AVALIAÇÃO DA COBERTURA ESPACIAL, DISPONIBILIDADE TEMPORAL E COMPLETUDE DAS SÉRIES PLUVIOMÉTRICAS DA BACIA DO RIO PAJEÚ, PERNAMBUCO

Daniel Conceição do Nascimento [1] ; Wesley Devison Melo Xavier [2]; Cristiano das Neves Almeida[3];Igor Fernandes Gomes[4] ; Iago Nogueira Pessoa[5]; Bruno Roberto Ferreira da Silva[6] & Eliaquim Damião de Pontes[7]

RESUMO – O monitoramento pluviométrico é fundamental para a gestão dos recursos hídricos em regiões semiáridas, onde a elevada variabilidade das chuvas influencia diretamente a disponibilidade hídrica. Este estudo avaliou a cobertura espacial, a disponibilidade temporal e a completude das séries pluviométricas da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, Pernambuco. Foram analisadas 43 estações quanto à distribuição geográfica, período de operação e disponibilidade dos registros. Os resultados evidenciaram uma rede com distribuição espacial relativamente abrangente, porém com lacunas em setores específicos da bacia. Temporalmente, identificaram-se séries históricas iniciadas em 1911, incluindo registros com até 91 anos de duração. A completude média da rede foi de 93%, sendo que 74,4% das estações apresentaram classificação excelente (>90%). Conclui-se que a rede pluviométrica do Rio Pajeú possui elevado potencial para subsidiar estudos hidrológicos e climáticos, embora sejam recomendadas ações de ampliação e fortalecimento do monitoramento em áreas menos representadas.

ABSTRACT– Rainfall monitoring is essential for water resources management in semi-arid regions, where high rainfall variability directly affects water availability. This study evaluated the spatial coverage, temporal availability, and completeness of rainfall records within the Pajeú River Basin, Pernambuco State, Brazil. A total of 43 rain gauge stations were analyzed regarding their geographic distribution, operational period, and data availability. The results revealed a relatively well-distributed monitoring network, although gaps remain in specific sectors of the basin. Temporal analysis identified records dating back to 1911, including series extending up to 91 years. The average data completeness of the network was 93%, with 74.4% of the stations classified as having excellent completeness (>90%). These findings demonstrate the strong potential of the Pajeú rain gauge network to support hydrological and climate studies, while highlighting the need for expanding monitoring coverage in underrepresented areas.

Palavras-Chave –Monitoramento Hidrológico; Semiárido; Bacia do Rio Pajeú.

[1]) Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, 58051-900, João Pessoa – PB, wesley.devison@academico.ufpb.br
[2]) Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, 58051-900, João Pessoa – PB, daniel.conceicao@academico.ufpb.br
[3]) Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, 58051-900, João Pessoa – PB, igor.fernandes@ufpe.br
[4]) Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, 58051-900, João Pessoa – PB, almeida74br@yahoo.com.br
[5]) Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, 58051-900, João Pessoa – PB, iago.nogueira@academico.ufpb.br
[6]) Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, 58051-900, João Pessoa – PB, bruno.roberto3@academico.ufpb.br
[7]) Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, 58051-900, João Pessoa – PB, Eliaquim.pontes@academico.ufpb.br

1. INTRODUÇÃO

A precipitação pluviométrica constitui uma das principais variáveis de entrada em estudos hidrológicos, exercendo influência direta sobre a disponibilidade hídrica, o comportamento das bacias hidrográficas e o planejamento e gestão dos recursos hídricos (Tucci, 2013; WMO, 2008). Em regiões semiáridas, como o Nordeste brasileiro, a elevada variabilidade espacial e temporal das chuvas intensifica a complexidade dos processos hidrológicos, tornando indispensável a existência de redes de monitoramento bem estruturadas e capazes de representar adequadamente os padrões pluviométricos observados (Marengo et al., 2017).

A qualidade das análises hidrológicas está diretamente condicionada à disponibilidade, continuidade e representatividade espacial das séries pluviométricas. Redes de monitoramento com baixa densidade de estações ou com lacunas significativas nas séries históricas podem comprometer a confiabilidade de estimativas de precipitação, a identificação de eventos extremos, a modelagem hidrológica e os processos de gestão integrada dos recursos hídricos (Tucci, 2013; WMO, 2008; ANA, 2022).

