

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

DIAGNÓSTICO HIDROCLIMÁTICO E PLANEJAMENTO SUSTENTÁVEL: O POTENCIAL DAS SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA EM ARACAJU/SE

Karla Fabiany Santana Passos¹; Vânia Elisabete Schneider²; Ludmilson Abritta Mendes³; Ariovaldo Antonio Tadeu Lucas⁴; Marcus Aurélio Soares Cruz⁵

Abstract: Accelerated urbanization in Aracaju, Sergipe (Brazil), has led to significant changes in land use and occupation, intensifying environmental conflicts and directly impacting water resources. In this context, the present study analyzed the climatic variability of the Sergipe state capital through the Climatic Water Balance (CWB), aiming to assess the potential of Nature-Based Solutions (NbS) as sustainable urban planning strategies. Historical data from 2015 to 2024 were used, obtained from the National Institute of Meteorology (INMET), based on the method of Thornthwaite & Mather (1955). The analysis indicated a predominantly negative water balance, with a total water deficit (DEF) of 639.3 mm and a surplus (EXC) of only 153.6 mm, highlighting high potential evapotranspiration ($PET = 1,689.21$ mm) compared to precipitation ($P = 1,203.4$ mm). The water deficit was concentrated mainly from January to April and from August to December, while the months from May to July showed greater potential for water surplus capture and soil infiltration. The results highlight the need for strategies that promote water retention and groundwater recharge, integrating hydrological knowledge into urban planning. NbS thus emerge as viable alternatives to mitigate the effects of soil sealing and to strengthen hydrological resilience. It is concluded that the CWB is an essential tool to support public policies aimed at integrated urban water management, fostering cities that are more adaptable to climate change.

Resumo: A urbanização acelerada em Aracaju/SE tem provocado significativas transformações no uso e ocupação do solo, intensificando os conflitos ambientais e afetando diretamente os recursos hídricos. Neste contexto, o presente estudo analisou a variabilidade climática da capital sergipana por meio do Balanço Hídrico Climatológico (BHC), com o objetivo de avaliar o potencial das Soluções Baseadas na Natureza (SbN) como estratégias sustentáveis de planejamento urbano. Foram utilizados dados da série histórica de 2015 a 2024, obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), com base no método de Thornthwaite & Mather (1955). A análise indicou um balanço

- 1) Afiliação: Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Sergipe, Cidade Universitária Prof. "José Aloísio de Campos" Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze 49.100-000 / São Cristóvão-SE, Telefone: (79) 99911-9898, karla.engseg@gmail.com.
- 2) Afiliação: Professora do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Sergipe, Cidade Universitária Prof. "José Aloísio de Campos" Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze 49.100-000 / São Cristóvão-SE, Telefone: (54) 98166-0614, veschnei@ucs.br.
- 3) Afiliação: Professor do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Sergipe, Cidade Universitária Prof. "José Aloísio de Campos" Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze 49.100-000 / São Cristóvão-SE, Telefone: (79) 99191-0409, lamendes@academico.ufs.br.
- 4) Afiliação: Professor do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Sergipe, Cidade Universitária Prof. "José Aloísio de Campos" Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze 49.100-000 / São Cristóvão-SE, Telefone: (79) 99155-1776, aatlucas@academico.ufs.br.
- 5) Afiliação: Professor do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Sergipe, Cidade Universitária Prof. "José Aloísio de Campos" Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze 49.100-000 / São Cristóvão-SE, Telefone: (79) 98852-3212, marcusascruz@gmail.com.

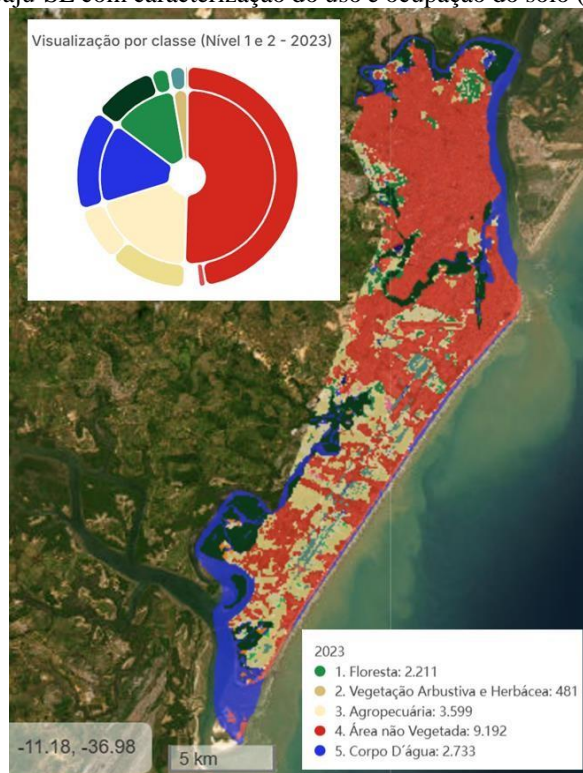
hídrico predominantemente negativo, com déficit hídrico (DEF) total de 639,3 mm e excedente (EXC) de apenas 153,6 mm, evidenciando elevada evapotranspiração potencial ($ETP = 1.689,21$ mm) em relação à precipitação ($P = 1.203,4$ mm). O déficit hídrico se concentrou principalmente nos meses de janeiro a abril e de agosto a dezembro, enquanto os meses de maio a julho apresentaram maior potencial para captação e infiltração da água excedente. Os resultados revelam a necessidade de estratégias que promovam a retenção e recarga hídrica no solo, integrando o conhecimento hidrológico ao planejamento urbano. As SbN emergem, assim, como alternativas viáveis para mitigar os efeitos da impermeabilização e reforçar a resiliência hídrica. Conclui-se que o BHC é uma ferramenta essencial para subsidiar políticas públicas voltadas à gestão integrada das águas urbanas, promovendo cidades mais adaptáveis às mudanças climáticas.

