

## XV Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe

### **EXTREMOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITAÇÃO: UMA ANÁLISE DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TENDÊNCIAS EM SERGIPE, BRASIL**

Josielton da Silva Santos<sup>1</sup>

**RESUMO:** *As mudanças climáticas estão ocasionando aumento na frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, promovendo impactos socioambientais. Neste artigo, apresenta-se uma análise dos extremos climáticos de precipitação em Sergipe, Brasil. Seis índices foram analisados em relação à distribuição espacial e tendências a partir de uma série temporal de 1990 a 2019. Os resultados indicam que há a uma diminuição da precipitação total no Agreste Central, resultando em eventos mais prolongados e recorrentes de seca. O Alto Sertão, por sua vez, apresenta maior variabilidade climática, com períodos mais longos e frequentes de dias secos, mas também aumento na intensidade e frequência de chuvas intensas. Na região central do Centro Sul Sergipano e no litoral Sul, há maior volume de chuvas, positivo para a agricultura, mas também pode levar às ocasiões de chuvas extremas. Na Grande Aracaju, as chuvas intensas podem causar problemas de enchentes em áreas urbanas. A demanda crescente por água e a diminuição da qualidade dos recursos hídricos, causada pelos eventos extremos, podem agravar os impactos na região. Medidas de gestão e conservação de recursos hídricos são necessárias para garantir a sustentabilidade.*

**Palavras-chave:** Mudanças Climáticas, impactos

### **INTRODUÇÃO**

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC 2021), as mudanças climáticas detectadas em diversas partes do mundo estão ocasionando o aumento na frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, como ondas de calor, chuvas intensas e secas prolongadas.

Com as mudanças climáticas em curso, Luiz-Silva et al. (2022) afirmam que informações sobre o clima têm se tornado cada vez mais importantes para a comunidade científica, tomadores de decisão e a sociedade em geral. Estudos climáticos que avaliam a frequência e a intensidade de eventos extremos de precipitação em uma área são cruciais para orientar ações preventivas e mitigadoras dos impactos desses eventos.

Os extremos climáticos, de acordo com Avila-Diaz et al. (2020), promovem impactos regionais. Além do aumento da seca que implica em danos para a agricultura, saúde humana e a economia, também aumentam o risco de inundações e deslizamentos de terra em áreas densamente povoadas e economicamente suscetíveis do Brasil.

Durante os anos de 2020 e 2021, constatou-se que a Defesa Civil Estadual de Sergipe, no mesmo lapso temporal, expediu decretos de situação de emergência em relação a ocorrências extremas associadas a precipitações pluviais intensas e a estiagens ou secas em um mesmo município, (SUPDEC, 2023). É patente que cenários desta natureza denotam um eventual percalço concernente à alocação temporal deficiente das chuvas.

