

## XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

### **SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA DRENAGEM URBANA: ESTUDO DE VIABILIDADE DE JARDIM DE CHUVA NO BLOCO BG DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE.**

*Vinícius Monteiro de Freitas<sup>1</sup>; Gabriele de Souza Batista<sup>2</sup> ; Patrícia Hermínio Cunha Feitosa<sup>3</sup>;*

*Marília Marcy Cabral de Araújo<sup>4</sup> & Laura Wanderley Costa da Silva<sup>5</sup>*

**Resumo:** A crescente urbanização e impermeabilização do solo têm intensificado os problemas de drenagem urbana, especialmente em áreas públicas com infraestrutura deficiente. Neste contexto, o presente trabalho propõe a implantação de um jardim de chuva como solução baseada na natureza para redução dos alagamentos no entorno do Bloco BG do campus sede da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). A metodologia inclui visita técnica para diagnóstico da área, análise pluviométrica com dados do CEMADEN para análise de um determinado evento de chuva ocorrido em 2023, aplicação do método Soil Conservation Service (SCS) para estimativa do escoamento superficial e dimensionamento do sistema de biorretenção. Os resultados mostram que o jardim de chuva projetado, com capacidade de 1,48 m<sup>3</sup>, consegue reter toda a água escoada durante o evento de chuva analisado, que foi de 1,035m<sup>3</sup>, demonstrando sua viabilidade técnica e ambiental. Além da retenção de água, essa solução oferece vantagens em relação aos métodos tradicionais de drenagem, como a integração paisagística, estímulo à biodiversidade urbana e melhoria da qualidade de água reforçando seu papel como uma alternativa sustentável e multifuncional para a gestão das águas pluviais.

**Palavras-Chave** – Escoamento superficial; Sustentabilidade; Microdrenagem; Biorretenção.

**Abstract:** The increasing urbanization and soil impermeabilization have intensified urban drainage problems, especially in public areas with deficient infrastructure. In this context, this study proposes the implementation of a rain garden as a nature-based solution to reduce flooding around the BG Block of the Federal University of Campina Grande (UFCG). The methodology involved a technical visit to diagnose the area, rainfall analysis using data from CEMADEN for a specific storm event, application of the Soil Conservation Service (SCS) method to estimate surface runoff, and the sizing of the rain garden. The results show that the proposed rain garden, with a storage capacity of 1.48 m<sup>3</sup>, can retain almost all the runoff generated during the analyzed rainfall event, demonstrating that this solution is technical and environmentally viable. In addition to water retention, this solution offers advantages over traditional drainage methods, such as landscape integration, promotion of urban

1) Graduando em Engenharia Civil na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Tecnologias e Recursos Naturais, R. Aprígio Veloso 882, 58429-900 Campina Grande, Paraíba, Brasil, Vinimf.br@gmail.com

2) Doutoranda na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Tecnologias e Recursos Naturais, R. Aprígio Veloso 882, 58429-900 Campina Grande, Paraíba, Brasil, gabriele.souza@estudante.ufcg.edu.br

3) Professora da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Unidade Acadêmica de Engenharia Civil.Rua Aprígio Veloso Bela Vista 58428830 - Campina Grande, PB – Brasil Telefone: (83) 21011413

4) Professora da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Unidade Acadêmica de Engenharia Civil.Rua Aprígio Veloso Bela Vista 58428830 - Campina Grande, PB – Brasil Telefone: (83) 33101259

5) Graduanda em Arquitetura e Urbanismo pela Unifacisa, R. Manoel Cardoso Palhano, 124-152 - Itararé, Campina Grande - PB, 58408-326, laura.wanderleyes@gmail.com

biodiversity, and improvement of water quality, reinforcing its role as a sustainable and multifunctional alternative for stormwater management.

**Keywords:** Superficial runoff; Sustainability; Microdrainage; Bioretention.

## 1 - INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A drenagem urbana é parte fundamental para o planejamento urbano, integrando-se à gestão ambiental para garantir o funcionamento adequado dos espaços urbanos. Ou seja, todos os elementos e os sistemas de manejo de águas pluviais não podem ser vistos de forma isolada, mas sim como componentes interligados ao uso e ocupação do solo (Fernandes, 2010). A falta de planejamento e a ocupação desordenada intensificam os processos de impermeabilização do solo, elevando o escoamento superficial e o risco de alagamentos, especialmente em áreas densamente urbanizadas. A impermeabilização excessiva aumenta as vazões geradas pelas chuvas, reduz o tempo de concentração e eleva os picos de vazão a jusante, resultando em impactos ambientais, sociais e econômicos (TUCCI, 2007).