Palavras-Chave – Balanço Hídrico Climatológico; Soluções Baseadas na Natureza; Planejamento Urbano Sustentável.

INTRODUÇÃO

A cidade de Aracaju tem passado por intensas transformações físicas, territoriais e socioeconômicas, impulsionadas pelo crescimento populacional e pela urbanização acelerada, que promove a ocupação de áreas ambientalmente sensíveis, acirrando conflitos de uso do solo e pressionando os recursos hídricos (Figura 1) (Mota e Souza, 2021; Nascimento e Araujo, 2017, 2018; Castelhamo e Pinto, 2022). A consequente impermeabilização do solo aumenta o risco de inundações e alagamentos, especialmente durante chuvas intensas (Alvares et al., 2013; Guerra et al., 2024), que são comuns no clima tropical úmido da região, caracterizado por pluviosidade anual superior a 1.600 mm e forte influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e dos Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL) (INMET, 2025; Alvares et al., 2013).

Figura 1: Recorte de Aracaju-SE com caracterização do uso e ocupação do solo (MAPBIOMAS, 2023)



As condições climáticas locais, somadas à topografia plana, à deficiência em drenagem urbana e à urbanização crescente, ampliam a ocorrência de eventos hidrológicos extremos e desequilíbrios no ciclo hidrológico (Mota e Souza, 2021), afetando a disponibilidade hídrica, o manejo de águas pluviais e a agricultura urbana e periurbana (Valenzuela et al., 2019). Essa realidade é agravada pela ocupação de áreas frágeis, que intensifica os impactos das enchentes e reforça a urgência de estratégias adaptativas sustentáveis (Duarte et al., 2021; Guerra et al., 2024). Além disso, ainda que menos intensas, secas leves a moderadas ocorrem na capital sergipana, em função das mudanças climáticas e da variabilidade dos padrões pluviométricos influenciados por El Niño e La Niña (Santos et al., 2023a).

Nesse contexto, a falta de planejamento territorial e ambiental reduz a capacidade dos ecossistemas urbanos de manter seus serviços hídricos, resultando em menor recarga de aquíferos, maior escoamento superficial e deterioração da qualidade das águas, sobretudo em áreas de expansão urbana (Fabbro Neto e Souza, 2017; Carmo e Pizela, 2024; Tasca et al., 2018). Diante dessa complexa dinâmica urbana e ambiental, torna-se imprescindível a adoção de estratégias integradas que articulem o uso e ocupação do solo à gestão das águas, promovendo a resiliência urbana frente aos desafios climáticos e hidrológicos (Fabbro Neto e Souza, 2017; Carmo e Pizela, 2024).

Nesse contexto, a aplicação do Balanço Hídrico Climatológico (BHC) surge como uma ferramenta estratégica para diagnosticar a variabilidade da disponibilidade hídrica em áreas urbanas, ao indicar com precisão os períodos de deficiência e excedente hídrico. Ao fornecer subsídios técnicos para o planejamento urbano e ambiental, o BHC contribui diretamente para a mitigação dos impactos decorrentes da urbanização acelerada, marcada por alterações no ciclo hidrológico, como a intensificação do escoamento superficial e a redução da recarga dos aquíferos (Oliveira, 2019; Passos et al., 2017, 2018).

Além disso, estudos como o de Trindade e Sousa (2023) reforçam que a incorporação de dados climáticos e hidrológicos no planejamento de soluções sustentáveis pode favorecer respostas mais eficazes frente à impermeabilização do solo e aos eventos climáticos extremos. A aplicação de Soluções Baseadas na Natureza (SbN), como o aproveitamento da água de chuva por meio de telhados verdes, pode contribuir significativamente para mitigar as consequências desses eventos, ao atuar no controle do escoamento superficial (Santos et al., 2023b).

