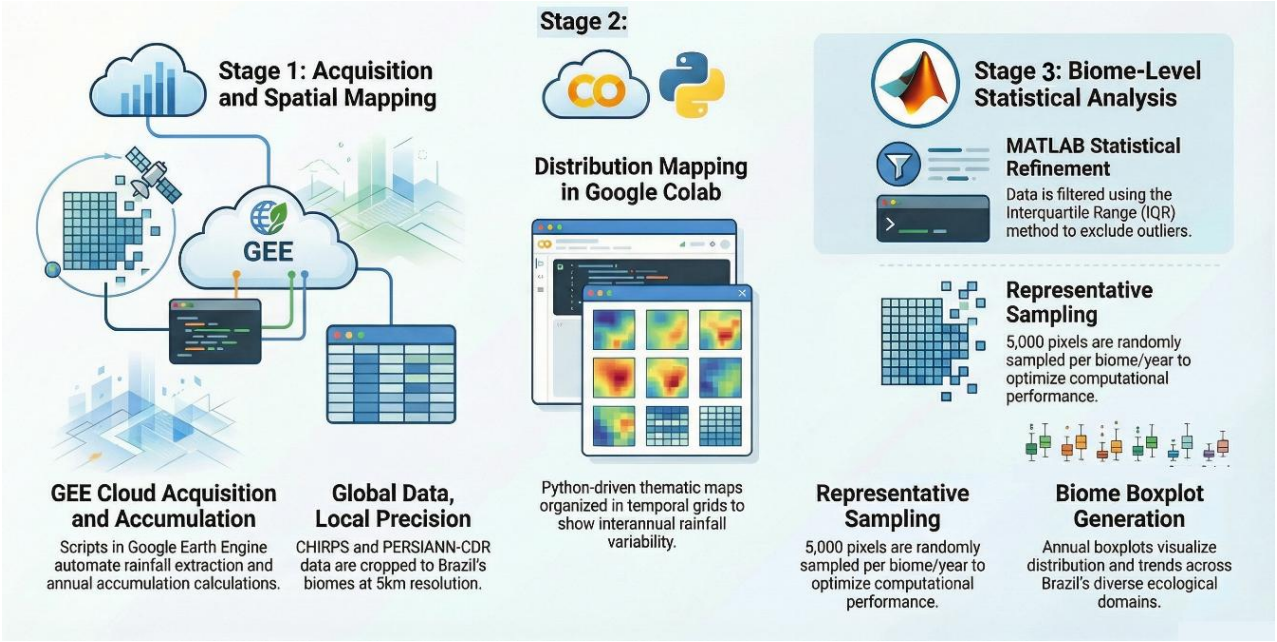


Figura 2 – Fluxo de trabalho multi-plataforma utilizado para a análise da precipitação no Brasil no período de 2006 a 2025.

4 RESULTADOS

4.1 Análise Espacial da Precipitação no Brasil (CHIRPS)

A variabilidade espaço-temporal da precipitação no Brasil, apresentada na Figura 3, evidencia padrões consistentes associados aos principais sistemas atmosféricos que atuam na América do Sul.