Nesse contexto, torna-se cada vez mais relevante a adoção de abordagens sustentáveis e multifuncionais, como as Soluções Baseadas na Natureza (SbN). As SbNs são intervenções que utilizam processos ecológicos para enfrentar desafios sociais, promovendo simultaneamente benefícios ambientais e humanos (IUCN, 2020). Uma das alternativas sustentáveis aplicáveis à drenagem urbana é o jardim de chuva, que é um sistema de biorretenção que contribui para o armazenamento, infiltração e tratamento das águas que se originam de superfícies impermeáveis. Esse tipo de solução tem sido amplamente utilizado em cidades de países desenvolvidos, conforme apontado por Melo (2020). Além disso, os jardins de chuva também são reconhecidos como uma estratégia eficiente e sustentável para a microdrenagem urbana, pois promovem a integração entre a engenharia ambiental e o design ecológico na gestão das águas pluviais, como destacam Santos et al. (2018) e outros estudos.

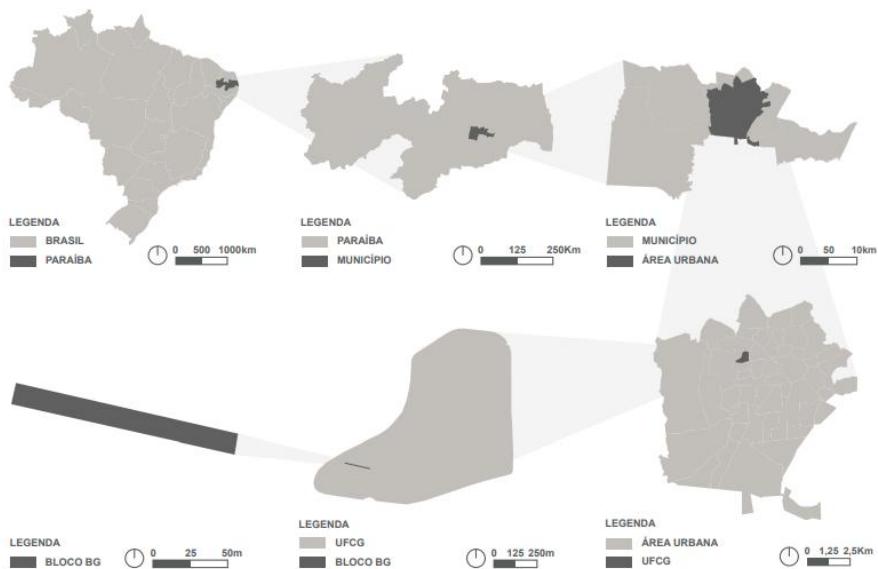
Para complementar, diversas pesquisas já aplicaram essa solução com resultados positivos. Um exemplo é o estudo de Coelho et al. (2021), que analisou a implantação de um jardim de chuva no bairro de Laranjeiras, no Rio de Janeiro. O projeto demonstrou uma significativa redução no volume de escoamento superficial, além de promover benefícios estéticos e ecológicos ao espaço urbano, comprovando a efetividade dessa solução baseada na natureza no contexto da drenagem sustentável.

Com o intuito de realizar o estudo sobre essa solução de microdrenagem optou-se por analisar o campus sede da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), destacando a localidade do Bloco BG, onde episódios de alagamento têm se repetido, afetando a mobilidade da comunidade acadêmica e a funcionalidade dos espaços. A persistência do problema evidencia a necessidade de soluções que conciliam eficiência técnica, sustentabilidade e bem-estar social.

Portanto, este trabalho tem como objetivo propor um anteprojeto de jardim de chuva no entorno do Bloco BG da UFCG, como estratégia sustentável de microdrenagem urbana. A proposta foi desenvolvida com base em visita técnica, estudo preliminar de viabilidade e princípios de engenharia ambiental integrada, demonstrando como o uso de soluções naturais pode contribuir para mitigar os impactos das chuvas intensas, valorizando o ambiente universitário.