As SbN têm se destacado como estratégias eficazes para a gestão sustentável dos recursos hídricos, especialmente em áreas urbanas. Nesse sentido, diversos estudiosos — a exemplo de Yu (2021), Ferrans et al. (2022), Sosa et al. (2023) e Fogatti (2023) — vêm consolidando a importância dessas tecnologias como instrumentos de adaptação e mitigação frente às mudanças climáticas, tanto no Brasil quanto em outras partes do mundo.

Para tanto, objetivo central desse estudo pretendeu analisar a série histórica de dados climáticos de Aracaju/SE por meio do Balanço Hídrico Climatológico (BHC) com vistas a corroborar o potencial das Soluções Baseadas na Natureza (SbN) como estratégias para o planejamento urbano sustentável. De forma específica: caracterizar a variabilidade hídrica ao longo da série histórica de 2015 a 2024; identificar os períodos críticos de déficit e excesso hídrico e suas implicações para a gestão urbana; e, relacionar os dados obtidos com o uso potencial de SbN no contexto urbano, considerando práticas sustentáveis de mitigação e adaptação às alterações climáticas.

METODOLOGIA

Elaboração e Análise dos Dados

Para o Balanço Hídrico Climatológico (BHC) de Aracaju, capital de Sergipe, a qual localiza-se à Latitude de -10,9525 e Longitude de -37,0544, com Altitude de 3,68, foram coletados os dados

da série histórica de 2015 a 2014 através da base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que disponibiliza dados diários de precipitação, temperatura média, umidade relativa do ar e radiação solar. Para a análise do BHC, foram utilizados dados mensais de precipitação (P) e temperatura média do ar (T).

A elaboração do balanço hídrico foi realizada com base no método proposto por Thornthwaite & Mather (1955), por meio do programa “BHnorm”, desenvolvido em planilha Microsoft Excel por Rolim et al. (1998), o qual automatiza os cálculos e apresenta os resultados em forma gráfica e tabular. A evapotranspiração potencial (ETP) foi estimada utilizando o método de Thornthwaite (1948), que considera a temperatura média mensal e a latitude local.

A capacidade de água disponível (CAD) no solo foi fixada em 100 mm, valor comumente adotado na maioria dos estudos em áreas urbanas e ausência de informações específicas sobre o tipo de solo. A partir da ETP e da precipitação mensal, o modelo permitiu estimar as variáveis do balanço hídrico, incluindo a evapotranspiração real (ETR), o armazenamento de água no solo (ARM), o excedente hídrico (EXC) e a deficiência hídrica (DEF).

Essas variáveis permitiram identificar os períodos críticos de déficit e excesso hídrico ao longo da série histórica, estabelecendo relações com a capacidade do meio urbano em lidar com eventos hidrológicos extremos. A análise foi complementada com a interpretação gráfica das fases do balanço hídrico, possibilitando inferências sobre os riscos climáticos e o potencial de aplicação de SbN como estratégias de mitigação e adaptação, a exemplo de jardins de chuva, áreas de infiltração, pavimentação permeável e outros. Assim, os dados climáticos foram interpretados de forma integrada ao contexto socioambiental urbano, favorecendo uma abordagem focada na dimensão territorial e resiliente da gestão hídrica em Aracaju.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

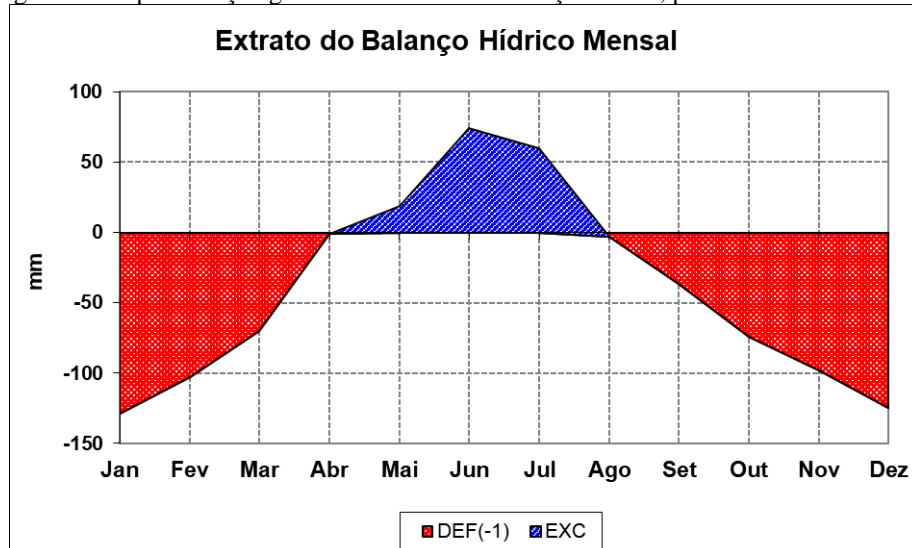
A partir do balanço hídrico climatológico de Aracaju (pelo método de Thornthwaite & Mather, 1955) para série hidrológica de 2015 a 2014 (Tabela 1), foram geradas representações gráficas de forma automática. A planilha elaborou as figuras correspondentes ao extrato do balanço, destacando os valores de deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC), apresentados na Figura 2. Também foram gerados os gráficos com os valores mensais de precipitação (P), evapotranspiração potencial (ETP) e evapotranspiração real (ETR), nas formas de linhas (Figura 3) e barras (Figura 4), possibilitando a visualização das variações sazonais, bem como das áreas de retirada de água do solo (alteração negativa – ALT-) e de reposição (alteração positiva – ALT+). A planilha apresenta ainda a variação do armazenamento de água no solo (ARM) ao longo do ano (Figura 5).

