

AVALIAÇÃO DO CENÁRIO ATUAL DA DRENAGEM URBANA DO SETOR JARDIM CANEDO III, LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE SENADOR CANEDO

Almeida, I. N.¹, Rodrigues, A. S.²

¹Escola Politécnica

Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Goiânia-Goiás-Brasil

²Escola Politécnica

Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Goiânia-Goiás-Brasil

RESUMO: A tendência da urbanização das cidades brasileiras tem provocado impactos significativos na população e no meio ambiente. Senador Canedo é uma das cidades com o crescimento acelerado, o que aumenta a impermeabilização da cidade. Analisando-se os problemas que ocorrem a cada chuva, umas das soluções indicadas seria a implementação do conceito de cidade esponja, que tem por objetivo reduzir o escoamento superficial e aumentar a infiltração da água no solo, promover a sustentabilidade e resiliência urbana e, conseqüentemente, diminuir a incidência de enchentes, garantindo benefícios tanto para o meio ambiente quanto para a população. Ao buscar soluções dos problemas de drenagem na região do Residencial Jardim Canedo III, a combinação de calçamentos permeáveis com o projeto de uma praça-piscina seria uma abordagem eficaz, de modo a aumentar a área permeável e evitar o acúmulo rápido de água. É importante manter um equilíbrio entre a entrada e saída de água, de forma a evitar o acúmulo total. Além disso, é preciso melhorar a rede de drenagem existente, que não atende à demanda atual da região. No entanto, é necessário considerar as desvantagens do alto custo da solução, a possibilidade de colmatação e a necessidade de manutenção do sistema. É essencial ressaltar que esses projetos não substituem o sistema de drenagem urbana existente.

Palavras-chave: *Drenagem urbana, cidades esponjas, urbanização, planejamento urbano, impermeabilização do solo, praça-piscina, boca-de-lobo.*

ABSTRACT: The urbanization trend of Brazilian cities has had significant impacts on the population and the environment. Senador Canedo is one of the cities with accelerated growth, which increases the waterproofing of the city. Analyzing the problems that occur with each rainfall, one of the suggested solutions would be the implementation of the sponge city concept, which aims to reduce surface runoff and increase water infiltration into the soil, promote sustainability and urban resilience and, consequently, to reduce the incidence of floods, guaranteeing benefits both for the environment and for the population. When seeking solutions to drainage problems in the Residencial Jardim Canedo III region, the combination of permeable pavements with the design of a square-swimming pool would be an effective approach, in order to increase the permeable area and avoid the rapid accumulation of water. It is important to maintain a balance between the inflow and outflow of water in order to avoid total accumulation. In addition, it is

necessary to improve the existing drainage network, which does not meet the current demand in the region. However, it is necessary to consider the disadvantages of the high cost of the solution, the possibility of clogging and the need for system maintenance. It is essential to emphasize that these projects do not replace the existing urban drainage system.

Keywords: Urban drainage, sponge cities, urbanization, urban planning, soil sealing, swimming pool square, storm drain.

1. INTRODUÇÃO

O constante crescimento da população das cidades tem provocado o surgimento de problemas de infraestrutura que comprometem o desenvolvimento urbano. As cidades não estão conseguindo ampliar ou construir novas redes públicas, para acompanhar esse desenvolvimento e os planos de drenagem e captação de águas pluviais têm sido diretamente afetados, pois não são atualizados com frequência e os problemas são sentidos especialmente nos períodos chuvosos, quando as falhas são mais evidentes.

A ocupação urbana tende a impermeabilizar o solo e a concentrar o escoamento das águas pluviais em condutos e canais construídos, causando o aumento da frequência de inundações, devido à elevação da vazão máxima e da velocidade do escoamento, além de provocar erosão do solo, aumentar os resíduos sólidos que podem sedimentar o sistema de drenagem e obstruir os condutos, reduzindo-lhes a capacidade de escoamento (TUCCI, 2012)[14].

Desta forma, faz-se necessário o estudo do sistema de drenagem urbana da cidade de Senador Canedo-Goiás pois, nos últimos anos, ela vem se desenvolvendo com muita rapidez e pode-se sentir a falta de um acompanhamento frequente pelos órgãos municipais. Diante do desenvolvimento urbano e da impermeabilização dos solos, tem surgido nos bairros, após toda chuva, alagamentos que dificultam a passagem de pedestres e de veículos e, muitas vezes, essa água empoçada chega a ultrapassar a altura do meio fio. Para avaliar o impacto desse problema, seria muito importante se realizassem uma inspeção na região afetada.