No Brasil, a disponibilidade de dados pluviométricos é ampliada por meio de instituições como a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), que operam redes de observação meteorológica e hidrológica em diferentes escalas espaciais (ANA, 2022; INMET,2023;CEMADEN,2023). No semiárido nordestino, essas bases de dados são complementadas por redes regionais, como a da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), que desempenha papel fundamental no monitoramento climático e hidrológico da região (Lemos et al., 2022).

Nesse contexto, a Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú destaca-se como a maior bacia inserida integralmente no estado de Pernambuco, abrangendo aproximadamente 16.700 km² e estando predominantemente localizada no domínio do semiárido brasileiro. Devido à sua relevância socioeconômica e ambiental, especialmente no que se refere à segurança hídrica das populações locais, torna-se fundamental avaliar a estrutura e o desempenho da rede de monitoramento pluviométrico disponível na região, bem como a consistência das séries históricas associadas (Souza et al., 2012; Marengo et al., 2017).

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo avaliar a cobertura espacial, a disponibilidade temporal e o grau de completude das séries pluviométricas na Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, identificando potencialidades e limitações da rede de monitoramento existente, de forma a subsidiar análises hidrológicas mais consistentes e confiáveis.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo e banco de dados

A Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú localiza-se no estado de Pernambuco e integra a Região Hidrográfica do Rio São Francisco, constituindo uma de suas principais sub-bacias afluentes pela margem esquerda. Com área aproximada de 16.685 km², abrange 27 municípios e corresponde à maior bacia hidrográfica do estado de Pernambuco. O clima predominante é o semiárido, caracterizado por elevadas taxas de evapotranspiração, irregularidade espaço-temporal das

precipitações e recorrência de períodos de estiagem, fatores que exercem influência direta sobre a disponibilidade dos recursos hídricos na região.

A rede de drenagem é formada pelo Rio Pajeú e seus diversos afluentes, desempenhando papel estratégico para o abastecimento humano, a produção agropecuária e a manutenção dos ecossistemas associados à Caatinga. Além de sua relevância local, a bacia apresenta importância regional no contexto da gestão integrada dos recursos hídricos do Rio São Francisco, especialmente diante das ações de segurança hídrica promovidas pelo Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), popularmente conhecido como Transposição do Rio São Francisco. Nesse cenário, o monitoramento pluviométrico assume papel fundamental para a compreensão da variabilidade climática, o planejamento hídrico e o suporte à tomada de decisão em uma região historicamente vulnerável à escassez de água.

Segundo a Agência Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco (CPRH) e o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú (Silva et al., 2022), a bacia representa uma das unidades hidrográficas mais importantes do semiárido pernambucano, desempenhando função estratégica para o desenvolvimento socioeconômico e para a gestão sustentável dos recursos hídricos na região.