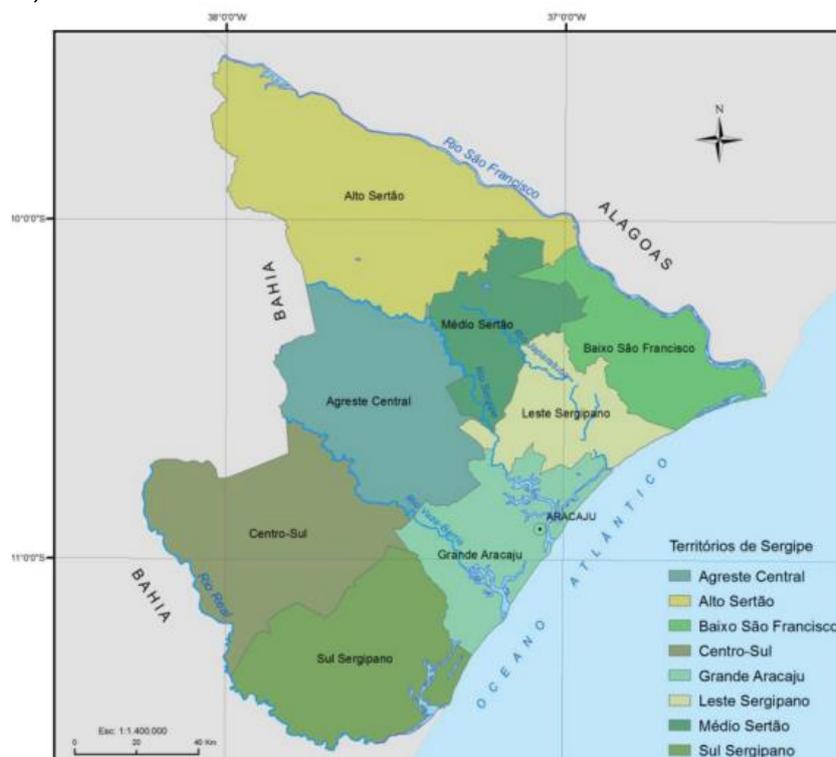
Estudos sobre a distribuição espacial de extremos climáticos são importantes para orientar o planejamento e a gestão de recursos hídricos. Neste artigo, apresenta-se uma análise dos extremos climáticos de precipitação no Estado de Sergipe, Brasil, incluindo sua distribuição espacial e os impactos ambientais associados.

<sup>1</sup> Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Meteorologia Aplicada, Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário, CEP: 36570-900, Viçosa/MG, josielton.santos@ufv.br ([apresentador do trabalho](mailto:josielton.santos@ufv.br));

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

Sergipe é um estado localizado na região Nordeste do Brasil, com uma área de 21.918,44 km<sup>2</sup> e uma população estimada em 2.288.116 habitantes (SEPLAG, 2018). É conhecido por ser o menor estado da federação e está situado entre os paralelos 9°31'S e 11°33'S e os meridianos 36°25'W e 38°14'W. Para fins de planejamento seus municípios foram agrupados em oito territórios (Diniz et al., 2014) (Figura 1).



**Figura 1.** Divisão do Estado de Sergipe em territórios de planejamento (DINIZ et al., 2014).

Os oito grandes territórios são: Agreste Central, Alto Sertão, Baixo São Francisco, Centro Sul, Grande Aracaju, Leste Sergipano, Médio Sertão e Sul Sergipano. A localização geográfica foi utilizada na discussão dos resultados desse estudo.

### Conjunto de dados

Para este estudo utilizou-se um conjunto de dados meteorológicos de alta qualidade para o Brasil, denominado *Brazilian Daily Weather Gridded Data* (BR-DWGD) (Xavier et al., 2022), trata-se de dados meteorológicos diários e mensais em grade, variando de 1º de janeiro de 1961 a 31 de julho de 2020, com uma resolução espacial de 0,1º x 0,1º. Esses dados foram gerados a partir de seis métodos de interpolação diferentes, usando dados de estações meteorológicas e pluviométricas (Xavier et al., 2016). Esses dados estão sendo amplamente utilizados em estudos climáticos em áreas do Brasil (Andrade et al., 2022, Tomasella et al., 2022).

No presente trabalho utilizou-se a série de precipitação diária em um recorte temporal de 1º de janeiro de 1990 a 31 de dezembro de 2019 dentro das limitações espaciais da área de estudo.

## Índices Climáticos Extremos

A ocorrência dos eventos climáticos extremos tem impactos significativos na natureza e sociedade. Para identificar tendências nesses eventos, foram criados pelo Grupo de Especialistas em Detecção e Índices de Mudanças Climáticas (ETCCDI) da Comissão de Climatologia (CCI) da Organização Meteorológica Mundial (OMM) 27 indicadores baseados em dados diários de temperatura máxima, mínima e precipitação (Karl et al., 1999; Frich et al., 2002). Neste trabalho, foram escolhidos oito indicadores apresentados na Tabela 1 para análise de extremos de precipitação em frequência anual, os quais foram gerados através da biblioteca *xclim* (Logan et. Al., 2023) do *Python*.

