PLUVIOMETRIA SOCIAL COMO BASE PARA A AVALIAÇÃO DE ÍNDICES DE EXTREMOS E SECAS EM BACIA DO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO

Aline Maria Soares das Chagas[1];Abelardo Antônio de Assunção Montenegro[2];Thayná Alice Brito Almeida [3;] Carolyne Wanessa Lins de Andrade Farias[4]; Mirella Veras Maciel[5]; Eric Gabriel Fernandez Albuquerque da Silva[6]

RESUMO – O objetivo desse trabalho foi avaliar a variabilidade pluviométrica e a ocorrência de extremos na bacia experimental do riacho jatobá, no semiárido de Pernambuco, utilizando uma série histórica (2000–2025) gerada a partir da pluviometria social. A metodologia incluiu a análise de consistência dos dados pluviométricos, Índice de Seca Padronizado (SPI) e análises de tendência nos índices de extremos climáticos do *Expert Team on Climate Change Detection and Indices* (ETCCDI). Os dados de precipitação do pluviômetro social apresentaram excelente correlação com as estações automáticas ($R^2 = 0,99$). A análise do SPI revelou elevada variabilidade climática, marcada por secas recorrentes e intensas. O SPI-6 destacou episódios frequentes de seca extrema entre 2012 e 2019, impactando solo e vegetação, enquanto o SPI-12 identificou a prolongada seca de 2012 a 2017, considerada a mais severa do século no Nordeste. Quanto aos índices ETCCDI, observou-se estabilidade nos volumes totais anuais, embora ocorram mudanças na estrutura das chuvas, caracterizadas pelo aumento da precipitação máxima diária (RX1day) e dos dias úmidos consecutivos (CWD), em paralelo à redução da intensidade média diária (SDII). Por fim, o monitoramento participativo mostrou-se uma ferramenta essencial na gestão hídrica local.

ABSTRACT– The objective of this study was to evaluate rainfall variability and the occurrence of extremes in the Jatobá stream experimental basin, in the semi-arid region of Pernambuco, using a historical series (2000–2025) generated from social rainfall monitoring. After analyzing the consistency of the social rainfall data, the Standardized Drought Index (SPI) was calculated, and trend analyses were performed on the climate extremes indices of the Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI). The precipitation data from the social rain gauge showed excellent correlation with the automatic stations ($R^2 = 0.99$). The SPI analysis revealed high climate variability, marked by recurrent and intense droughts. SPI-6 highlighted frequent episodes of extreme drought between 2012 and 2019, impacting soil and vegetation, while SPI-12 identified the prolonged drought from 2012 to 2017, considered the most severe of the century in the Northeast. Regarding the ETCCDI indices, stability was observed in total annual volumes, although changes occurred in rainfall patterns, characterized by an increase in maximum daily precipitation (RX1day) and consecutive wet days (CWD), in parallel with a reduction in average daily intensity (SDII). Finally, participatory monitoring strengthened local climate awareness and promoted integration between scientific and community knowledge.

Palavras-Chave – Gestão hídrica local; método da Dupla Massa; SPI; ETCCDI; Mann-Kendall

[1]) Universidade Federal Rural de Pernambuco– UFRPE, Recife, PE, Brasil, e-mail: alinemschagas@gmail.com
[2]) Universidade Federal Rural de Pernambuco– UFRPE, Recife, PE, Brasil, e-mail: montenegro.ufrpe@gmail.com
[3]) Universidade Federal Rural de Pernambuco– UFRPE, Recife, PE, Brasil, e-mail: thayna_tau@hotmail.com
[4]) Universidade Federal da Paraíba – Departamento de Geociências, Recife, Brasil, e-mail: carolyne.andrade@academico.ufpb.br
[5]) Universidade Federal Rural de Pernambuco– UFRPE, Recife, PE, Brasil, e-mail: mirellaverasambiental@gmail.com
[6]) Universidade Federal Rural de Pernambuco– UFRPE, Recife, PE, Brasil, e-mail: eric.fernandez@ufrpe.br

INTRODUÇÃO

A marcante variabilidade da precipitação nas regiões semiáridas tem elevado impacto na cobertura vegetal, e nos processos hidrológicos, destacando-se a predominância de solos rasos, com baixa capacidade de retenção de água. Para um gerenciamento adequado dos recursos hídricos e uma melhor compreensão da dinâmica hidrológica, o monitoramento de variáveis hidrológicas nas regiões semiáridas é uma ferramenta poderosa, que podem descrever as características atuais da bacia hidrográfica e fornecer entradas consistentes a modelos capazes de prever condições futuras sob cenários extremos (Jianqing *et al.*, 2016). Nesse sentido, destaca-se a importância de atividades de hidrologia de campo em escala de bacia, as quais geralmente ocorrem em bacias experimentais e representativas (Melo *et al.*, 2020).