Tabela 1: Balanço hídrico climatológico mensal (médias) do município de Aracaju para série de 2015 a 2024

Decêndios	Num de dias	NDA	T °C	P mm	N horas	I	ETP Thornthwaite 1948	P-ETP mm	NEG-AC	ARM mm	ALT mm	ETR mm	DEF mm	EXC mm
Jan	31	1	27,7	41,0	12,6	13,3	171,01	-130,0	-565,4	0,35	-0,93	42,0	129,0	0,0
Fev	28	32	28,1	59,1	12,5	13,7	162,40	-103,3	-668,7	0,12	-0,23	59,3	103,1	0,0
Mar	31	60	28,2	107,2	12,2	13,7	177,08	-69,9	-738,6	0,06	-0,06	107,3	69,8	0,0
Abr	30	91	27,7	157,2	11,9	13,4	157,88	-0,7	-739,3	0,06	0,00	157,2	0,7	0,0
Mai	31	121	26,6	254,8	11,6	12,6	135,71	119,1	0,0	100,00	99,94	135,7	0,0	19,1
Jun	30	152	25,6	185,6	11,4	11,9	111,40	74,2	0,0	100,00	0,00	111,4	0,0	74,2
Jul	31	182	25,0	164,9	11,4	11,4	104,63	60,3	0,0	100,00	0,00	104,6	0,0	60,3
Ago	31	213	25,0	81,0	11,5	11,5	106,67	-25,6	-25,6	77,39	-22,61	103,6	3,0	0,0
Set	30	244	25,7	39,2	11,8	12,0	117,86	-78,7	-104,3	35,24	-42,15	81,3	36,5	0,0
Out	31	274	26,5	42,9	12,1	12,5	138,47	-95,6	-199,9	13,55	-21,69	64,6	73,9	0,0
Nov	30	305	26,9	39,9	12,4	12,8	146,96	-107,1	-307,0	4,64	-8,90	48,8	98,2	0,0
Dez	31	335	27,2	30,7	12,6	13,0	159,15	-128,5	-435,5	1,28	-3,36	34,0	125,1	0,0
TOTAIS			320,2	1203,4	144,0	151,5	1689,21	-485,8		433	0,00	1049,9	639,3	153,6
MÉDIAS			26,7	100,3	12,0	12,6	140,77	-40,5		36,1		87,5	53,3	12,8

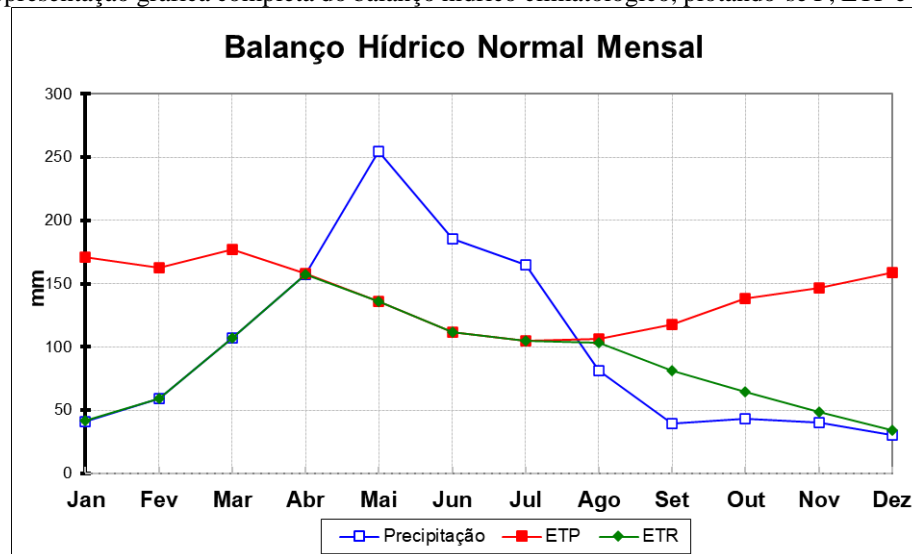
Com base nos dados fornecidos pelo balanço hídrico climatológico da série em questão, observa-se que o comportamento hidrológico ao longo dos anos foi marcado por um predomínio de déficit hídrico prolongado ($DEF = 639,3 \text{ mm}$) e apenas $153,6 \text{ mm}$ de excedente hídrico (EXC), totalizando $1.203,4 \text{ mm}$ de precipitação (P) e $1.689,21 \text{ mm}$ de evapotranspiração potencial (ETP). O valor médio mensal de precipitação (P) é $100,3 \text{ mm}$, enquanto o de ETP é $140,77 \text{ mm}$, indicando balanço negativo na maior parte do tempo (Figura 2).