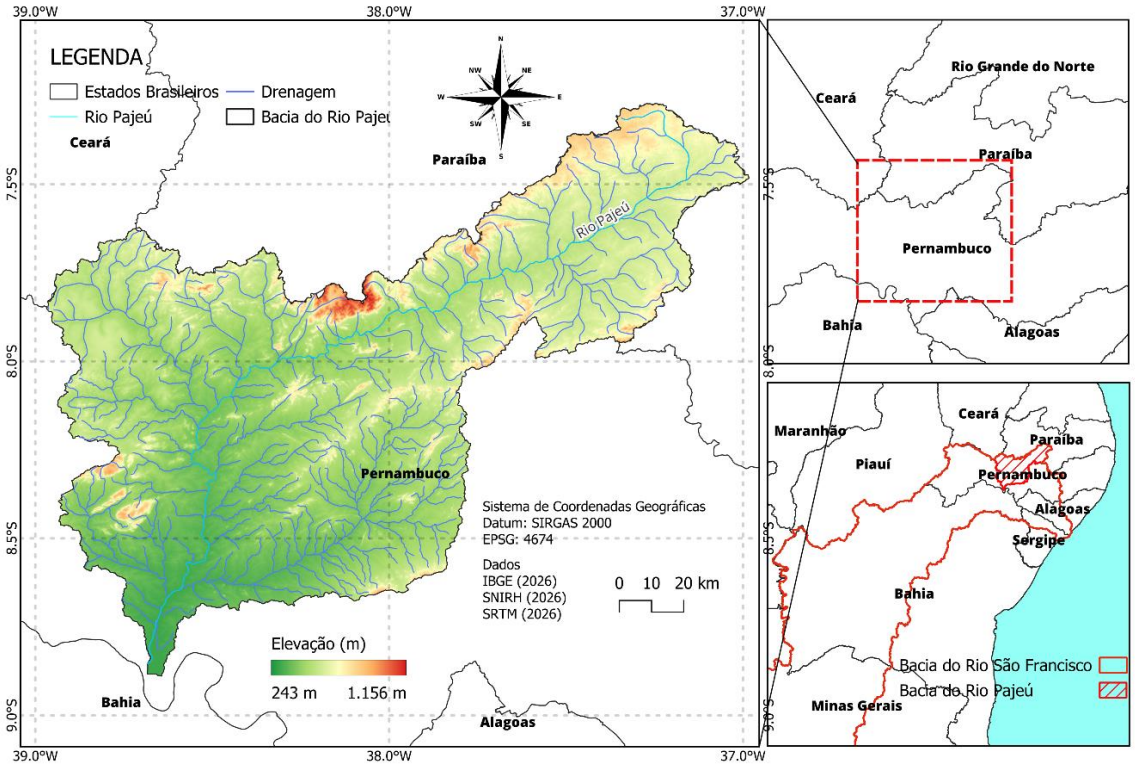


Figura 1 – Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do rio Pajeú.

O Banco de Dados Unificado de Precipitação do Brasil (UNIPLU-BR) constituiu a única fonte de dados utilizada neste estudo. A partir dessa base foram selecionadas as estações pluviométricas inseridas na Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, sendo posteriormente obtidas informações sobre o período de operação, localização geográfica e instituição responsável pelo monitoramento de cada estação no mesmo, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Estações utilizadas.

Código	Nome	Latitude	Longitude	Responsável	Período
838036	Mirandiba	-8,2333	-38,5333	ANA	1973 - 1974
738027	São José do Belmonte	-7,9962	-38,6249	APAC-PE	1962 - 1991
738029	São José do Belmonte	-7,8327	-38,7642	APAC-PE	1911 - 1992
738030	Serra Talhada	-7,9774	-38,3219	APAC-PE	1911 - 1991
838020	Floresta	-8,5392	-38,1936	APAC-PE	1914 - 1984
838025	Mirandiba	-8,1167	-38,73	APAC-PE	1962 - 1993
737029	Tabira	-7,6833	-37,4667	DNOCS	1911 - 1927
737036	São José do Egito	-7,4667	-37,2833	DNOCS	1914 - 1991
738032	Triunfo	-7,8333	-38,1167	DNOCS	1911 - 1985
838005	Betânia	-8,2833	-38,0333	DNOCS	1934 - 2001
838013	Floresta	-8,2833	-38,4833	DNOCS	1934 - 1977
738035	Triunfo	-7,85	-38,1333	INMET	1961 - 1985
82789	Triunfo	-7,82972221	-38,12222221	INMET	1961 - 2002
82887	Floresta	-8,6	-38,56999999	INMET	1961 - 1985
838035	Floresta	-8,6	-38,5833	INMET	1961 - 1985
737023	Afogados da Ingazeira	-7,7389	-37,6483	SGB-CPRM	1914 - 2002
737027	Flores	-7,8678	-37,9725	SGB-CPRM	1911 - 2002
838000	Floresta	-8,5392	-38,1928	SGB-CPRM	1934 - 2002
838002	Mirandiba	-8,2397	-38,5278	SGB-CPRM	1962 - 2001
838021	Floresta	-8,6064	-38,5786	SGB-CPRM	1977 - 2001
838031	Serra Talhada	-8,0006	-38,2447	SGB-CPRM	1978 - 2001
737025	Carnaiba	-7,8	-37,8167	SUDENE	1962 - 1992
737026	Flores	-7,95	-37,7167	SUDENE	1962 - 1992
737030	Iguaraci	-7,9167	-37,5167	SUDENE	1962 - 1993
737031	Itapetim	-7,3667	-37,1833	SUDENE	1962 - 1990
737032	Iguaraci	-7,8333	-37,3833	SUDENE	1962 - 1994
737033	Tuparetama	-7,7167	-37,35	SUDENE	1962 - 1993
737035	Carnaiba	-7,7167	-37,8667	SUDENE	1962 - 1992
737037	Tabira	-7,5833	-37,55	SUDENE	1962 - 1986
738028	Serra Talhada	-7,85	-38,5667	SUDENE	1962 - 1991
837013	Betânia	-8,1833	-37,9167	SUDENE	1962 - 1999
837016	Floresta	-8,4167	-37,9333	SUDENE	1962 - 1994
837035	Flores	-8,0667	-37,85	SUDENE	1962 - 1993
837040	Floresta	-8,4833	-37,8333	SUDENE	1962 - 1993
837052	Flores	-8,0833	-37,85	SUDENE	1971 - 1971
838007	Floresta	-8,4333	-38,8667	SUDENE	1962 - 1994
838008	Floresta	-8,3333	-38,4167	SUDENE	1962 - 1991
838011	Floresta	-8,4833	-38,4667	SUDENE	1962 - 1973