## 2 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo, com auxílio do Google Maps.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Inicialmente, foi realizada uma visita *in loco* ao campus sede da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizada na figura 1, com o objetivo de identificar os pontos críticos relacionados ao manejo ineficiente das águas pluviais.

Esses problemas têm se configurado como uma das principais causas de deterioração da infraestrutura da UFCG, afetando calçadas, espaços públicos e áreas de convivência. Em períodos chuvosos, tais deficiências resultam em transtornos recorrentes, e as intervenções corretivas realizadas mostram-se insuficientes, uma vez que a ausência de um sistema eficiente de escoamento contribui para a repetição dos mesmos danos, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Visita técnica para identificação de falhas na infraestrutura e ausência de dispositivos de drenagem.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Campina Grande possui características típicas do clima semiárido brasileiro, com regime de chuvas concentrado em poucos meses do ano. Segundo a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AES, 2024), o índice de chuvas acumuladas em eventos isolados tem se intensificado nos últimos anos, gerando sobrecarga sobre as infraestruturas urbanas de drenagem, especialmente em áreas impermeabilizadas. Na Figura 3 pode-se visualizar a localidade do local analisado.

A área analisada está localizada no entorno do Bloco BG, setor destinado a atividades acadêmicas, que tem enfrentado recorrentes episódios de alagamento provocados por chuvas intensas. Esses eventos são agravados pela má distribuição do sistema de drenagem superficial e por deficiências na infraestrutura existente. Como resultado, a funcionalidade do espaço vem sendo comprometida, causando transtornos à comunidade acadêmica, conforme ilustrado na Figura 3. Diante desse cenário, optou-se por implementar intervenções sustentáveis baseadas na natureza, com ênfase na proposta de implantação de um jardim de chuva para a localidade.

Figura 3 – Bloco BG situada no campus sede da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), após chuva torrencial.

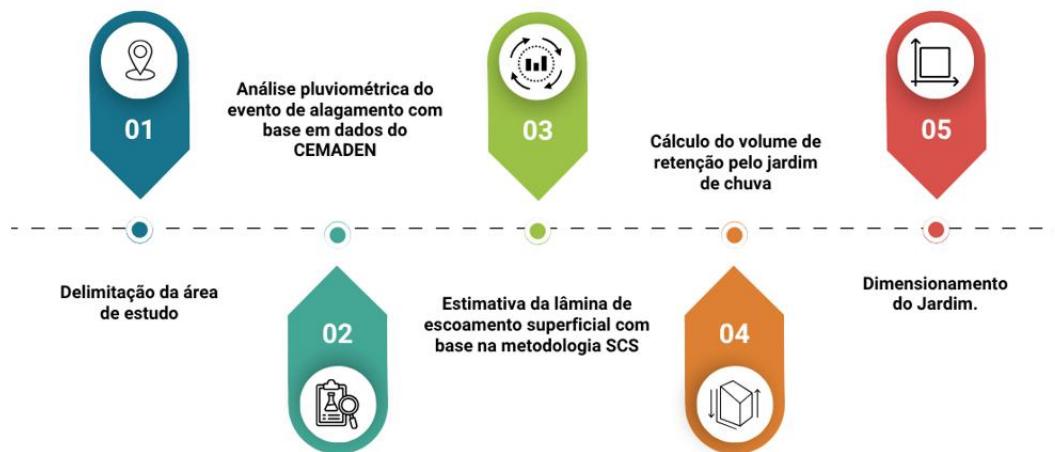


Fonte: Elaborada pelos autores.

### 3 - METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho foi estruturada em cinco etapas, conforme a Figura 4:

Figura 4 – Figura referente ao fluxograma da metodologia utilizada no projeto.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Durante a vistoria inicial, foram observadas diversas falhas na infraestrutura de drenagem, como a ausência de dispositivos adequados de captação e infiltração, além de sinais frequentes de danos estruturais em áreas de circulação. Já para a análise pluviométrica, a precipitação total do evento foi obtida por meio de dados fornecidos pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN, 2023), a partir da estação pluviométrica mais próxima da área de estudo (Figura 4). Essa precipitação serviu como base para o cálculo do volume de escoamento superficial gerado.