Figura 2 – Representação gráfica do extrato do balanço hídrico, plotando-se -DEF e EXC.



A precipitação (P) total média da série foi de $1.203,4 \text{ mm}$, enquanto a evapotranspiração potencial (ETP), estimada pelo método de Thornthwaite (1948), atingiu $1.689,21 \text{ mm}$ — valor superior à precipitação, o que caracteriza um BHC predominantemente negativo ao longo do período analisado. A evapotranspiração real (ETR) foi de $1.049,9 \text{ mm}$, conforme demonstrado nas Figuras 3 e 4.

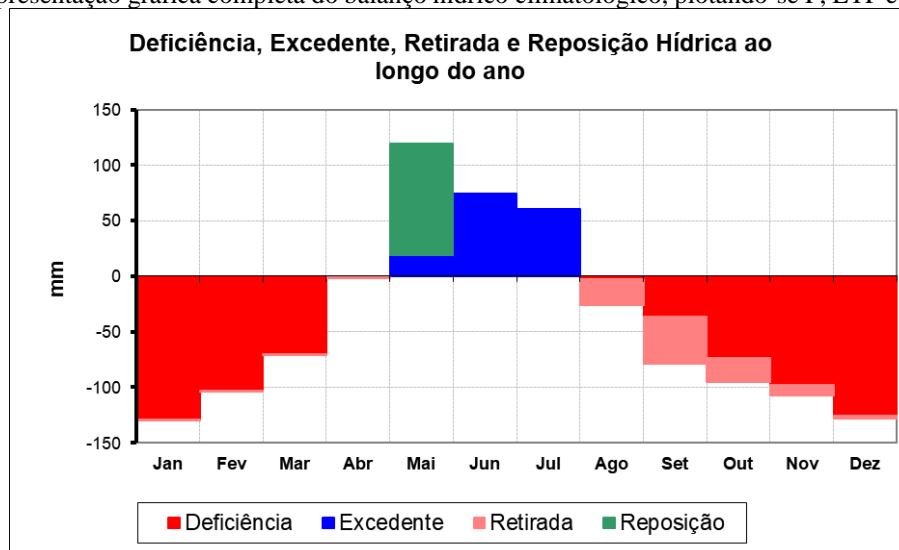
Figura 3 – Representação gráfica completa do balanço hídrico climatológico, plotando-se P, ETP e ETR em linhas.



A partir da análise dos gráficos de precipitação (P), evapotranspiração potencial (ETP) e evapotranspiração real (ETR), associados ao comportamento da deficiência (DEF) e do excedente hídrico (EXC), confirma-se a ocorrência de um déficit hídrico prolongado nos meses de agosto a

abril, com balanço negativo entre precipitação e ETP ($P - ETP = -485,8 \text{ mm}$) e elevados valores de DEF, como em janeiro (129 mm), fevereiro (103,1 mm) e dezembro (125,1 mm), conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Representação gráfica completa do balanço hídrico climatológico, plotando-se P, ETP e ETR em barras.



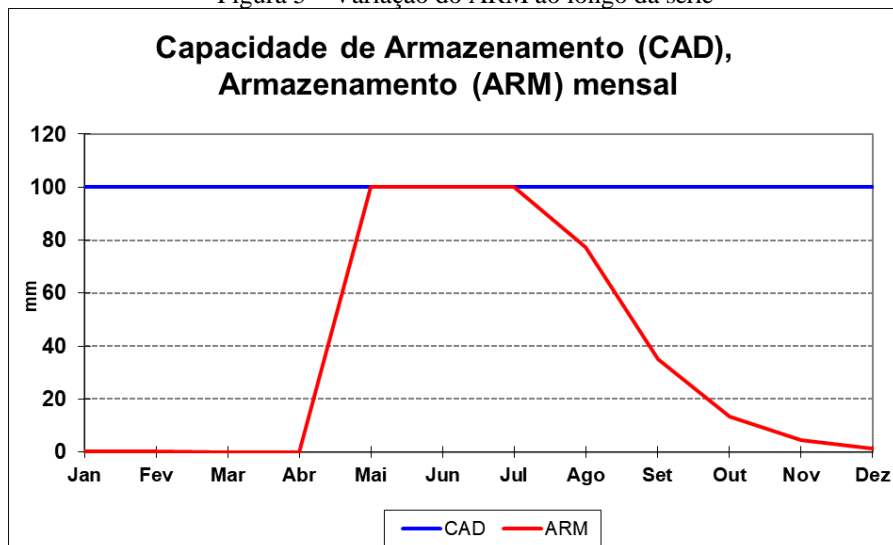
A ETR (Evapotranspiração real) manteve-se relativamente elevada ao longo da série, isso devido ao consumo de armazenamento hídrico no solo. Esse comportamento indica uma demanda hídrica não suprida pela precipitação, reforçando a importância de estratégias de retenção e armazenamento de água, como práticas promovidas por Soluções Baseadas na Natureza (SbN).