**Tabela 1.** Índices climáticos extremos de precipitação.

	Índice	Definição	Unidade
1	PRCPTOT	Precipitação total	mm
2	SDII	Intensidade diária nos dias úmidos	mm/dia
3	RX1DAY	Precipitação máxima em um dia	mm
4	RX5DAYS	Precipitação máxima em cinco dias	mm
5	CWD	Dias úmidos consecutivos	dias
6	CDD	Dias secos consecutivos	dias

Foram considerados como dias úmidos aqueles com precipitação diária igual ou acima de 1mm, os dias secos foram aqueles com precipitação diária menor que 1mm.

## Tendências

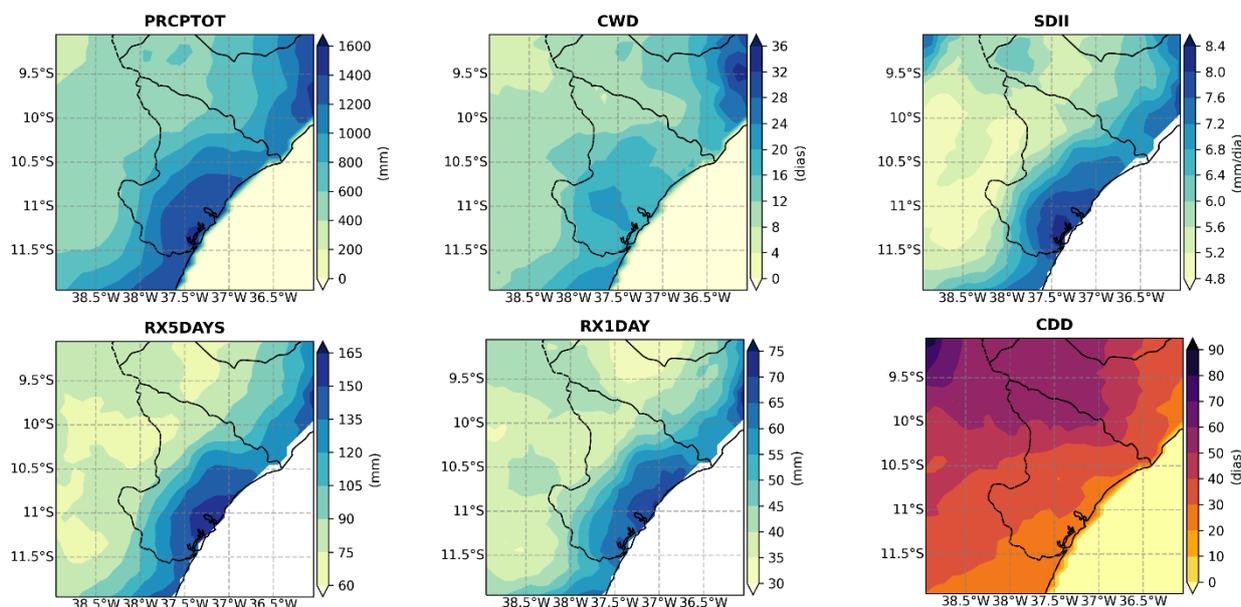
Foram usados os testes de Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1955) e a inclinação de Sen (Sen, 1968; Theil, 1992), para explorar as tendências. O teste não paramétrico de Mann-Kendall é usado para avaliar se há tendências estatisticamente significativas em uma série temporal. Esse teste considera a hipótese nula de que não há tendências crescentes ou decrescentes. Ele não assume que os dados pertencem a uma distribuição específica e é usado com um nível de confiança de 95%, o que significa que a chance de erro é de 5%. Este é o método mais adequado para análise de tendências em séries temporais climatológicas (Machiwal and Jha, 2008; Some'e et al., 2013). Já o teste de curvatura de Sen é usado para analisar a magnitude das tendências e também é um método não paramétrico que pressupõe uma tendência linear nos dados da série.