838015	Serra Talhada	-8,0833	-38,4333	SUDENE	1962 - 1994
838018	Floresta	-8,3833	-38,3333	SUDENE	1962 - 1999
838019	Floresta	-8,6167	-38,3833	SUDENE	1962 - 1983
838026	Serra Talhada	-8,1667	-38,2167	SUDENE	1962 - 1994
838028	Serra Talhada	-8,0333	-38,1333	SUDENE	1962 - 1994

FONTE: Autoria própria, (2026).

A avaliação da rede foi realizada com base em três indicadores: cobertura espacial, disponibilidade temporal e completude das séries, conforme apresentado no fluxograma da Figura 2. A cobertura espacial analisa a distribuição das estações na bacia, enquanto a disponibilidade temporal avalia o período de funcionamento por meio de linhas do tempo. Já a completude das séries quantifica a proporção de dados disponíveis em relação aos esperados. Em conjunto, esses indicadores permitem uma avaliação da qualidade e confiabilidade da rede pluviométrica analisada.

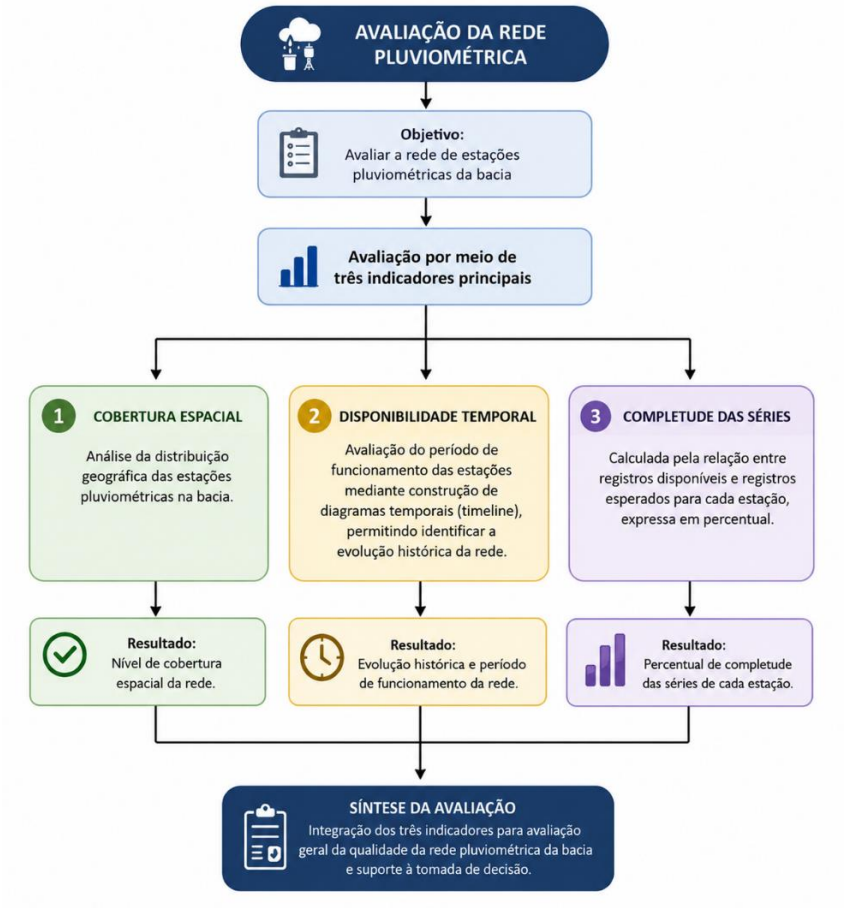


Figura 2 – Fluxograma de trabalho.