Figura 4 – Mapa de localização da Estação pluviométrica utilizada como base de cálculo e a área de estudo.



Fonte: CEMADEN (2023), editado pelo Autor.

A estimativa do volume de escoamento superficial foi realizada utilizando a Equação 1, desenvolvida pelo Soil Conservation Service (SCS), amplamente utilizada em estudos hidrológicos urbanos.

$$Q = \frac{(P-0,2S)}{(P+0,8S)} \text{ para } P > 0,2S \quad (1)$$

Onde:

Q: escoamento direto (mm),

P: precipitação total do evento (mm),

S: armazenamento potencial de água no solo (mm), dado pela Equação 2:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (2)$$

O Curve Number (CN) depende do tipo de solo e do uso e ocupação do solo. Para a áreas em questão foi adotado um valor de Curve Number (CN) igual a 60, para o pavimento de concreto intertravado (PCI) assentado sobre solo argiloso (Lucas *et al.*, 2022). Com isso,  $S = 169,33 \text{ mm}$ .

Utilizando a Equação 1, obtém-se o volume de escoamento, permitindo dimensionar um jardim de chuva com capacidade de retenção adequada. Por fim, o projeto pode ser dimensionado com o objetivo de reter aproximadamente 90% do volume de escoamento superficial gerado, conforme orientações práticas para jardins de chuva descritas por Franti e Rodie (2007).

#### 4 - RESULTADO E DISCUSSÕES

De acordo com dados do CEMADEN, a precipitação registrada no mês de abril de 2024, responsável pelos transtornos observados no Bloco BG da UFCG, na Figura 2, foi de 57,4 mm. Esse valor corresponde à lâmina de precipitação (P), utilizada na Equação 1 do método SCS. Para aplicação da equação, verifica-se inicialmente se a condição  $P > 0,2S$  é respeitada.

$$57,4 \text{ mm} > 33,87 \text{ mm} \quad \checkmark \text{Condição atendida}$$

Substituindo-se os valores na Equação 1, obtém-se uma lâmina de escoamento superficial de  $Q = 2,87 \text{ mm}$ . Utilizando ferramentas de georreferenciamento, como o Google Earth, estimou-se uma área aproximada da região afetada em  $400 \text{ m}^2$ . Assim, o volume de escoamento gerado é:

$$V = Q \times A = 0,00287 \text{ m} \times 400 \text{ m}^2 = 1,15 \text{ m}^3$$

As espessuras adotadas para as camadas do jardim de chuva, 0,30 m para a camada superficial de terra e matéria orgânica, 0,20 m para a camada de filtro e 0,50 m para a camada de armazenamento, foram definidas com base em diretrizes técnicas e recomendações da literatura, especialmente segundo Carvalho (2021).

A camada superior (0,30 m) permite o desenvolvimento das plantas e garante boa infiltração inicial da água. A camada de filtro (0,20 m) atua na remoção de sedimentos finos e poluentes, favorecendo a qualidade da água infiltrada. Já a camada de armazenamento (0,50 m), composta por materiais com alta porosidade, é essencial para reter o volume de escoamento superficial durante eventos de chuva intensa, assegurando o desempenho hidráulico do sistema. Essas dimensões visam equilibrar funcionalidade hidráulica, filtragem e suporte vegetal, conforme observado em projetos similares na literatura.

Considerando a proposta de retenção de 90% desse volume por meio de um jardim de chuva, o volume a ser armazenado seria de aproximadamente  $1,035 \text{ m}^3$ . Porém, de acordo com a geometria do local é possível realizar um jardim de infiltração de  $24 \text{ m}^2$ , utilizou-se uma porosidade efetiva de 12,3%, valor estimado a partir dos dados apresentados por Carvalho *et al.* (2021) que indicam uma capacidade de retenção de  $23,5 \text{ m}^3$  para um jardim de  $173 \text{ m}^2$  e profundidade de 1,1 m. Com base nesse mesmo critério de dimensionamento, o jardim proposto teria capacidade de armazenar aproximadamente  $1,48 \text{ m}^3$  de água. Esse volume é superior ao necessário para reter 90% do escoamento superficial gerado pelo evento chuvoso de 57,4 mm analisado anteriormente, cujo volume foi estimado em  $1,035 \text{ m}^3$ . Assim, conclui-se que o jardim de chuva projetado como está retratado na Figura 5, seria suficiente para armazenar toda a água escoada durante esse evento.