Com o objetivo de superar lacunas no monitoramento hidrológico em bacias no semiárido, desde 2001, a Rede Brasileira de Bacias Experimentais do Semiárido (REHISA) integra esforços no semiárido nordestino, abordando o balanço hídrico em condições de chuvas escassas (REHISA, 2004). Dessa forma, estudos conduzidos na bacia experimental do riacho Jatobá (JEB) têm possibilitado a instrumentação e o monitoramento na região por mais de duas décadas pela REHISA (Montenegro e Ragab; 2010; Melo *et al.,* 2020). Em trabalho desenvolvido por Magalhães *et al.* (2018), a importância do monitoramento contínuo da BERJ é reforçada, uma vez que a disponibilidade de dados hidrológicos observados permitiu a representação adequada dos processos hidráulicos no solo, como a infiltração, armazenamento de água e geração de escoamento superficial.

Nesse sentido, destaca-se o papel do monitoramento pluviométrico participativo, conduzido por agricultores da região desde os anos 2000 até hoje, que fornecem dados diários de precipitação. Para Andrade (2023) este monitoramento pluviométrico participativo em propriedades rurais, podem gerar dados confiáveis de precipitação por meio de pluviômetros de baixo custo ampliando a densidade espacial das observações hidrológicas, constituindo uma ferramenta útil para a gestão dos recursos hídricos em regiões com escassez de estações meteorológicas.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar a variabilidade pluviométrica e a ocorrência de extremos na bacia experimental do riacho Jatobá, no semiárido de Pernambuco, utilizando uma série histórica (2000–2025) originada a partir do monitoramento por pluviometria social. A metodologia integrou o índice de precipitação padronizado (SPI) para caracterização de secas e o cálculo de indicadores de extremos do ETCCDI. A significância estatística e a magnitude das tendências temporais dessas métricas foram determinadas combinando-se o teste não paramétrico de Mann-Kendall.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A pesquisa foi realizada no município de Pesqueira, região Agreste do semiárido pernambucano e desenvolvida na bacia experimental do riacho Jatobá, inserida na bacia do Alto Ipanema, contribuinte da bacia do rio São Francisco. A bacia foi estabelecida e instrumentada no ano de 2000, no âmbito da Rede REHISA, e vem sendo operada pelo Laboratório de Água e Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) com apoio da comunidade local.

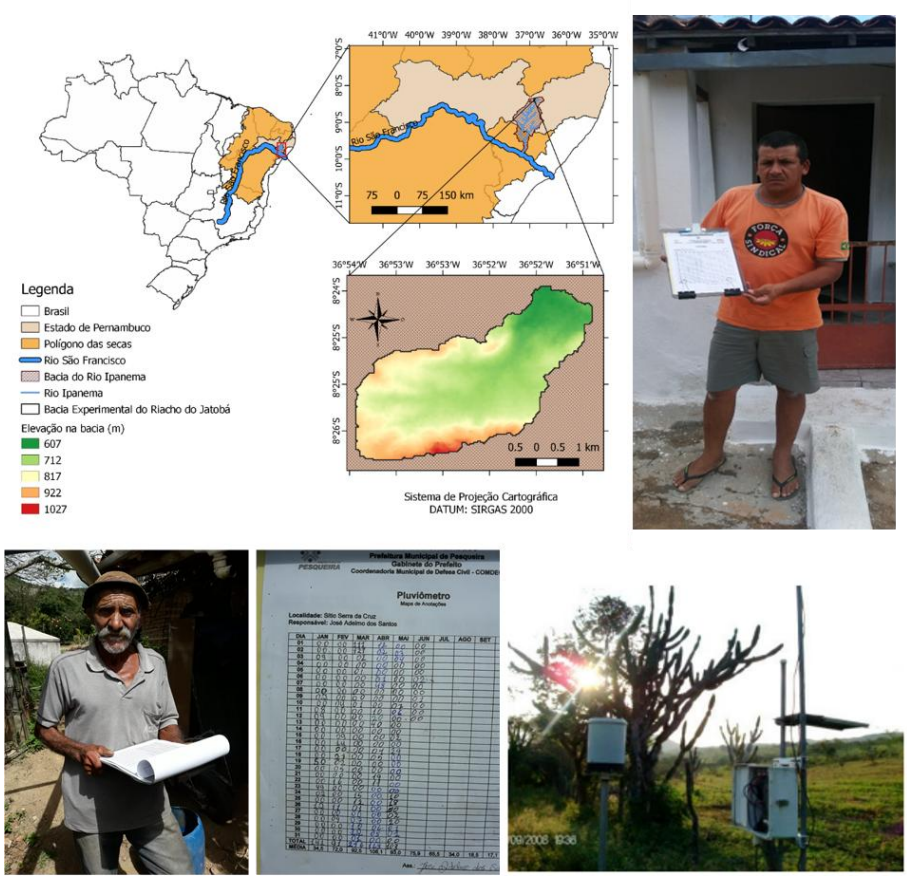


Figura 1. Localização da bacia experimental do riacho Jatobá e a participação de agricultores moradores da bacia no levantamento de dados hidrológicos.