O teste de curvatura de Sen é mais realista e preciso do que uma simples regressão linear, pois é insensível a valores discrepantes e informações ausentes. O teste de Mann-Kendall e o teste de curvatura de Sen são amplamente utilizados em outros estudos para detectar tendências em séries temporais de variáveis climáticas (Oliveira et al., 2017; Luiz-Silva et al., 2018)

Para realizar os testes Mann-Kendall e Sen's slope, foi utilizada a biblioteca *PyMannKendall*, disponível para a linguagem Python. Essa biblioteca permite a aplicação dos testes de forma simples e eficiente, automatizando a análise e fornecendo resultados estatísticos relevantes, como a tendência e a magnitude dos dados analisados (HUSSAIN; MAHMUD, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta a distribuição espacial de oito índices extremos climáticos ao longo do estado de Sergipe.



**Figura 2.** Média anual de índices extremos climáticos de precipitação para o Estado de Sergipe.

Observa-se na Figura 2 que os índices PRCPTOT (Precipitação Total) e RX5DAYS (Máxima Precipitação em Cinco Dias) apresentam uma distribuição heterogênea, com valores variando de acordo com a localização geográfica. Há uma característica decrescente nesses índices no sentido sudeste para noroeste, com médias anuais variando de 600mm a 1400mm (PRCPTOT), 60mm a 165mm (RX5DAYS), destacando-se o litoral sul com as maiores médias anuais e o Alto Sertão Sergipano com as menores.

O índice CWD (Dias Úmidos Consecutivos) apresenta uma maior magnitude no centro dos territórios Sul e Centro Sul Sergipanos, onde os valores podem chegar a mais de 20 dias de chuva consecutivos, de outro modo, o Alto Sertão Sergipano e o extremo oeste do território do Centro Sul Sergipano mostram-se com no máximo 12 dias consecutivos com chuva ao longo do ano.

Já o índice SDII (Intensidade Diária) apresenta maior magnitude nas áreas litorâneas dos territórios da Grande Aracaju e Sul Sergipano, com valores que podem ultrapassar os 8mm/dia, o extremo oeste do território do Centro Sul Sergipano apresenta o menor índice SDII do estado, de no máximo 4.8mm/dia. O índice RX1DAY (Máxima Precipitação em Um Dia) apresenta os maiores valores na região costeira, com médias anuais que podem ultrapassar os 70mm.

Por fim, o índice CDD (Dias Secos Consecutivos) apresenta maior magnitude no Alto Sertão Sergipano, com valores que podem atingir os 50 dias consecutivos sem chuva. Esse valor decresce no sentido da direção sudeste tendo seus mínimos valores ao longo da costa.