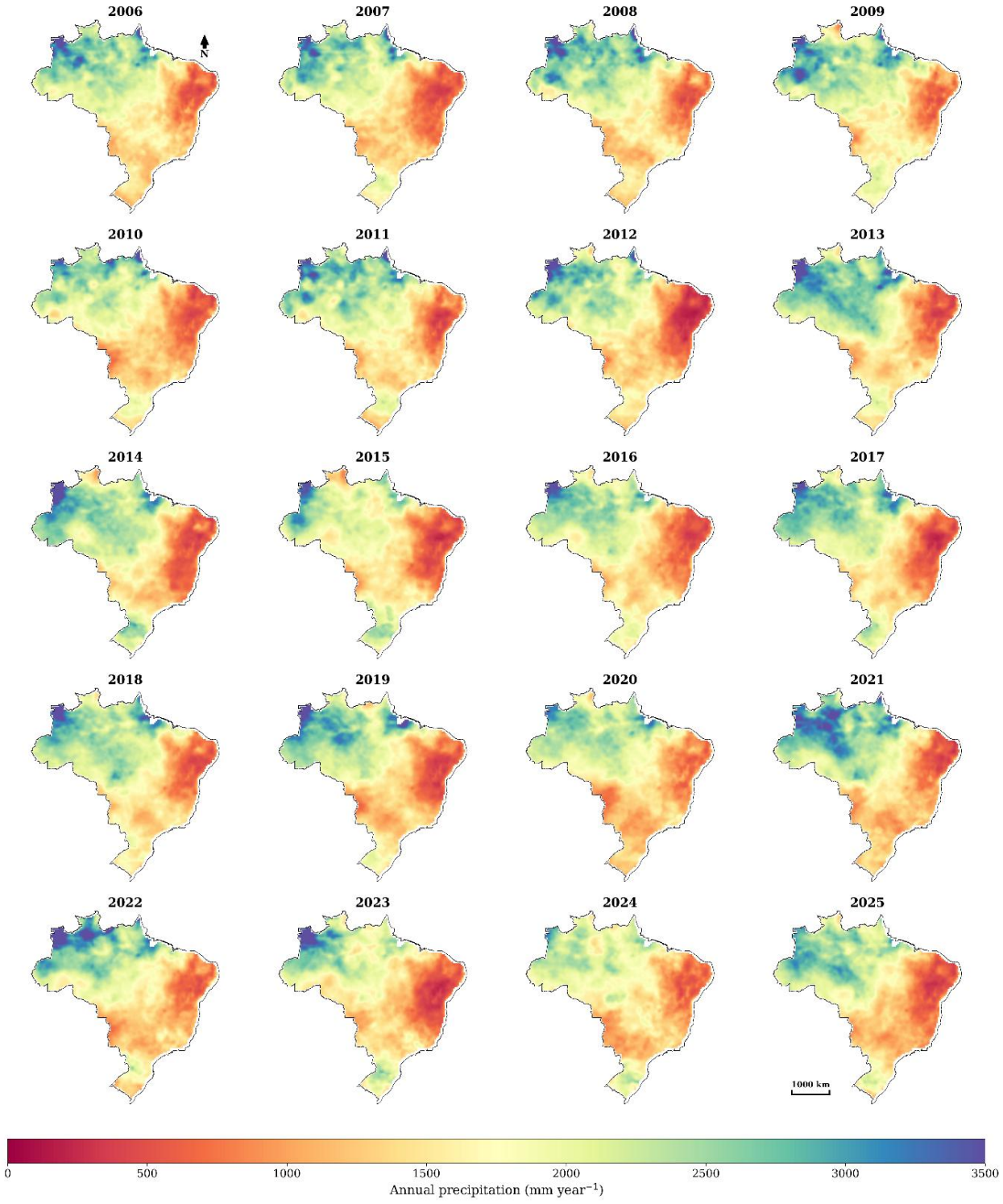


Figura 3 – Distribuição espacial da precipitação anual no Brasil no período de 2006 a 2025, obtida a partir do produto CHIRPS. Os mapas apresentam a variabilidade interanual da precipitação acumulada, com escala variando de 0 a 3500 mm ano^{-1}.

Observa-se que a região Norte e parte do Centro-Oeste apresentam elevados totais anuais de precipitação, frequentemente superiores a 2500 mm, refletindo a forte influência da convecção tropical, da reciclagem de umidade e da atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (Marengo et al., 2012). Em contraste, as regiões Nordeste e parte do Sudeste apresentam menores volumes anuais, especialmente em anos marcados por anomalias climáticas, como eventos de El Niño, que tendem a reduzir a precipitação nessas áreas (Hastenrath, 2012). A persistência desse gradiente espacial ao longo dos anos reforça a importância dos mecanismos de grande escala no controle do regime pluviométrico brasileiro.

Além disso, a análise interanual revela variações significativas na intensidade e na distribuição da precipitação, evidenciando períodos de anomalias úmidas e secas ao longo da série temporal. Produtos de precipitação por sensoriamento remoto, como o CHIRPS, têm se mostrado ferramentas robustas para capturar essa variabilidade, especialmente em regiões com baixa densidade de estações meteorológicas (Funk et al., 2015). Estudos indicam que esses dados são capazes de representar adequadamente extremos hidrológicos e padrões climáticos regionais, contribuindo para análises de tendência e suporte à gestão de recursos hídricos. Dessa forma, a representação espacial contínua da precipitação permite uma compreensão mais abrangente da dinâmica hidroclimática no Brasil, sendo fundamental para aplicações em modelagem hidrológica, monitoramento de secas e planejamento ambiental).