O clima da região é BSsh, semiárido, muito quente, segundo a classificação de köppen, com precipitação média anual de aproximadamente 600 mm, temperatura média de 23 ºC e evapotranspiração de referência (ETr) cerca de 2.000 mm por ano (Silva Júnior *et al.,* 2016). De acordo com Chagas *et al.* (2020), a bacia possui padrões de precipitação bem definidos, com estação chuvosa no período de maio a julho e, no restante do ano, a bacia enfrenta um longo período de seca com chuvas diárias mais intensas presentes no período de fevereiro a abril. Além disso, a cobertura

vegetal da bacia é composta principalmente por caatinga, que aparece em diferentes densidades (MONTENEGRO E RAGAB, 2010).

Monitoramento hidrológico

As estações pluviométricas adotadas para o estudo compreendem quatro postos distribuídos, conforme coordenadas apresentadas no Quadro 1. Foram analisados registros mensais de três pluviógrafos automáticos, modelo Campbell Scientific, instalados no âmbito da rede REHISA, e um pluviógrafo operado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no período de 2000 a 2018.

Além dos postos pluviométricos convencionais, este estudo incorporou dados de precipitação a partir do monitoramento participativo, por meio da utilização de um pluviômetro manual do tipo Ville de Paris, operado de forma contínua por um ator local da bacia experimental do riacho Jatobá. Esse monitoramento, iniciado em 2000 e mantido até o presente, constitui uma das mais longas séries de dados de precipitação obtidas de forma colaborativa no semiárido. Para a análise, foram utilizados registros de pluviometria social abrangendo o período de 2000 a 2025.

Quadro 1. Coordenadas das estações de monitoramento pluviométrico.

Monitoramento	Pluviógrafo automático (PLUV 1)	Pluviógrafo automático (PLUV 2)	Pluviógrafo automático (PLUV 3)	Pluviógrafo INMET (PLUV 4)	Pluviômetro Social (PLUV 5)
Latitude (W)	36º51’50”	36º52’30”	36º53’42”	37º4’48”	36º53’6”
Longitude (S)	8º24’47”	8º25’19”	8º25’37”	8º24’36”	8º25’26”
Altitude (m)	709	750	850	680,7	757

Análise dos dados pluviométricos

Para análise de consistência das séries pluviométricas, empregou-se o método da Dupla Massa para o período de dados entre 2000 e 2018. De acordo com Bertoni e Tucci (2013), esse método permite avaliar o grau de homogeneidade de uma ou mais estações vizinhas, verificando a consistência das chuvas totais anuais acumuladas. Os dados são representados em gráfico, onde os totais da estação analisada são colocados nas ordenadas e as médias das demais estações nas abscissas. A homogeneidade é confirmada pela tendência linear entre as séries (Oliveira *et al.,* 2008) e alterações significativas indicam falhas de medição ou diferenças hidrológicas (Mello e Silva, 2013). Para complementar a análise de consistência, utilizou-se o coeficiente de determinação (R^2) como índice estatístico de avaliação da homogeneidade dos dados pluviométricos.

Estatísticas hidrológicas

Com o objetivo de avaliar a presença de secas na bacia utilizou-se o Índice de Seca Padronizado (SPI). Este índice proposto por McKee *et al.* (1993), normaliza os dados de precipitação e permite avaliar desvios em relação à média histórica. Neste estudo, foram utilizadas as escalas de tempo de 6 e 12 meses, cada uma fornecendo informações sobre as condições de umidade em diferentes perspectivas temporais. De acordo com o Observatório Europeu da Seca (EDO, 2020), o SPI-6 é utilizado para avaliar períodos de acumulação médios de precipitação e monitora a transição entre as estações seca e chuvosa. Já o SPI-12 é usado para avaliar padrões de precipitação de longo prazo e subsidia análises de variabilidade anual.

Os valores do índice SPI podem ser classificados conforme no Quadro 2, em períodos secos e chuvosos. Segundo McKee *et al.* (1993), a seca ocorre quando o valor do SPI é continuamente negativo, a partir de uma intensidade igual ou menor a -1, e terminando quando o SPI se torna positivo.