Mesmo quando ocorrem em níveis leves ou moderados, os períodos de seca já demonstram sinais de declínio da disponibilidade hídrica, podendo comprometer a umidade do solo a longo prazo. Esse cenário contribui para a persistência do fenômeno e amplia os impactos sociais, econômicos e ambientais sobre as populações vulneráveis (Silva, 2020).

Por outro lado, o período de excedente hídrico concentrou-se entre os meses de maio e julho, com destaque para os valores registrados em junho ($EXC = 74,2 \text{ mm}$) e julho ($EXC = 60,3 \text{ mm}$). Esses meses evidenciam o potencial para a captação e a infiltração da água excedente, especialmente porque coincidem com a condição de solo saturado, em que o armazenamento atinge sua capacidade máxima ($ARM = 100 \text{ mm}$) (Figura 5).

O diagnóstico da série histórica revela que o clima da região apresenta um padrão de distribuição irregular da precipitação, com evapotranspiração potencial (ETP) elevada ao longo de todo o ano — características típicas de um clima tropical úmido com estação seca bem definida. Observa-se que, durante a maior parte do ano, aproximadamente oito meses, ocorre déficit hídrico. Esse padrão reforça a importância de compreender o regime pluviométrico local para subsidiar o planejamento do uso da água, especialmente em áreas urbanas, onde a demanda é contínua, mas a oferta apresenta forte sazonalidade.

Figura 5 – Variação do ARM ao longo da série



Nos meses de maio a julho, a precipitação supera a ETP, gerando excedentes hídricos significativos que, se não forem devidamente gerenciados, podem ocasionar alagamentos e sobrecarga nos sistemas de drenagem urbana. Em contrapartida, nos períodos de janeiro a abril e de agosto a dezembro, a combinação entre baixos índices pluviométricos e alta demanda atmosférica resulta em déficits hídricos expressivos, comprometendo a recarga do solo e a disponibilidade hídrica para usos múltiplos.

A utilização do Balanço Hídrico Climatológico (BHC) como ferramenta de diagnóstico permite caracterizar quantitativamente os períodos de escassez e excedente hídrico, orientando ações de gestão adaptativa frente às variabilidades climáticas (Passos et al., 2017; Passos et al., 2018; Oliveira, 2019). Essa abordagem é especialmente relevante para contextos como o de Aracaju, cuja urbanização crescente intensifica os impactos das variações sazonais sobre a segurança hídrica e a resiliência do sistema socioambiental.

Diante da evidente limitação na capacidade de retenção hídrica natural, revelada pelo BHC da série histórica de 2015 a 2024, justifica-se o uso de intervenções baseadas na natureza (SbN) como alternativas sustentáveis para o enfrentamento dos extremos hídricos – escassez e excesso.

As SbN podem mitigar os efeitos do ciclo hidrológico alterado pela urbanização, promovendo maior equilíbrio entre oferta e demanda hídrica. Nesse sentido, Yu (2021) propõe o conceito de "cidade esponja", uma abordagem que integra infraestrutura verde e soluções paisagísticas para mitigar inundações, melhorar a qualidade da água e aumentar a resiliência urbana frente às mudanças climáticas.

Com base no diagnóstico climático da capital sergipana, algumas SbN se mostram apropriadas conforme os padrões identificados no BHC. Para o enfrentamento do déficit hídrico (janeiro a abril; agosto a dezembro), podem ser adotadas práticas como restauração de vegetação e implantação de agroflorestas urbanas, telhados verdes. Dalton e Welling (2022) ressaltam que diversas soluções baseadas na natureza vêm sendo implementadas como estratégias fundamentais para assegurar a segurança hídrica urbana, tanto no presente quanto em cenários futuros. Intervenções como espaços verdes, telhados vegetados, o conceito de cidades esponja e a gestão integrada de bacias hidrográficas têm se mostrado eficazes no fortalecimento da resiliência urbana.