Figura 5 – Projeto do jardim de chuva em corte transversal.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Para complementar a proposta e torná-la mais comprehensível foram elaboradas imagens em 3D representando a implantação do jardim de chuva no local estudado. Essas representações auxiliam na demonstração da distribuição das camadas do sistema de biorretenção, da adaptação ao espaço urbano e da integração paisagística com o entorno conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Imagens de projeto 3D para o jardim de chuva.



Fonte: Elaborada pelos autores.

## 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Com base na análise realizada, conclui-se que a implantação de jardins de chuva como solução baseada na natureza se mostrou viável e eficiente para os problemas de drenagem no entorno do Bloco BG da UFCG. Por meio da aplicação do método SCS, foi possível verificar que o sistema projetado é capaz de reter aproximadamente 70% do volume total de escoamento gerado pelo evento de chuva analisado. Esse desempenho demonstra a aderência do projeto aos objetivos propostos, mesmo considerando as limitações geométricas do local.

Os jardins de chuva representam, portanto, uma alternativa eficaz, de baixo custo e fácil implementação para a gestão urbana das águas pluviais. Além de reduzirem o risco de alagamentos, promovem benefícios ambientais, como a recarga do lençol freático, a melhoria da qualidade da água e o aumento das áreas verdes urbanas.

Como recomendação, sugere-se a replicação desse tipo de solução em outras áreas críticas do campus da UFCG e da cidade de Campina Grande, bem como o monitoramento contínuo do desempenho hidráulico do sistema implantado. A incorporação dessas estratégias contribui para a sustentabilidade e mitigação de problemas das cidades frente aos desafios impostos pela urbanização e mudanças climáticas.

**AGRADECIMENTOS** Primeiramente, agradeço ao Grupo de Pesquisa Interdisciplinar em Saneamento Ambiental (GISA) e a todos os seus membros pelo suporte e ambiente colaborativo, em especial à Gabriele, cuja dedicação e incentivo foram fundamentais para a elaboração deste artigo. Expresso também minha gratidão aos meus pais, que são meu alicerce e sempre me apoiam em cada etapa da minha trajetória. Por fim, agradeço à minha namorada Laura, que está sempre ao meu lado, me apoiando com amor e confiança em todas as minhas escolhas.

## 5 - REFERÊNCIAS.

AESA – AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA. *Boletim pluviométrico 2024*. João Pessoa: AESA, 2024.

CARVALHO, R. et al. “Avaliação da capacidade de retenção hídrica de jardins de chuva implantados em áreas urbanas”. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 2021.

CEMADEN – CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS. *Dados pluviométricos para o município de Campina Grande*. Brasília: CEMADEN, 2023.

FERNANDES, W. “Drenagem urbana e controle de enchentes”. *Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 15, n. 2, p. 125–132, 2010.

FRANTI, T. G.; RODIE, S. N. *Stormwater Management: Rain Garden Design for Homeowners*. Lincoln: University of Nebraska–Lincoln Extension, 2007. (NebGuide G1758). Disponível em: <https://extensionpubs.unl.edu/publication/g1758/stormwater-management>. Acesso em: 6 jun. 2025.

IUCN – INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. *Nature-based solutions*. Gland, Suíça: IUCN, 2020. Disponível em: <https://www.iucn.org/theme/nature-based-solutions>. Acesso em: 6 jun. 2025.

LUCAS, M. C. et al. “Estimativa do escoamento superficial em áreas urbanas pavimentadas com blocos intertravados”. *Revista de Engenharia Civil*, v. 44, n. 2, p. 95–108, 2022.

MELO, L. A. “Soluções baseadas na natureza: jardins de chuva como alternativa sustentável para drenagem urbana”. *Revista Ambiente Construído*, v. 20, n. 4, p. 65–78, 2020.

SANTOS, A. P. R. et al. “Jardins de chuva como solução integrada à drenagem urbana e ao paisagismo: estudo de caso”. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 7, n. 3, p. 505–518, 2018.

TUCCI, C. E. M. *Drenagem urbana: conceitos básicos*. Porto Alegre: ABRH, 2007.