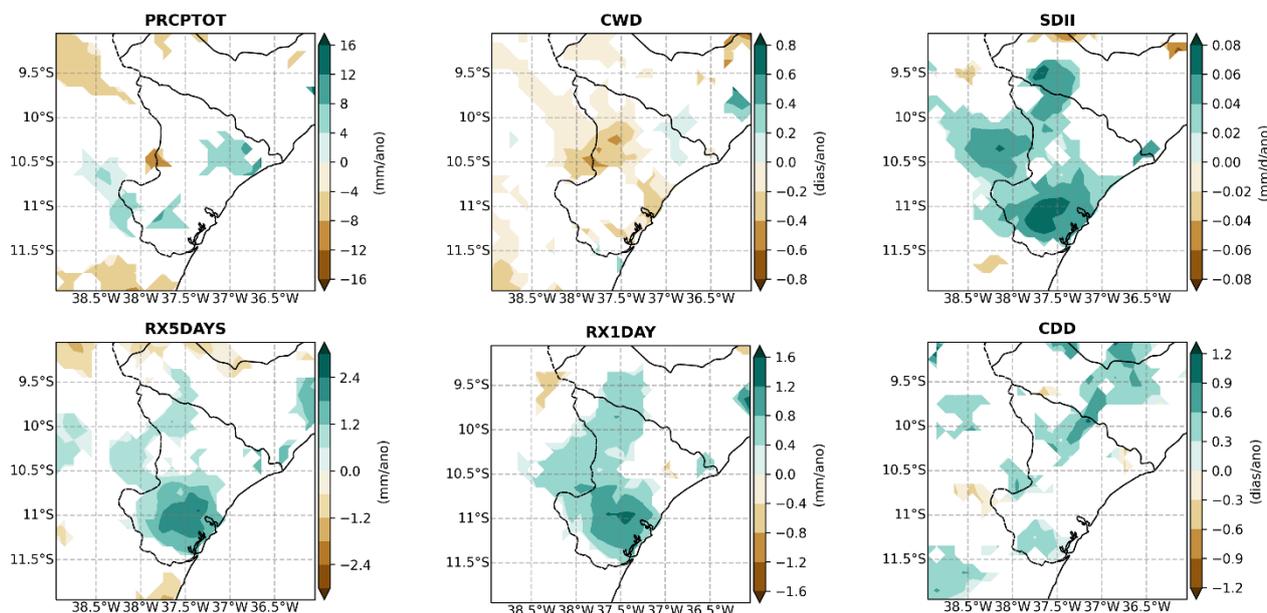
O comportamento combinado destes índices em uma determinada área pode apontar quais os maiores riscos e possíveis impactos decorrentes de eventos extremos. O território do Alto Sertão Sergipano mostrou-se com um número elevado de CDD, o que pode causar problemas frequentes de seca e estiagem, entretanto, a parte norte do território apresenta valores maiores de RX1DAY e SDII em comparação com boa parte do território do Agreste Central e o extremo oeste do território do Centro Sul Sergipano, indicando que apesar dos valores mínimos de PRCPTOT e CWD, estes

índices apontam para a possibilidade maior de ocorrência de eventos extremos de precipitação em um dia em relação às outras regiões do Estado, uma vez que após um período prolongado de estiagem, o solo tende a estar mais seco e a chuva intensa pode levar à ocorrência de enxurradas e inundações.

O fato de os índices PRCPTOT, SDII e RX5DAYS serem máximos para a região central do território Centro Sul Sergipano e para o litoral Sul pode indicar benefícios para a agricultura, pois essa região pode ter uma disponibilidade maior de água para a produção de culturas agrícolas irrigada. No entanto, também é importante considerar os possíveis efeitos negativos do excesso de chuva, pois essa região do estado mostra-se mais propensa a eventos extremos derivados de chuvas intensas, como enchentes e deslizamentos de terra, devido ao maior volume de chuvas. Além disso, pode haver a erosão do solo e a contaminação de corpos d'água por escoamento de agrotóxicos e outros poluentes agrícolas.

A alta intensidade diária de precipitação (SDII) e a máxima precipitação em um dia (RX1DAY) no território da Grande Aracaju podem causar problemas de enchentes e alagamentos, especialmente em áreas urbanas densamente habitadas. As características locais de pavimentação e o desenvolvimento urbano reduzem a capacidade do solo de absorver água, aumentando o risco de enchentes. Além disso, as chuvas intensas podem causar problemas no sistema de drenagem urbana, levando a inundações em áreas baixas e danos à infraestrutura. Portanto, é importante que medidas sejam tomadas para minimizar esses impactos, como a implementação de sistemas de drenagem eficientes e o planejamento urbano adequado.

No contexto apresentado na Figura 3, cada mapa contém a tendência e magnitude do índice extremo correspondente nas regiões onde a significância mínima de 95% foi atendida. A identificação de tendências significativas é importante para avaliar o impacto das mudanças e variabilidades climáticas em um determinado local.