Quadro 2. Classificação do índice SPI, segundo McKee *et al.* (1993)

SPI	Classificação
≥ 2,00	Extremamente Úmido
1,50 a 1,99	Severamente Úmido
1,00 a 1,49	Moderadamente Úmido
0,99 a -0,99	Próximo ao Normal
-1,00 a -1,49	Moderadamente Seco
-1,50 a -1,99	Severamente Seco
≤ -2,00	Extremamente Seco

Os índices de extremos climáticos relacionados à precipitação, baseados nas recomendações do *Expert Team on Climate Change Detection and Indices* (ETCCDI), foram calculados a partir de dados diários utilizando a calculadora de índices climáticos, XHidro (Santos *et al.,* 2025) [acessado em https://xhidro.com], e são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3. Índices de extremos climáticos relacionados à precipitação obtidos através do XHidro

Índice	Unidade	Definição	Equação
PRECTOT	mm	Precipitação total anual acumulada (soma de todos os registros diários).	$PRCPTOT_j = \sum RRij$
RX1day	mm	Precipitação máxima em 1 dia (evento mais intenso do ano).	$Rx1day_j = max(RRkj)$
RX5day	mm	Precipitação máxima em 5 dias consecutivos (chuva prolongada).	$Rx1day_j = max(RRkj)$

R10mm	dias	Número de dias com precipitação ≥ 10 mm (chuva forte).	$RRij \geq 10mm$
R20mm	dias	Número de dias com precipitação ≥ 20 mm (chuva muito forte).	$RRij \geq 20mm$
CDD	dias	Dias secos consecutivos (maior sequência com P<1 mm).	$RRij < 1mm$
CWD	dias	Dias chuvosos consecutivos (maior sequência com P≥1 mm).	$RRij > 1mm$
SDII	mm/dia	Índice de intensidade simples (precipitação média em dias chuvosos).	$SDII_j = \sum RRwj/W$

Para avaliar a tendência nos índices de extremos climáticos relacionados à precipitação, foi realizada a análise de tendência por meio do teste não paramétrico de Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975), utilizando o software *RStudio* (versão 2025.05). Para quantificar a magnitude da taxa de variação anual, empregou-se o estimador de declive de Sen (Sen's Slope), no qual coeficientes positivos sinalizam tendências de acréscimo e valores negativos indicam redução nos extremos pluviométricos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estatísticas hidrológicas da bacia experimental do Jatobá

A análise de consistência das cinco estações pluviométricas da bacia experimental do riacho Jatobá é apresentada na Figura 2. Pode-se observar que o pluviômetro social apresentou consistência com as demais estações, segundo o método da Dupla Massa, com coeficiente de determinação (R^2) de 0,9996.

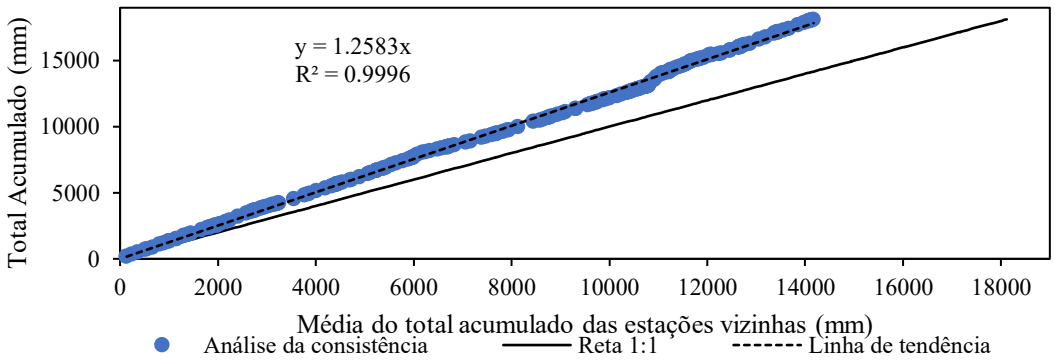


Figura 2. Avaliação da consistência da série pluviométrica pelo método da Dupla Massa nas estações bacia experimental do riacho Jatobá

Pode-se observar que a estação apresentou mudança de direção de declividade da reta maior que 25%. De acordo com Barbosa Júnior (2015) o não alinhamento da reta pode ocorrer devido a anormalidades no posto pluviométrico, oriundas da mudança de localização ou das condições de

operação do aparelho, dos erros sistemáticos, das mudanças climáticas ou da alteração do método de coleta dos dados pluviométricos. Andrade *et al.* (2018) também encontraram mudança de direção da reta em cinco estações pluviométricas na bacia do Rio Mundaú, mas todas as estações apresentaram consistência com valores de R^2 entre 0,98 e 0,99.