4.2 Análise Espacial da Precipitação no Brasil (PERSIANN)

A distribuição espaço-temporal da precipitação anual no Brasil, apresentada na Figura 4, foi obtida a partir do produto PERSIANN-CDR, evidenciando padrões consistentes associados à dinâmica atmosférica de grande escala. Observa-se que as regiões Norte e parte do Centro-Oeste apresentam os maiores acumulados pluviométricos, frequentemente superiores a 2500 mm ano^{-1}, refletindo a atuação da convecção tropical e da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (Marengo et al., 2012). Em contraste, a região Nordeste apresenta menores volumes anuais de precipitação, caracterizando condições semiáridas e alta variabilidade interanual, frequentemente moduladas por anomalias de temperatura da superfície do mar nos oceanos tropicais (Hastenrath, 2012). Esse padrão espacial persistente ao longo dos anos reforça o papel dominante dos sistemas atmosféricos de grande escala no controle do regime pluviométrico brasileiro.

A análise interanual revela variações expressivas na intensidade e na distribuição da precipitação, com destaque para anos mais secos e mais úmidos distribuídos ao longo da série temporal. O produto PERSIANN-CDR, baseado em estimativas por sensoriamento remoto e técnicas de redes neurais artificiais, tem sido amplamente utilizado em estudos hidrológicos e climáticos devido à sua consistência temporal e cobertura global (Ashouri et al., 2015). Sua capacidade de representar padrões de precipitação em regiões com baixa densidade de estações pluviométricas torna-o particularmente relevante para análises em escala continental. Dessa forma, os resultados apresentados contribuem para uma melhor compreensão da variabilidade hidroclimática no Brasil, fornecendo subsídios importantes para modelagem hidrológica, monitoramento de secas e planejamento de recursos hídricos.