**Figura 3.** Tendências significativas de índices climáticos de precipitação para o Estado de Sergipe.

Observa-se na Figura 3 tendências de aumento no índice PRCPTOT em alguns territórios sergipanos, como Baixo São Francisco, Leste, Sul e Centro Sul (4mm/ano), enquanto há uma diminuição da precipitação total no Agreste Central (-8mm/ano). As tendências dos índices SDII,



RX1DAY e RX5DAYS apresentam comportamentos semelhantes entre si, com aumento em áreas de todos os territórios sergipanos. Essas tendências são mais acentuadas na região central do território Centro Sul Sergipano e no litoral Sul do Estado (0,04mm/dia/ano, 1,2dias/ano e 1,8dias/ano para SDII, RX1DAY e RX5DAYS, respectivamente). Além disso, o índice SDII mostra uma tendência acentuada de aumento da intensidade diária de precipitação também para o território do Alto Sertão Sergipano (0,04mm/dia/ano).

O índice CWD apresenta tendências de diminuição dos dias úmidos consecutivos em áreas dos territórios da Grande Aracaju, Alto Sertão, Médio Sertão Agreste Central e Sul Sergipanos, sendo mais evidente no Agreste Central (-0,6dias/ano), com indícios de aumento apenas no território do Baixo São Francisco. Por outro lado, as tendências do índice CDD indicam aumento dos dias secos consecutivos nos territórios do Alto Sertão, Médio Sertão, Agreste Central, Sul e Centro Sul Sergipanos, sendo mais evidente no Agreste Central e Alto Sertão (0,6dias/ano), com indícios de redução apenas no território do Baixo São Francisco.

A interação entre essas tendências em uma região específica pode indicar quais são os principais perigos e potenciais efeitos causados por eventos climáticos extremos. As tendências de diminuição nos índices PRCPTOT e CWD no território do Agreste Central indicam uma possível redução na quantidade e na distribuição de chuvas nessa área. Isso pode indicar uma maior frequência e duração de períodos de estiagem e seca na região, o que pode acarretar redução de água para diversos usos como agrícola, industrial e humano em situações mais severas. É importante que medidas de conservação e de gestão de recursos hídricos sejam adotadas para mitigar os impactos das mudanças climáticas e garantir a sustentabilidade do território.

As tendências de aumento para os índices SDII, RX1DAY e RX5DAYS na região central do território Centro Sul Sergipano e o litoral Sul do Estado podem indicar um aumento na frequência e intensidade de eventos extremos de precipitação. Isso pode resultar em diminuição na qualidade da água e aumentar os casos de deslizamentos, erosão de estradas e de solo, afetando assim a qualidade e a disponibilidade de recursos hídricos na região, bem como maiores danos em infraestrutura. Por outro lado, com o aumento de PRCPTOT na região central do território Centro Sul Sergipano pode ter um efeito benéfico em alguns aspectos, como no aumento da disponibilidade de água para irrigação e uso doméstico.

As tendências de aumento para os índices SDII e RX1DAY e de diminuição para o índice CWD na região da Grande Aracaju podem ter consequências importantes para os recursos hídricos, infraestrutura e o meio ambiente da área. O aumento do SDII indica que há uma maior intensidade de precipitação em dias chuvosos e o aumento do RX1DAY junto com a diminuição de CWD indica um maior risco de eventos de precipitação intensa em curtos períodos, o que pode agravar ainda mais os impactos das enchentes. Esses impactos podem ser agravados pela urbanização e pela crescente demanda por água na área metropolitana, o que pode levar a conflitos pelo uso da água entre diferentes setores e grupos da sociedade.

Em relação ao território do Alto Sertão Sergipano, o aumento observado no índice CDD e a diminuição do índice CWD indicam que a região está enfrentando períodos mais longos e frequentes de estiagem e uma redução na duração dos eventos de chuva, o que pode levar a condições mais frequentes de estiagem e de seca, bem como afetar a produção agrícola e a disponibilidade de água para consumo humano e animal. O aumento no índice SDII e RX1DAY indica que a intensidade e frequência das chuvas intensas aumentaram, o que pode resultar em enchentes e inundações que podem causar danos materiais e humanos significativos. Essas tendências apontam para uma maior variabilidade climática no território do Alto Sertão Sergipano, na medida que não há tendências significativas para PRCPTOT, ou seja, não há mudanças no volume total de chuvas, mas sim em sua distribuição temporal, o que pode ter impactos expressivos nos recursos hídricos e no meio ambiente local.