A partir dos dados pluviométricos consistentes, a Figura 3 apresenta os comportamentos do SPI calculado em janelas de 6 e 12 meses. O SPI-6 (Figura 3a) evidencia a recorrência de secas na bacia do Jatobá, com intervalos curtos entre eventos, o que indica alta variabilidade e episódios frequentes de seca extrema, de acordo com os parâmetros estabelecidos por McKee *et al.* (1993), e um elevado déficit hídrico ao longo de toda a série temporal, especialmente no intervalo compreendido entre 2012 e 2019.

Essa dinâmica foi observada por Chagas *et al.* (2026) que, ao avaliarem a umidade do solo através da modelagem hidrológica (modelo SWAT) na bacia experimental do riacho Jatobá durante a grande seca do semiárido brasileiro, identificaram que o déficit pluviométrico de 2012 a 2015 impactou severamente a umidade do solo e a cobertura vegetal. Os autores destacam que mesmo os curtos intervalos chuvosos, como apontado pelo SPI-6 neste trabalho, não foram suficientes para a plena recuperação da vegetação Caatinga.

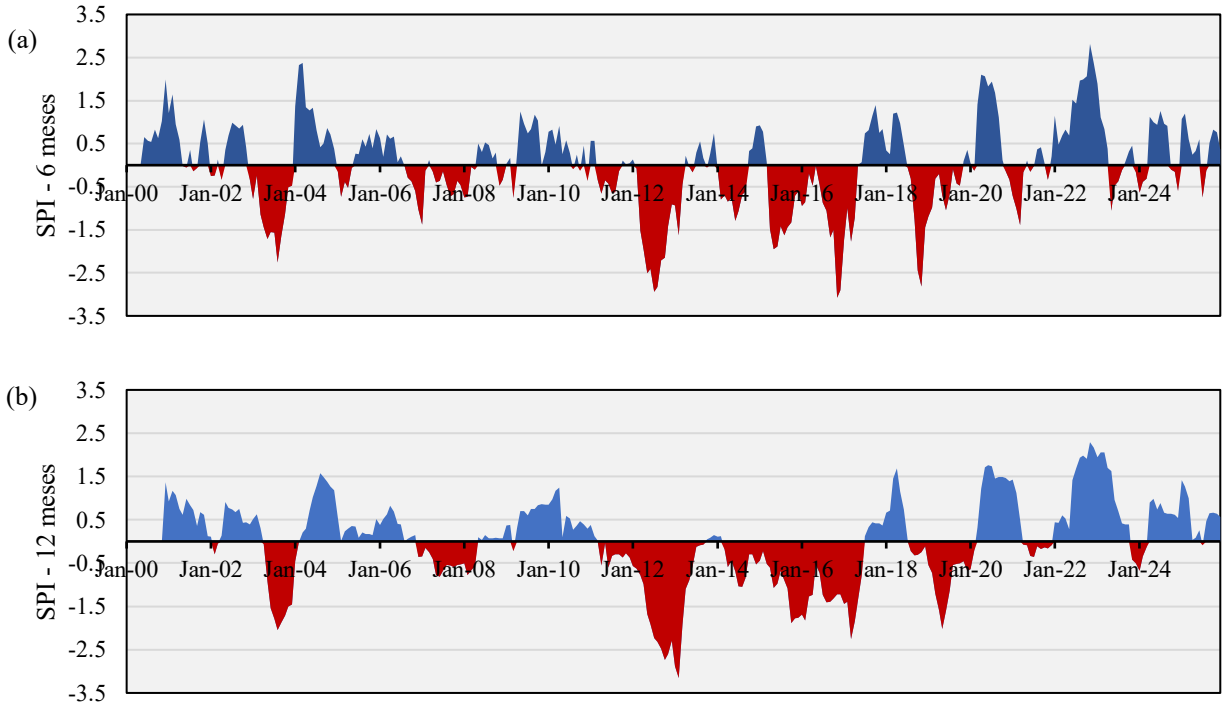


Figura 3. SPI nas escalas de seis (a) e doze (b) meses para a bacia experimental do jatobá a partir do pluviômetro social no período de 2000 a 2025.

A severa seca de 2012 a 2017, a pior do último século para grande parte do Nordeste do Brasil,

também pode ser observada a partir do SPI-12 (Figura 3b), onde pode-se observar que o índice alcança valores de extrema seca. Em 2012, quase 60% da área semiárida do Nordeste do Brasil sofreu seca severa a excepcional, levando à declaração de estado de emergência (Marengo *et al.* 2020).

Dessa forma, o SPI-12 destaca períodos de seca prolongada, revelando tendências de longo prazo, quando o déficit se manteve de forma persistente. Ao considerar todo o período avaliado, 45% do período se encontrou em condição de seca, o que confirma que eventos de déficit hídrico não são apenas episódicos, mas ocupam uma fração significativa do regime climático local.