3. RESULTADOS

3.1 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA REDE

Foram identificadas estações pertencentes às redes da APAC, ANA, CEMADEN, DNOCS, INMET, SGB-CPRM e SUDENE distribuídas ao longo da Bacia do Rio Pajeú. Observa-se maior concentração de postos nas proximidades dos municípios de Serra Talhada, Floresta, Flores e São José do Belmonte, enquanto áreas periféricas apresentam menor densidade de monitoramento.

A diversidade institucional contribui para ampliar a cobertura espacial da rede, embora ainda sejam observadas lacunas em determinados setores da bacia.

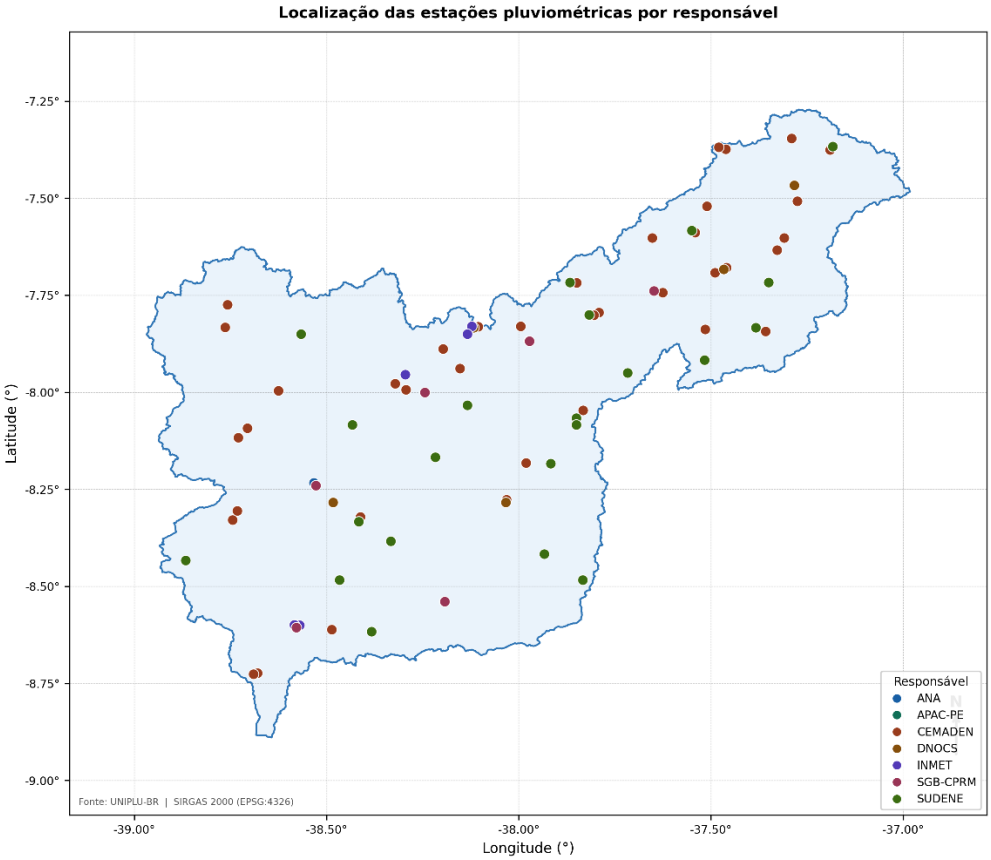


Figura 3 – Estações pluviométricas da bacia.

3.2 DISPONIBILIDADE TEMPORAL DAS SÉRIES

A análise temporal evidencia uma forte heterogeneidade no período de início das observações entre as estações, com registros iniciando já em 1911 em algumas séries, enquanto outras apresentam implantação mais recente. Observa-se que as redes SGB-CPRM, DNOCS e SUDENE concentram as séries históricas mais antigas e contínuas, sendo responsáveis por parte significativa das estações de longa duração na bacia. Destacam-se estações como a 737027, com aproximadamente 91 anos de dados, e a 737023, com cerca de 88 anos, evidenciando a presença de registros quase centenários.