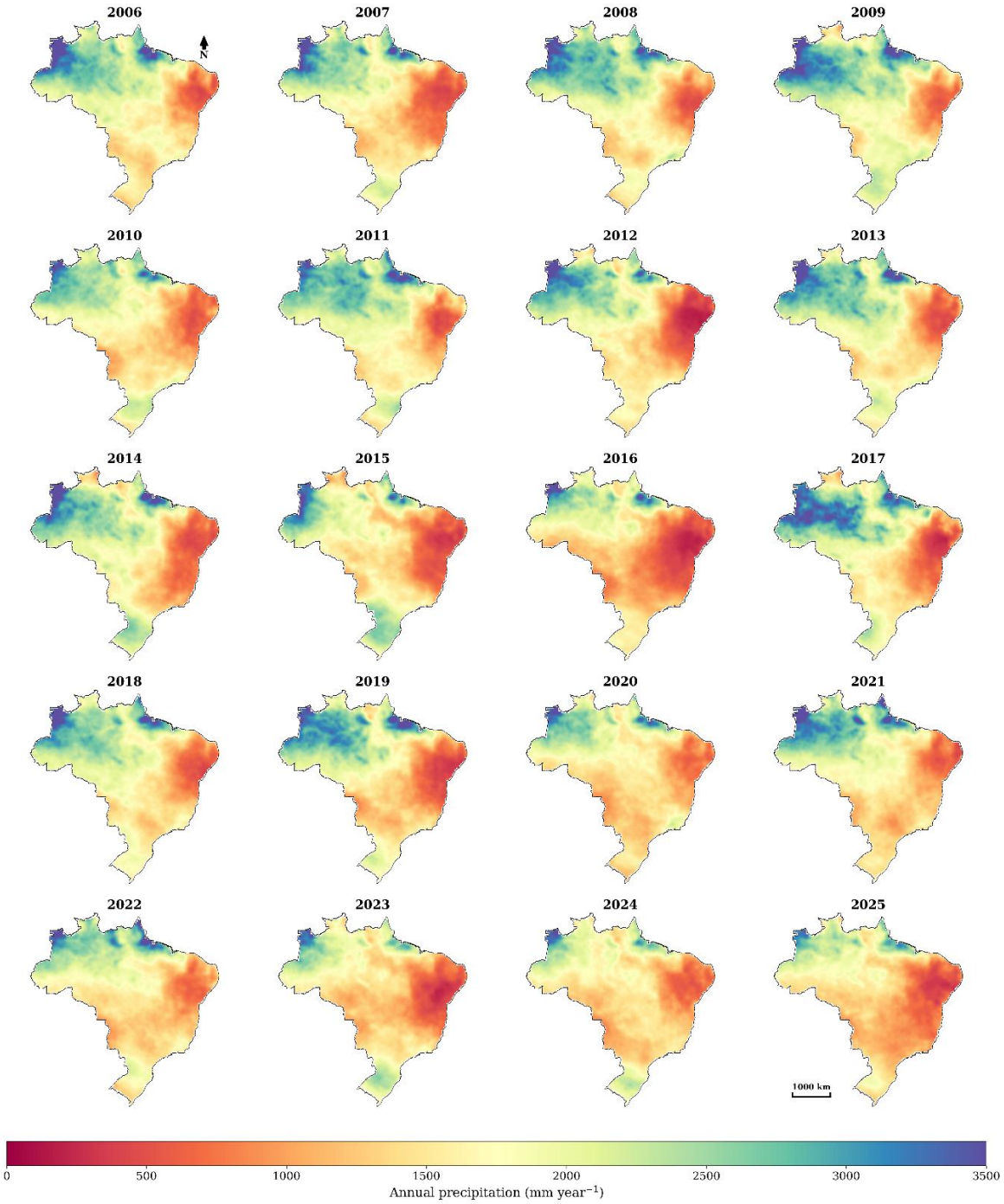


Figura 4 – Distribuição espacial da precipitação anual no Brasil no período de 2006 a 2025, obtida a partir do produto PERSIANN-CDR. Os mapas apresentam a variabilidade interanual da precipitação acumulada, com valores variando entre 0 e 3500 mm ano^{-1}.

4.3 Avaliação Espaço-temporal da Precipitação no Brasil (CHIRPS)

A análise da variabilidade interanual da precipitação nos biomas brasileiros (Figura 5) evidencia contrastes quantitativos bem definidos. A Amazônia apresenta os maiores acumulados anuais, com média de aproximadamente 2290 mm, e medianas frequentemente situadas entre 2100 e 2600 mm ao longo da série. Destacam-se anos como 2013, 2019 e 2021, nos quais os valores máximos ultrapassam 3500 mm, indicando episódios de elevada intensidade pluviométrica. Em contrapartida, anos como 2010 e 2016 apresentam reduções expressivas, com medianas próximas de 2000 mm, sugerindo influência de anomalias climáticas. Já a Caatinga apresenta média significativamente

inferior (661 mm), com distribuição concentrada entre 500 e 900 mm, mas com elevada dispersão relativa, incluindo anos como 2012 e 2016, em que valores mínimos se aproximam de 200–300 mm, caracterizando condições de seca severa, típicas dessa região semiárida (Hastenrath, 2012).

O Cerrado e o Pantanal apresentam padrões intermediários, com médias de aproximadamente 1384 mm e 1135 mm, respectivamente. No Cerrado, observa-se relativa estabilidade das medianas entre 1200 e 1600 mm, porém com ocorrência de outliers superiores a 2000 mm em anos como 2009 e 2019, indicando eventos de precipitação acima da média. No Pantanal, a variabilidade interanual é marcada por oscilações mais evidentes, com reduções significativas entre 2019 e 2021, quando as medianas caem para valores próximos de 900 mm, seguidas de recuperação parcial nos anos subsequentes. Esse comportamento está associado à variabilidade hidrológica da bacia do Alto Paraguai, altamente sensível a mudanças na precipitação regional.

Nos biomas Mata Atlântica e Pampa, observa-se maior dispersão dos dados e presença frequente de valores extremos. A Mata Atlântica apresenta média de aproximadamente 1396 mm, com medianas variando entre 1100 e 1700 mm, e eventos extremos superiores a 2500 mm, especialmente em 2015 e 2023, possivelmente relacionados à atuação de sistemas frontais e eventos convectivos intensos (Reboita et al., 2010). O Pampa, por sua vez, apresenta média de 1614 mm, com elevada variabilidade interanual, incluindo picos acima de 2500 mm em 2014 e 2016, e reduções para valores próximos de 1200 mm em anos mais secos. A presença recorrente de outliers em todos os biomas reforça a capacidade do produto CHIRPS em capturar eventos extremos de precipitação, conforme destacado por Funk et al. (2015), evidenciando sua aplicabilidade em análises hidroclimáticas de larga escala.