A Figura 4 apresenta a análise de tendência para os índices de extremos climáticos relacionados à precipitação (PRECTOT, RX1day e RX5day, R10mm, R20mm, CDD, CWD e SDII, respectivamente) para a bacia do Jatobá no período entre 2000 e 2025. A análise de tendência aponta um cenário de estabilidade para a maioria dos parâmetros de volume, acompanhado por alterações localizadas na estrutura dos dias chuvosos. No que tange aos volumes totais (PRECTOT, RX5day, R10mm e R20mm), observa-se uma sutil oscilação nas taxas anuais. Contudo, nenhuma dessas tendências atinge significância estatística ao nível de 5% (p-valor > 0,05), o que sugere uma forte variabilidade interanual na bacia do riacho Jatobá, sem a definição de um padrão linear dominante de acréscimo ou decréscimo volumétrico no recorte temporal avaliado.

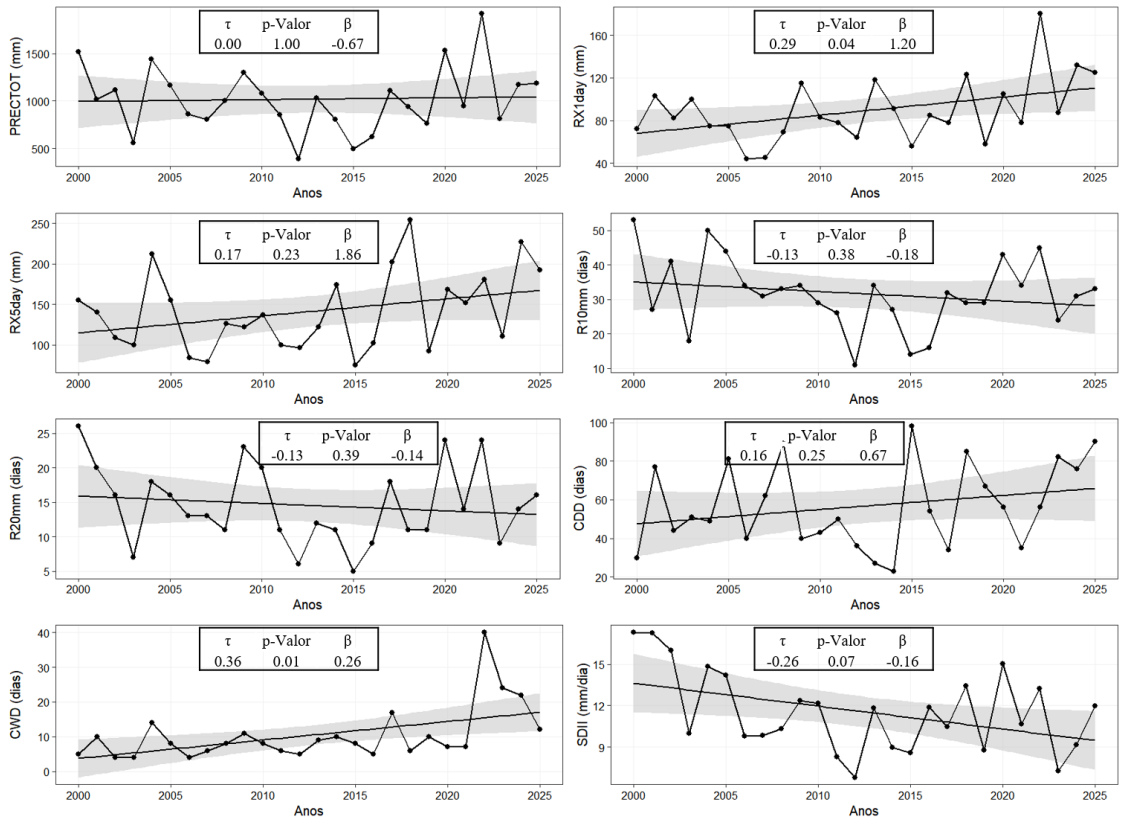


Figura 4. Índices de extremos climáticos relacionados à precipitação (ETCCDI) no período entre 2000 e 2025, na bacia do riacho Jatobá, onde PRECTOT – precipitação total anual acumulada, RX1day – precipitação máxima em 1 dia, RX5day – precipitação máxima em 5 dias, R10mm – número de dias com precipitação ≥ 10 mm, R20mm – número de

dias com precipitação ≥ 20 mm, CDD – dias secos consecutivos, CWD – dias chuvosos consecutivos, e SDII – índice de intensidade simples

Entretanto, o índice RX1day, que representa a precipitação máxima diária anual, apresentou uma tendência de aumento estatisticamente significativa (p-valor < 0,05; τ = 0,29), indicando que embora o acumulado hídrico anual permaneça estável, a bacia do riacho Jatobá tem enfrentado com mais frequência episódios de chuvas mais intensas e concentradas ao longo da série histórica. De acordo com o estimador de declive de Sen, há um acréscimo de magnitude de β= 1,20 mm por ano para esse limiar de extremo.