## CONCLUSÕES

As ferramentas de *Python* são importantes para análises de índices climáticos, pois permitem a automatização de tarefas repetitivas e a manipulação de grandes conjuntos de dados, além de possuírem bibliotecas especializadas para estatística e visualização de dados. Com a utilização de *Python*, é possível obter resultados mais precisos e eficientes em estudos climáticos.

As tendências de diminuição nos índices extremos de chuva no território do Agreste Central Sergipano podem levar a eventos mais prolongados e recorrentes de estiagem e seca. Já o território do Alto Sertão Sergipano enfrenta uma maior variabilidade climática, com períodos mais longos e frequentes de dias secos e redução na duração dos eventos de chuva, isso também pode causar eventos de estiagem e seca. Além disso, para o Alto Sertão, há um aumento na intensidade e frequência das chuvas intensas, o que pode resultar em enchentes e inundações.

A região central do território Centro Sul Sergipano e litoral Sul apresentam maior volume de chuvas, o que pode ser positivo para a agricultura irrigada. No entanto, o excesso de chuvas pode levar a eventos extremos como enchentes, deslizamentos de terra e erosão do solo, afetando a qualidade e disponibilidade de recursos hídricos na região e danificando a infraestrutura.

As chuvas intensas detectadas no território da Grande Aracaju podem causar problemas de enchentes e alagamentos em áreas urbanas. A urbanização reduz a capacidade do solo de absorver água, aumentando os impactos em áreas baixas e com sistemas de drenagem insuficientes.

Secas e estiagens podem afetar a disponibilidade de água para usos diversos, incluindo agrícola, industrial e humano, enquanto as chuvas intensas podem causar danos à infraestrutura e contaminação de corpos d'água com o escoamento de poluentes. Esses impactos podem ser agravados pela crescente demanda por água e pela diminuição na qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos devido ao aumento na frequência e intensidade dos eventos extremos. Por isso, é importante adotar medidas de conservação e gestão de recursos hídricos para mitigar esses impactos e garantir a sustentabilidade no Estado.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, João Maria de et al. A comprehensive assessment of precipitation products: temporal and spatial analyses over terrestrial biomes in northeastern Brazil. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, [S.L.], v. 28, p. 100842, nov. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100842>.

AVILA-DIAZ, Alvaro et al. Assessing current and future trends of climate extremes across Brazil based on reanalyses and earth system model projections. *Climate Dynamics*, [S.L.], v. 55, n. 5-6, p. 1403-1426, 15 jul. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00382-020-05333-z>.

DINIZ, Marco Túlio Mendonça et al. SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUANTES E DIVERSIDADE PLUVIOMÉTRICA EM SERGIPE. *Boletim Goiano de Geografia*, [S.L.], v. 34, n. 1, p. 17-34, 5 abr. 2014. Universidade Federal de Goiás. <http://dx.doi.org/10.5216/bgg.v34i1.29313>.

FRICH, P et al. Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Climate Research*, [S.L.], v. 19, p. 193-212, 2002. Inter-Research Science Center. <http://dx.doi.org/10.3354/cr019193>.

HUSSAIN, Md.; MAHMUD, Ishtiak. PyMannKendall: a python package for non parametric mann kendall family of trend tests.. *Journal Of Open Source Software*, [S.L.], v. 4, n. 39, p. 1556, 25 jul. 2019. The Open Journal. <http://dx.doi.org/10.21105/joss.01556>.