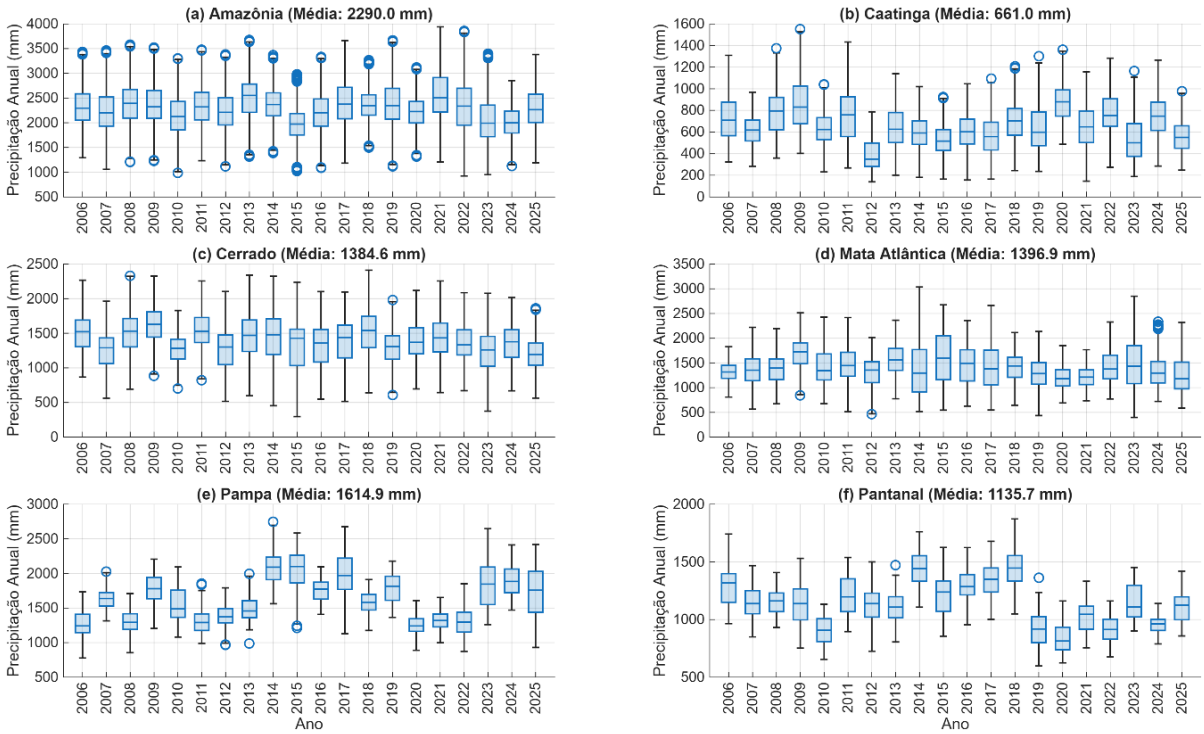


Figura 5 - Evolução espaço-temporal da precipitação anual nos biomas brasileiros no período de 2006 a 2025, obtida a partir do produto CHIRPS.

4.4 Avaliação Espaço-temporal da Precipitação no Brasil (PERSIANN)

A variabilidade interanual da precipitação nos biomas brasileiros, com base nos dados do PERSIANN-CDR (Figura 6), apresenta padrões consistentes, porém com diferenças quantitativas em

relação a outros produtos. A Amazônia apresenta média de aproximadamente 2215,9 mm, com medianas predominantemente entre 2000 e 2600 mm ao longo da série. Destacam-se anos como 2009, 2013 e 2019, nos quais os valores máximos ultrapassam 3500–3800 mm, indicando episódios de elevada precipitação. Por outro lado, períodos como 2015–2016 mostram reduções significativas, com medianas próximas de 1800 mm, evidenciando possíveis impactos de eventos climáticos de grande escala. Na Caatinga, a média é de 700,8 mm, com distribuição concentrada entre 500 e 900 mm, porém com alta variabilidade, incluindo valores mínimos inferiores a 300 mm em anos como 2012 e 2015, caracterizando condições de seca severa típicas do semiárido (Hastenrath, 2012).