O comportamento temporal do número de estações ativas (Figura 4) indica três fases bem definidas da rede pluviométrica. A primeira fase, entre 1910 e aproximadamente 1950, apresenta baixa densidade de estações, com operação limitada e pouca variabilidade. A segunda fase, entre as décadas de 1960 e 1980, corresponde ao principal período de expansão da rede, com crescimento expressivo no número de estações em operação, atingindo o pico de aproximadamente 35 a 38 estações ativas. Esse período representa a consolidação institucional da rede de monitoramento na bacia. A partir da década de 1990, observa-se uma redução gradual no número de estações ativas, indicando descontinuidade de parte das séries e possível desativação ou falhas de operação em diferentes pontos da rede.

Já a distribuição do comprimento das séries (Figura 5) revela predominância de registros de curta a média duração, com concentração principal entre 20 e 40 anos. A média do comprimento das séries (≈38 anos) é superior à mediana (≈31 anos), indicando uma distribuição assimétrica à direita, influenciada pela presença de algumas séries muito longas (60 a 100 anos). Esses resultados reforçam a existência de poucas estações com alta continuidade histórica e um conjunto majoritário com registros relativamente mais curtos, evidenciando a heterogeneidade temporal da rede pluviométrica analisada.

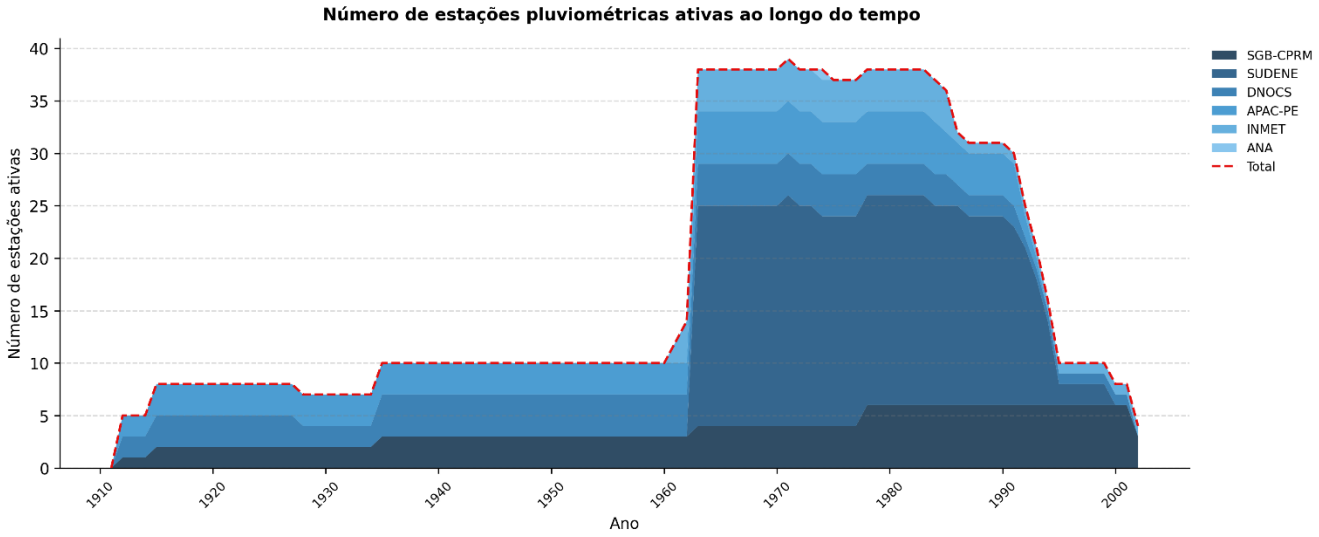


Figura 4 – Número de estações pluviométricas ativas ao longo do tempo.