Para o período de excedente hídrico (maio a julho), as tecnologias mais indicadas são jardins de chuva, bacias de infiltração e sistemas de captação de água da chuva para fins não potáveis. Ferrans et al. (2022) reforçam a importância dos Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável (SUDS), como

jardins de chuva e wetlands construídos, no manejo eficiente das águas pluviais. Sosa et al. (2023) acrescentam que tecnologias como wetlands construídos e filtros reativos, quando integradas a sistemas de tratamento de efluentes urbanos, reduzem significativamente os impactos ambientais, especialmente quando associadas a estratégias de baixo consumo energético e uso de materiais sustentáveis.

Considerando ainda a ETP elevada durante todo o ano, a adoção de áreas permeáveis e a ampliação da cobertura vegetal urbana são estratégias eficazes. Zapata (2024) destaca que a vegetação urbana é elemento chave para a resiliência climática, sendo que práticas de arborização e florestamento urbano não apenas elevam a qualidade ambiental, como também funcionam como instrumentos estratégicos para o planejamento urbano sustentável.

Diante dos resultados obtidos, verifica-se que a análise do Balanço Hídrico Climatológico, aliada à proposição de Soluções baseadas na Natureza, oferece um panorama estratégico para a gestão adaptativa dos recursos hídricos em contextos urbanos tropicais. A identificação de padrões sazonais bem definidos de escassez e excedente hídrico reforça a necessidade de planejamento territorial e hídrico integrado, especialmente em áreas em processo de urbanização acelerada, como ocorre em Aracaju. Ao evidenciar os limites da capacidade de retenção hídrica do solo e os riscos associados à variabilidade climática, o estudo contribui para o fortalecimento de políticas públicas orientadas à resiliência urbana e à sustentabilidade hídrica. Assim, os achados aqui apresentados não apenas elucidam as dinâmicas hidrológicas locais, mas também subsidiam decisões voltadas à implantação de intervenções sustentáveis e de baixo impacto, que conciliem a proteção ambiental com o bem-estar das populações mais vulneráveis.

CONCLUSÃO

A aplicação do Balanço Hídrico Climatológico (BHC) demonstrou ser uma ferramenta metodológica eficaz para a compreensão das dinâmicas climáticas locais e suas implicações sobre o planejamento ambiental urbano. Ao evidenciar os períodos de excedente e deficiência hídrica, o BHC oferece subsídios concretos para o diagnóstico de vulnerabilidades hidrológicas, especialmente em áreas urbanas expostas a eventos extremos, como secas e inundações. Essa leitura técnica dos dados históricos permite identificar tendências climáticas que, integradas ao planejamento urbano, fortalecem estratégias adaptativas com base em evidências, orientando a ocupação do solo, o manejo das águas pluviais e a conservação de ecossistemas urbanos.

Nesse contexto, destaca-se o potencial das Soluções Baseadas na Natureza (SbN) como resposta inovadora e sustentável frente aos desafios urbanos contemporâneos. A implementação de estratégias como telhados verdes, zonas de infiltração, restauração de áreas úmidas e arborização urbana deve ser respaldada por políticas públicas que articulem ciência climática, gestão territorial e infraestrutura verde. O uso inteligente e preventivo dessas soluções, fundamentado em dados climáticos confiáveis, não apenas mitiga riscos hidrometeorológicos, mas também promove benefícios ecológicos, sociais e econômicos. Portanto, é imperativo que o planejamento urbano se estruture sobre abordagens interdisciplinares que integrem saber técnico-científico e soluções ecossistêmicas, a fim de promover cidades mais resilientes e adaptadas às mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. *Köppen's climate classification map for Brazil*. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

CARMO, A.; PIZELLA, D. *A revisão do Plano Diretor do município de São José do Rio Preto (SP) e sua integração com o Plano de Bacia do Turvo Grande: análise de critérios de gestão hídrica*. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 63, p. 87787, 2024.

CASTELHANO, F. J.; PINTO, J. E. S. S. *Tendências e alterações climáticas no Estado de Sergipe, nordeste do Brasil*. Revista do Departamento de Geografia – USP, vol. 42, e185565, 2022.

DUARTE, T. L. S.; SANTOS, G. C.; CASTELHANO, F. J. *Eventos de chuvas extremas associados aos riscos de inundações e de alagamentos em Aracaju, Sergipe*. GEOSABERES: Revista de estudos geoeducacionais, v. 12, p. 256-273, 2021.

FABBRO NETO, F.; SOUZA, M. P. *Leitura integrada da gestão dos recursos hídricos com o uso do solo em Caraguatatuba (SP)*. Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 22, p. 853-862, 2017.

FERRANS, P. TORRES, M. N.; TEMPRANO, J.; SÁNCHEZ, J. P. R. *Sustainable Urban Drainage System (SUDS) modeling supporting decision-making: A systematic quantitative review*. Science of the Total Environment, v. 806, p. 150447, 2022.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: maio 2025.