O Cerrado e o Pantanal apresentam comportamento intermediário, com médias de 1385,6 mm e 1234,5 mm, respectivamente. No Cerrado, observa-se relativa estabilidade das medianas entre 1200 e 1600 mm, embora anos como 2009 e 2019 apresentem valores máximos superiores a 2000 mm, evidenciando eventos de precipitação acima da média. Já no Pantanal, a variabilidade é marcada por flutuações mais acentuadas, com picos próximos de 1700–1800 mm em 2014 e 2017, seguidos por reduções expressivas entre 2019 e 2021, quando as medianas se aproximam de 1000 mm. Esse comportamento está associado à dinâmica hidrológica da bacia do Alto Paraguai, fortemente dependente das condições climáticas regionais.

Nos biomas Mata Atlântica e Pampa, observa-se elevada dispersão dos dados e presença recorrente de extremos. A Mata Atlântica apresenta média de 1447,2 mm, com medianas variando entre 1200 e 1700 mm, e eventos extremos superiores a 2500 mm, especialmente em 2014 e 2023, associados à atuação de sistemas frontais e eventos convectivos intensos (Reboita et al., 2010). O Pampa apresenta média de 1766,6 mm, sendo o bioma com maior média entre os do Sul, com picos superiores a 2500 mm em 2015 e 2023, e reduções para valores próximos de 1300–1400 mm em anos mais secos, como 2020 e 2021.

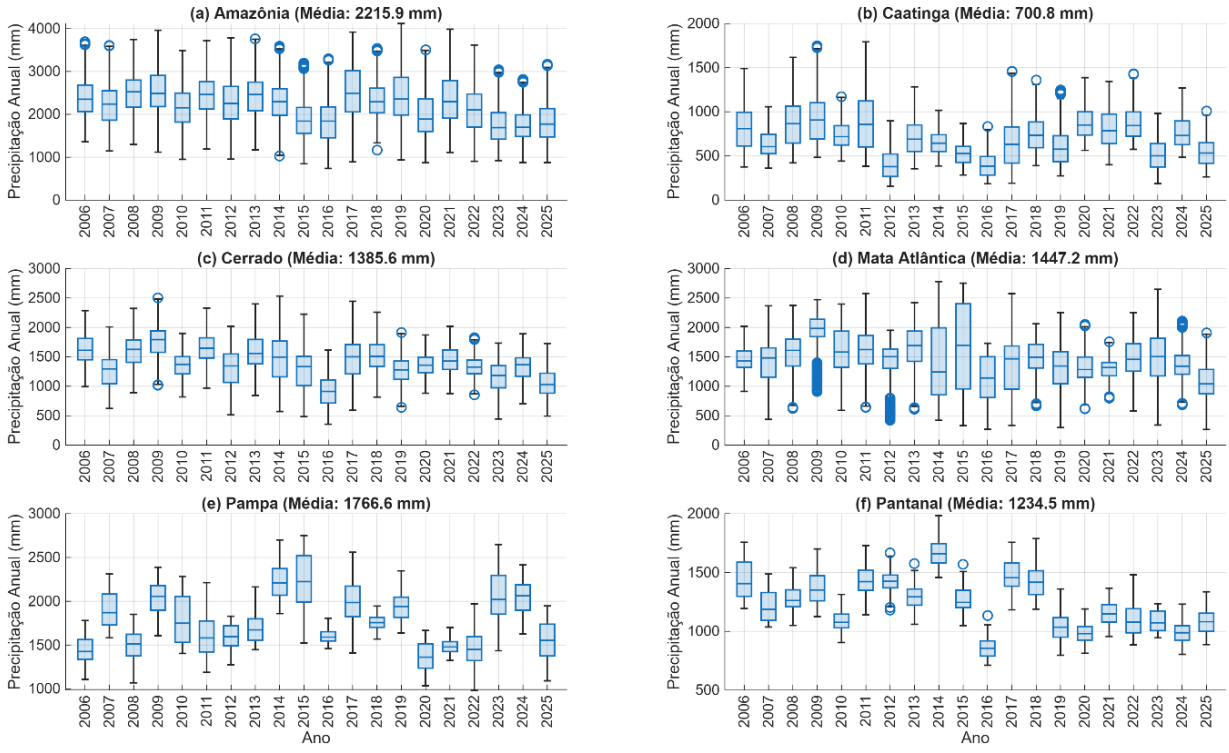


Figura 6 - Evolução espaço-temporal da precipitação anual nos biomas brasileiros no período de 2006 a 2025, obtida a partir do produto PERSIANN-CDR.