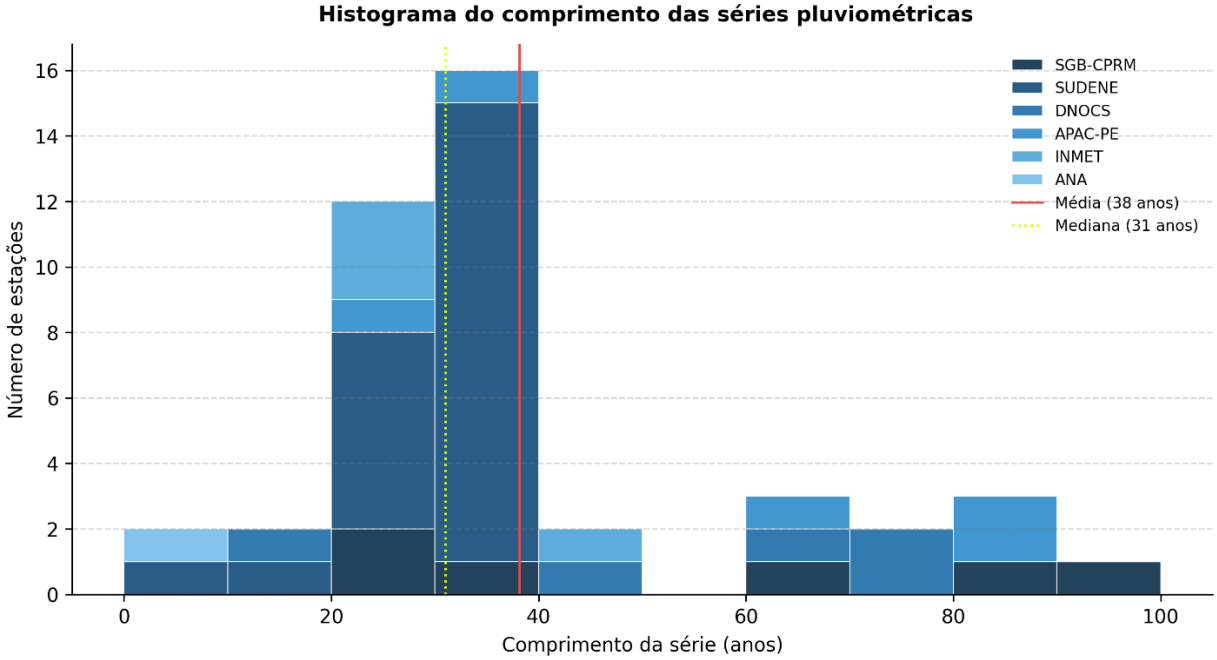


Figura 5 –Histograma do comprimento das séries pluviométricas.

3.3 COMPLETUDE DAS SÉRIES

A análise da completude das séries temporais, apresentada na Figura 6, evidencia variações significativas entre os diferentes órgãos responsáveis pela operação da rede pluviométrica. Observa-se que as estações vinculadas à SGB-CPRM e à SUDENE apresentam os maiores níveis de completude, ambos próximos de 98–99%, seguidas pela APAC-PE e pelo DNOCS, que também mantêm elevados percentuais médios (em torno de 90–95%). Em contrapartida, a ANA apresenta o menor valor médio de completude (aproximadamente 63%), enquanto o INMET apresenta comportamento intermediário, com cerca de 79%. Esses resultados indicam uma heterogeneidade operacional da rede, refletindo diferentes padrões de manutenção e continuidade das séries históricas. De forma complementar, a Figura 7 mostra a distribuição das classificações de completude, na qual predomina a categoria “Excelente” (>90%), representando 74,4% das estações (32 postos). As classes “Boa” (75–90%) e “Regular” (50–75%) correspondem a 16,3% (7 postos) e 9,3% (4 postos), respectivamente, enquanto não foram registradas estações na condição “Ruim” (<50%). A média geral de completude da rede é de 93,0%, indicando um elevado potencial de aplicação em estudos hidrológicos, especialmente em análises de variabilidade climática, modelagem hidrológica e avaliação de extremos pluviométricos.

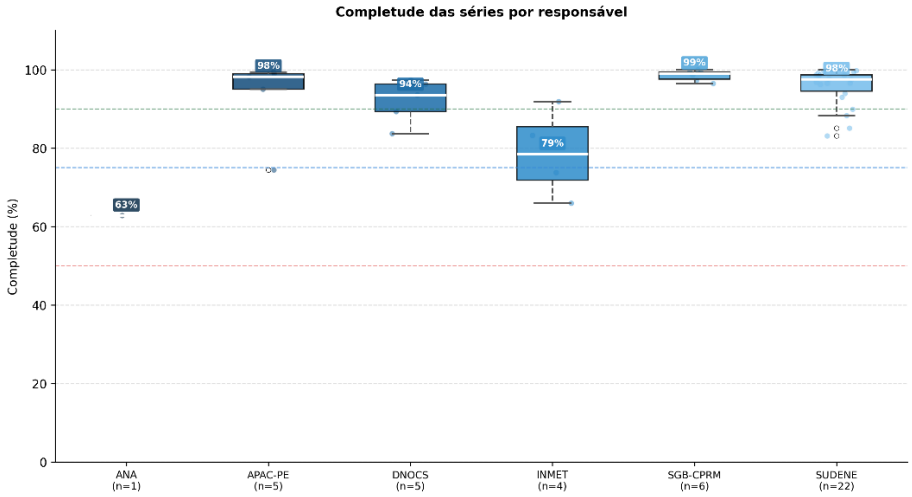


Figura 6 – Completude das séries por responsável.