IPCC – intergovernmental panel on climate change (2021) *Climate change 2021: the physical science basis*. In: Contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge

Karl, T.R., Nicholls, N. & Ghazi, A. Clivar/GCOS/WMO Workshop on Indices and Indicators for Climate Extremes Workshop Summary. *Climatic Change* 42, 3–7 (1999). <https://doi.org/10.1023/A:1005491526870>



KENDALL, Maurice George. Rank correlation methods. 1948.

LOGAN, Travis et al. (2023). Ouranosinc/xclim: v0.40.0 (v0.40.0). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7535677>

LUIZ-SILVA, Wanderson et al. Climatological and hydrological patterns and verified trends in precipitation and streamflow in the basins of Brazilian hydroelectric plants. *Theoretical And Applied Climatology*, [S.L.], v. 137, n. 1-2, p. 353-371, 23 ago. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00704-018-2600-8>.

LUIZ-SILVA, Wanderson et al. Climate extremes related with rainfall in the State of Rio de Janeiro, Brazil: a review of climatological characteristics and recorded trends. *Natural Hazards*, [S.L.], v. 114, n. 1, p. 713-732, 6 jun. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11069-022-05409-5>.

MACHIWAL, Deepesh; JHA, Madan K.. Comparative evaluation of statistical tests for time series analysis: application to hydrological time series / evaluation comparative de tests statistiques pour l'analyse de séries temporelles. *Hydrological Sciences Journal*, [S.L.], v. 53, n. 2, p. 353-366, abr. 2008. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1623/hysj.53.2.353>.

MANN, Henry B.. Nonparametric Tests Against Trend. *Econometrica*, [S.L.], v. 13, n. 3, p. 245, jul. 1945. JSTOR. <http://dx.doi.org/10.2307/1907187>.

OLIVEIRA, P. T.; SILVA, C. M. S.; LIMA, K. C.. Climatology and trend analysis of extreme precipitation in subregions of Northeast Brazil. *Theoretical and Applied Climatology*, [s.l.], v. 130, n. 1-2, p. 77-90, 16 jul. 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00704-016-1865-z>. <http://dx.doi.org/10.1007/s00704-016-1865-z>.

SEN, Pranab Kumar. Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau. *Journal Of The American Statistical Association*, [S.L.], v. 63, n. 324, p. 1379-1389, dez. 1968. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/01621459.1968.10480934>.

SEPLAG - SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. Geografia de Sergipe. SEPLAG, 2018. Disponível em: <<http://observatorio.se.gov.br/geografia-e-cartografia/publicacoes-de-geografia-e-cartografia/geografia-de-sergipe>>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2023.

SHIFTEH SOME'E, B.; EZANI, Azadeh; TABARI, Hossein. Spatiotemporal trends of aridity index in arid and semi-arid regions of Iran. *Theoretical and applied climatology*, v. 111, p. 149-160, 2013.

SUPDEC - Superintendência Estadual De Proteção E Defesa Civil. Situação de emergência 2023. 2023. Disponível em: <<https://defesacivil.se.gov.br/situacao-de-emergencia/>>. Acesso em: 24 fev. 2023.

THEIL, Henri. A Rank-Invariant Method of Linear and Polynomial Regression Analysis. *Advanced Studies In Theoretical And Applied Econometrics*, [S.L.], p. 345-381, 1992. Springer Netherlands. [http://dx.doi.org/10.1007/978-94-011-2546-8\\_20](http://dx.doi.org/10.1007/978-94-011-2546-8_20).

Tomasella, J., Cunha, A.P.M.A., Simões, P.A. et al. Assessment of trends, variability and impacts of droughts across Brazil over the period 1980–2019. *Nat Hazards* (2022). <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05759-0>

XAVIER, Alexandre C. et al. Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980-2013). *International Journal Of Climatology*, [S.L.], v. 36, n. 6, p. 2644-2659, 8 out. 2015. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/joc.4518>.

XAVIER, Alexandre C. et al. New improved Brazilian daily weather gridded data (1961–2020). *International Journal Of Climatology*, [S.L.], v. 42, n. 16, p. 8390-8404, jun. 2022. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/joc.7731>.