5 CONCLUSÕES

A análise integrada dos produtos CHIRPS e PERSIANN evidenciou que ambos são capazes de representar de forma consistente os padrões espaciais e temporais da precipitação no Brasil, com forte concordância entre as regiões de maiores e menores acumulados. De modo geral, os maiores valores foram observados no produto CHIRPS, especialmente nos biomas Amazônia e Mata Atlântica, onde os acumulados médios e máximos anuais tenderam a ser ligeiramente superiores em relação ao PERSIANN. Apesar disso, as diferenças entre os produtos foram relativamente pequenas quando analisadas em escala regional e temporal, indicando uma boa coerência entre as estimativas. Essa proximidade sugere uma boa correlação entre os datasets, reforçando a confiabilidade de ambos para estudos hidroclimáticos, especialmente em áreas com baixa densidade de dados observacionais.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a realização de análises quantitativas mais detalhadas entre os produtos, incluindo métricas estatísticas como erro médio, raiz do erro quadrático médio (RMSE) e coeficiente de correlação, bem como a validação com dados observacionais de estações pluviométricas. Além disso, a integração desses dados com modelos hidrológicos, como HEC-HMS e HEC-RAS, pode ampliar a aplicabilidade dos resultados na simulação de vazões e mapeamento de inundações. Estudos futuros também podem explorar o uso de técnicas de aprendizado de máquina para correção de viés e fusão de dados, além da análise de tendências de longo prazo e impactos das mudanças climáticas sobre os regimes de precipitação no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almazroui, M., Saeed, S., Saeed, F., Islam, M. N., Ismail, M., Klutse, N. A. B., ... & Ashfaq, M. (2021). Projected changes in temperature and precipitation over Africa from CMIP6. Earth Systems and Environment, 5, 1–16. https://doi.org/10.1007/s41748-021-00200-2

Ashouri, H., Hsu, K. L., Sorooshian, S., Braithwaite, D., Knapp, K. R., Cecil, L. D., Nelson, B. R., & Prat, O. P. (2015). PERSIANN-CDR: Daily precipitation climate data record from multisatellite observations. Journal of Hydrometeorology, 16(1), 69–83. https://doi.org/10.1175/JHM-D-13-0121.1

Beck, H. E., Wood, E. F., Pan, M., Fisher, C. K., Miralles, D. G., van Dijk, A. I. J. M., ... & Adler, R. F. (2020). MSWEP V2 global 3-hourly precipitation: Methodology and quantitative assessment. Bulletin of the American Meteorological Society, 101(4), E569–E586. https://doi.org/10.1175/BAMS-D-17-0138.1

Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Pedreros, D., Verdin, J., Shukla, S., Husak, G., Rowland, J., Harrison, L., Hoell, A., & Michaelsen, J. (2015). The climate hazards infrared precipitation with stations—A new environmental record for monitoring extremes. Scientific Data, 2, 150066. https://doi.org/10.1038/sdata.2015.66

Hastenrath, S. (2012). Exploring the climate problems of Brazil's Nordeste: A review. Climatic Change, 112, 243–251. https://doi.org/10.1007/s10584-011-0227-1

Marengo, J. A., Liebmann, B., Grimm, A. M., Misra, V., Silva Dias, P. L., Cavalcanti, I. F. A., Carvalho, L. M. V., Berbery, E. H., Ambrizzi, T., Vera, C. S., Saulo, A. C., & Nogues-Paegle, J. (2012). Recent developments on the South American monsoon system. International Journal of Climatology, 32(1), 1–21. https://doi.org/10.1002/joc.2254

Marengo, J. A., Souza, C. M., Thonicke, K., Burton, C., Halladay, K., Betts, R. A., Alves, L. M., & Soares, W. R. (2018). Changes in climate and land use over the Amazon region: Current and future variability and trends. Frontiers in Earth Science, 6, 228. https://doi.org/10.3389/feart.2018.00228

Nguyen, P., Thorstensen, A., Sorooshian, S., Hsu, K., Aghakouchak, A., Ashouri, H., ... & Braithwaite, D. (2022). The CHIRPS dataset: Advances and applications. Remote Sensing of Environment, 268, 112782. https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112782

Reboita, M. S., Gan, M. A., Rocha, R. P., & Ambrizzi, T. (2010). Regimes de precipitação na América do Sul: Uma revisão bibliográfica. Revista Brasileira de Meteorologia, 25(2), 185–204. https://doi.org/10.1590/S0102-77862010000200004