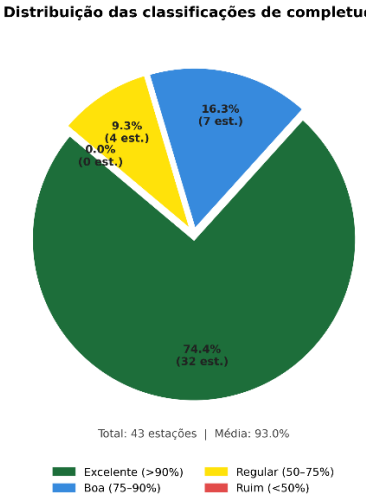


Figura 7 – Distribuição das classificações de completude.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação da rede pluviométrica da Bacia do Rio Pajeú evidencia a existência de uma base de dados histórica consistente e de grande relevância para o monitoramento hidrológico regional. Observa-se uma distribuição espacial relativamente bem estruturada, embora ainda persistam descontinuidades e áreas com menor densidade de estações, o que pode limitar a representatividade espacial em determinadas sub-bacias.

No aspecto temporal, destacam-se séries históricas longas, incluindo registros centenários, essenciais para estudos climáticos e hidrológicos de longo prazo. Contudo, verificam-se diferenças na disponibilidade e na completude dos dados entre as estações, indicando a necessidade de aprimoramento na gestão e manutenção da rede. De forma geral, conclui-se que a rede possui elevado potencial para suporte ao planejamento e à gestão dos recursos hídricos no semiárido, sendo recomendada sua ampliação e integração em áreas ainda submonitoradas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do Programa de Formação de Recursos Humanos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (PRH-ANP), gerido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), por meio de bolsa de graduação (Processo nº 2025/19512-9). Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do PRH-ANP 35/UFPB – Transição Energética (Processo nº 2025/03815-2), contribuindo para a formação de recursos humanos qualificados para o setor energético no contexto da transição energética e da transformação ecológica, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte fornecido.

REFERÊNCIAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2022. Brasília: ANA, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/ana. Acesso em: 01 jun. 2026.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais climatológicas do Brasil (1991–2020). Brasília: INMET, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/inmet. Acesso em: 01 jun. 2026.

LIMA, S. S.; LOUREIRO, G. E. Rede hidrométrica na bacia hidrográfica Tocantins-Araguaia.

LEMOS, F. C. et al . Conjunto unificado de dados de chuvas brasileiras (UNIPLU-BR): um banco de dados nacional padronizado de precipitação pontual das principais redes brasileiras de monitoramento [Conjunto de dados]. Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.18883358, 2026.

LEMOS, F. C. et al. Comparação entre as redes de monitoramento de precipitação da FUNCEME e do CEMADEN no Ceará. in: Anais do XVI simpósio de recursos hídricos do nordeste (SRHNE) e 15º simpósio de hidráulica e recursos hídricos dos países de língua portuguesa (SILUSBA), 2022.

MARENGO, J. A. et al. Climate change and drought in the Brazilian Northeast: implications for water resources. Climatic Change, v. 141, p. 1–15, 2017.

SILVA, G.R.; MUNIZ, R.; OLIVEIRA JÚNIOR, A I.; VALÕES, D.C.P.; PEREIRA, D. D. M. Caracterização da bacia hidrográfica do rio Pajeú – PE, situada na bacia do São Francisco. Revista de Geografia (Recife), v. 39, n. 3, p. 234–254, 2022.

SOUZA, W. et al. Variabilidade da precipitação e impactos hidrológicos no semiárido brasileiro. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 27, n. 2, p. 123–134, 2012.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2013.

WMO. Guide to Hydrological Practices. Geneva: World Meteorological Organization, 2008.