Conjuntamente, o aumento de CWD e a redução de SDII indicam que, embora o volume total anual permaneça estatisticamente estável, a precipitação tendeu a se distribuir de forma mais diluída em períodos chuvosos contínuos, reduzindo a intensidade concentrada por dia de chuva na série histórica recente.

Modificações expressivas foram identificadas na estrutura do período chuvoso, onde o índice CWD apresentou tendência de aumento significativa (τ = 0,36, p-valor = 0,01, β = 0,26), indicando um aumento de dias úmidos consecutivos. Em contrapartida, o índice de intensidade diária (SDII) tendeu a diminuir ao longo da série histórica (τ = -0,26, β = -0,16), aproximando-se do valor de significância estatística (p-valor = 0, 07). Esta dinâmica simultânea sugere que, embora o volume total anual permaneça estável, a precipitação na bacia está se redistribuindo. O índice CCD (dias secos consecutivos) demonstrou um cenário de estabilidade estatística, indicando que a extensão da estação seca principal permanece severa e persistente, com média de 57 dias consecutivos sem chuva. A Figura 5 apresenta o comportamento do CDD de forma mensal ao longo dos 26 anos.

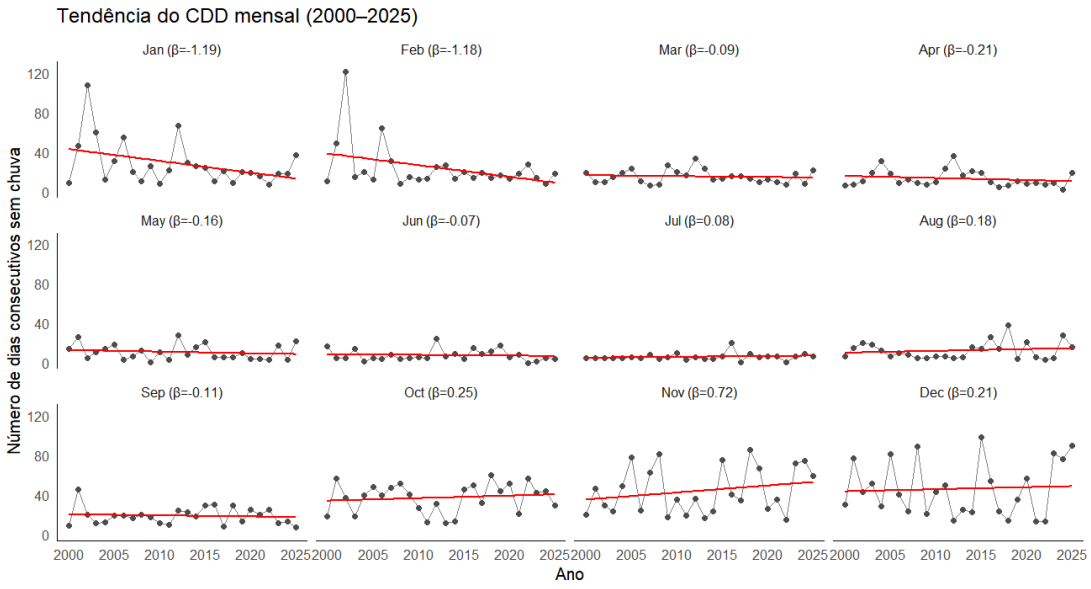


Figura 5. Dias secos consecutivos mensais no período entre 2000 e 2025 na bacia experimental do riacho Jatobá

Com base na Figura 5 pode-se observar que os meses de janeiro e fevereiro apresentam uma redução do coeficiente angular mais expressiva (aproximadamente -1,2 dias/ano) de dias consecutivos de secos. Nota-se também que de maio a agosto (período chuvoso na bacia) existe uma estabilidade do CDD, o que implica em um sendo este o período mais seguro para o plantio. De setembro a dezembro destaca-se que esses meses não apresentam coeficiente angular favorável para redução do CDD, e quando combinados com a seca intensa desse período, se torna o período mais crítico e com maior risco no estabelecimento de culturas.

CONCLUSÃO

Destaca-se que a série monitorada por meio da pluviometria social é consistente com as outras estações pluviométricas automáticas na bacia. Dessa forma, o monitoramento pluviométrico participativo realizado pelos agricultores desde os anos 2000 forneceu uma base sólida de dados diários para análises hidrológicas e estatísticas.