GUERRA, F. C.; GONÇALVES, R. D.; OLIVEIRA, R. C. *Expansão urbana e susceptibilidade à inundações e deslizamentos na Região Metropolitana de Aracaju*. Scientia Plena, v. 20, n. 8, 2024.

MOTA, L. S. O.; SOUZA, R. M. *Cenários ambientais prospectivos para a gestão da paisagem costeira urbana em Aracaju/SE*. Sociedade & Natureza, v. 33, p. e56305, 2021.

NASCIMENTO, M. M. P.; ARAÚJO, H. M. *Ocupação habitacional na Região Metropolitana de Aracaju/SE: Relações com o ambiente e condições de infraestrutura urbana*. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 10, n. 1, p. 160-175, 2017.

NASCIMENTO, M. M. P.; ARAÚJO, H. M. *A urbanização extensiva de Aracaju e a formação de novos aglomerados habitacionais: avaliação a partir da desagregação de dados dos CENSOS-IBGE*. Caderno de Geografia, v. 28, n. 52, p. 166-196, 2018.

OLIVEIRA, J. A. M. *Balanço hídrico climatológico e classificação climática de Thornthwaite e Mather para o município de Conceição do Mato Dentro–MG*. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 13, n. 1, p. 3203, 2019.

PASSOS, M. L. V. et al. *Balanço hídrico e classificação climática para o município de Turiaçu-MA*. Revista Agropecuária Científica no Semiárido [online], v. 14, 2018.

PASSOS, M. L. V. et al. *Balanço Hídrico Climatológico e Classificação Climática para o Município de Balsas-MA*. Revista Scientia Agraria, v. 18, n.º. 1 Curitiba Jan/Mar. 2017 p. 83-89.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. *Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial*. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.6, p.133-137, 1998.

SANTOS, P. H. N.; FERREIRA, W. S.; SANTANA, B. L. P. *Repercussões do El Niño e La Niña na precipitação do estado de Sergipe-Brasil*. Revista Brasileira de Climatologia, v. 33, p. 409-437, 2023a.

SANTOS, V. C., NEVES, M. G. F. P.; SOUZA, V. C. B. *Assessment of rainwater harvesting system through continuous simulation with sub-daily data*. Brazilian Journal of Water Resources. Porto Alegre, v. 28, e35, 2023b.

SILVA, D. F.; LIMA, M. J. D. S.; SOUZA NETO, P. F. D.; GOMES, H. B.; SILVA, F. D. S.;

ALMEIDA, H. R. R. C.; PEREIRA, M. P. S.; COSTA, R. L. *Caracterização de eventos extremos e de suas causas climáticas com base no índice Padronizado de Precipitação Para o Leste do Nordeste*. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 13, n. 2, p. 449-464, 2020.

SOSA, E. E; COLARES, G. S.; CONRAD, I. R.; KROTH, G. C.; RODRIGUEZ, A. L.; MESACASA, L.; FOCHI, D. A. T.; TEIXEIRA, D. B.; OLIVEIRA, F.; MACHADO, E. L. *Avaliação do ciclo de vida de um sistema integrado UASB/biofiltro anaeróbio com wetlands construídos e filtro misto com suporte reativo no tratamento de efluentes urbanos*. Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 28, p. e20220247, 2023.

TASCA, F. A.; POMPEO, C. A.; FINOTTI, A. R. *Evolução da gestão da drenagem urbana na bacia hidrográfica do rio Itajaí Açu*. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 7, n. 2, p. 264-283, 2018.

THORNTHWAITE, C.W. *An approach toward a rational classification of climate*. Geogr. Rev, v.38, p.55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. *The water balance. Publications in Climatology*. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.

TRINDADE, K. A.; SOUSA, I. F. *O uso da água de chuva para atividades de fins potáveis e não potáveis: percepção dos usuários do Instituto Federal de Sergipe – campus Lagarto*. Revista Brasileira de Geografia Física v.16n. 01, 2023.

VALENZUELA, G. B.; GONÇALVES, R. M.; SOUSA, P. H. G. O.; QUEIROZ, H. A. A. *Fragmentação da Paisagem na Região Metropolitana de Aracaju-SE, Brasil*. 2019.

YU, K. *The Sponge City: Planning, Design and Political Design*. In: Design Studio Vol. 1: Everything Needs to Change. RIBA Publishing, 2021. p. 46-55.

ZAPATA, A. M. B. *Retos de las SbN en prácticas de forestería y arbolado urbano en ciudades latinoamericanas medianas y pequeñas*. Entrópico Arquitectura y Urbanismo, v. 2, n. 1, 2024.

AGRADECIMENTOS

A meus orientadores e professores que colaboraram com o desenvolvimento deste artigo, cujas contribuições, orientações e partilhas de conhecimento foram fundamentais para o aprimoramento deste trabalho. Estendemos também os agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio institucional e incentivo à pesquisa, que tornaram possível a realização deste estudo.