O SPI-6 evidenciou a recorrência de secas na bacia experimental do riacho Jatobá, com intervalos curtos entre eventos, indicando alta variabilidade e episódios frequentes de seca extrema, entre eles no período entre 2012 e 2019 o que causou impactos na dinâmica da umidade do solo e na cobertura vegetal da bacia. O SPI-12 também identificou o período de 2012 a 2017 como de seca extrema prolongada, enfatizando o elevado déficit hídrico enfrentado por essa região.

Além disso, a bacia do riacho Jatobá apresenta estabilidade nos volumes totais de precipitação, mas com mudanças na estrutura dos eventos chuvosos. Destaca-se o aumento significativo de chuvas intensas em um único dia (RX1day) e de períodos úmidos consecutivos (CWD), acompanhado pela redução da intensidade média diária (SDII). Isso revela uma redistribuição da chuva, mais diluída no tempo, mas com episódios extremos mais frequentes.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, C.W.L.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; MONTENEGRO, A.A.A.; LIMA, J.R.S. (2018). "*Análise de consistência de dados de precipitação na bacia hidrográfica do rio Mundaú, Nordeste do Brasil*" in Anais do 14. Simpósio De Recursos Hídricos Do Nordeste, Aracaju, Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRHidro), pp. 1-8.

ANDRADE, L.C.L. (2023). "*Abordagem de monitoramento hidrológico participativo nas UGRHIs 20 e 21 em pequenos núcleos rurais no município de Parapuã SP*". Universidade Estadual Paulista (Unesp), [Internet].

BARBOSA JÚNIOR, A.R. (2015). *Elementos de Hidrologia Aplicada*. UFOP Ouro Preto-MG.

CHAGAS, A. M. S.; MONTENEGRO, A. A. A.; FARIAS, C. W. L. A.; LIMA, J. L. M. P.; ALMEIDA, T. A. B.; SILVA, M. V.; SOUSA, L. B.; SILVA, J. L. B. (2026). "*Coupling hydrological modelling and remote sensing for soil moisture assessment in an experimental Brazilian semi-arid catchment*". Hydrological Sciences Journal (Online ahead of print), pp. 1–21.

CHAGAS, A. M. S.; MONTENEGRO, A.A.A.; ALMEIDA, T.A.B. (2020). *"Caracterização dos padrões de chuva na Bacia do Riacho do Jatobá, semiárido pernambucano"* in Anais do XV Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, ONLINE, Nov. 2020, pp. 1-10.
JIANQING, Y.; NING, D.; MENGYING, W.; GUANGSHENG, W. (2016). "*A tentative discussion on the monitoring of water resources in China*" in Proceedings of IAHS 374, pp. 85–91.
MAGALHÃES, P.L.; MONTENEGRO, A.A.A.; ANDRADE, C.W.L.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; FONTES JÚNIOR, R.V.D.P. (2018). "*Hydrological modeling of an experimental basin in the semiarid region of the Brazilian State of Pernambuco*". Rev. Ambiente Água 13(e2204), pp. 1-15.
MARENGO, J.A.; ET AL. (2020). "*Assessing drought in the drylands of northeast Brazil under regional warming exceeding 4°C*". Natural Hazards 103(2), pp. 2589–2611.
McKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. (1993). "*The relationship of drought frequency and duration to time scales*" in Anais do 8th Conference on Applied Climatology, Boston, American Meteorological Society, pp. 179-184.
MELLO, C.R.; SILVA, A.M. (2013). "*Hidrologia: Princípios e aplicações em sistemas agrícolas*." Lavras: Ed. Ufla, 455 p.
MELO, D. C. D.; ANACHE, J. A. A.; ALMEIDA, C. N.; ET AL. (2020). "*The big picture of field hydrology studies in Brazil*". Hydrological Sciences Journal 65(8), pp. 1262–1280.
MONTENEGRO, A. A. A.; RAGAB, R. (2010). "*Hydrological response of a Brazilian semi-arid catchment to different land use and climate change scenarios: a modelling study*". Hydrological Processes 24(19), pp. 2705–2723.
OLIVEIRA, L.F.C.; FIOREZE, A.P.; MEDEIROS, A.M.M.; SILVA, M.A.S. (2008). "*Comparação de metodologias de preenchimento de falhas de séries históricas de precipitação pluvial anual*". Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 14(11), pp. 1186-1192.
SANTOS ARAUJO, D. C.; BANDEIRA RODRIGUES, A.; MENEZES DE FARIAS, V. E. (2025). "*HidroTools - Integrated Tools for Hydroclimatic Data Analysis*" v1.3. Zenodo.