A cidade de Senador Canedo está entre os municípios que mais crescem no estado. Com isso, têm diminuído as áreas permeáveis da cidade. Então, analisando-se os problemas locais que acontecem no período chuvoso, uma das soluções encontradas seria a implementação do conceito de “cidade esponja”, com o objetivo de aumentar a absorção das águas pelo solo e diminuir seu escoamento pelas superfícies. Conseqüentemente, a incidência das inundações diminuiria, garantindo diversos benefícios tanto para o meio ambiente, quanto para a população.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Urbanização das cidades

Segundo Tucci (1997)[13], o Brasil apresentou um alto crescimento da população urbana, nos últimos tempos, o que gerou para essa população uma infraestrutura inadequada, em que os efeitos acelerados desse processo trazem conseqüências para os recursos hídricos do aparelho urbano.

O que se observa, hoje, é que a infraestrutura das cidades não se adequa com a mesma rapidez com que ocorre o crescimento de sua população, especialmente no que diz respeito à drenagem urbana.

O rápido crescimento populacional e o desenvolvimento urbano acelerado têm sobrecarregado os sistemas de drenagem existentes, levando a problemas como inundações recorrentes e a degradação da qualidade da água.

A urbanização tem produzido importante concentração da população em espaço reduzido, com grande competição pelos mesmos recursos naturais (solo e água), destruindo parte da biodiversidade natural. O meio formado pelo ambiente natural e pela população (diz-se o meio socioeconômico urbano) é um ser vivo e dinâmico a gerar um conjunto de efeitos interligados que, sem controle, pode levar a cidade ao caos. (TUCCI, 2012)[14]

Com o aumento da ocupação das terras urbanizadas, que resultaram em ampliação de áreas impermeabilizadas, o destino das águas pluviais sofreu significativas alterações, causando mudanças no ciclo hidrológico natural. E, como forma de conter este impacto, tem-se aplicado nas cidades o manejo sustentável das águas da chuva. (GONÇALVES; BAPTISTA; RIBEIRO, 2016)[5]

2.2 Águas pluviais urbanas

As consequências da falta de sustentabilidade da expansão urbana têm sido a perda de mananciais, a redução da cobertura de água segura para a população, o aumento da frequência de inundações, a deterioração da qualidade da água nos rios e a perda de qualidade de vida da população. (TUCCI, 2012)[14]

Ainda segundo o mesmo autor, a falta de investimentos adequados, de planejamento urbano integrado e de políticas eficientes tem resultado em uma infraestrutura insuficiente para lidar com a quantidade crescente de água pluvial, nas áreas urbanas.

Através do planejamento urbano, deve-se considerar a gestão das infraestruturas, nas quais se destaca, neste trabalho, a drenagem urbana sustentável, importante componente do sistema de infraestrutura urbana, que pode influenciar consideravelmente no uso e ocupação do solo urbano, além de exigir a análise dos parâmetros estruturais de suas técnicas de projeto e de gestão. (GONÇALVES; BAPTISTA; RIBEIRO, 2016)[5]

2.3 Plano de drenagem urbana

Segundo Tucci (2003)[15], a tendência da urbanização das cidades brasileiras tem provocado impactos significativos na população e no meio ambiente. Estes impactos têm deteriorado a qualidade de vida da população, através de aumento da frequência e nível das inundações, redução da qualidade de água e aumento de materiais sólidos no escoamento pluvial.

A importância de um sistema adequado de drenagem torna os impactos positivos, pois, proporciona consequências de controle e atenuação.

No pós-chuvas intensas, é possível a circulação de veículos e pedestres, ocorrem a valorização das áreas que possuem sistema de drenagem e a redução de doenças como dengue e leptospirose, dentre outros. Desta forma, devem ser realizadas, pelo poder

público, obras de drenagem urbana que sejam possíveis de atender a toda a demanda e que contribuam para o crescimento da região.

2.4 Cidades-esponjas

Na busca dos meios de como lidar com as enchentes e inundações que ocorrem em várias partes do Brasil e do mundo, segundo reportagem do G1 (Cidades-esponjas: conheça iniciativas pelo mundo para combater enchentes em centros urbanos)[4], publicada em 16 de fevereiro de 2020, muitos urbanistas têm buscado soluções não convencionais, trabalhando, muitas vezes, em conjunto com a sustentabilidade, a fim de garantir a drenagem das águas pluviais e dando vida ao conceito de cidades-esponjas.

O arquiteto chinês Kongjian Yu explica que a proposta da cidade-esponja é preservar ecossistemas naturais, mais capazes de se recuperar das adversidades.

As praças-piscinas são soluções práticas e de baixo custo, usadas para a captação de água da chuva, e ajudam a não sobrecarregar a rede de drenagem existente.

A praça de Benthemplein (Figura 1), na cidade holandesa de Roterdã, é um grande exemplo da eficiência dessas praças. Ela possui três bacias, sendo duas subterrâneas, e a outra é a quadra de esportas que se transforma em uma piscina, em dias de muita chuva. A bacia é capaz de armazenar a água por até 36 horas, e o escoamento da água é feito pelas tubulações subterrâneas, que devolvem a água para o solo de forma gradativa.

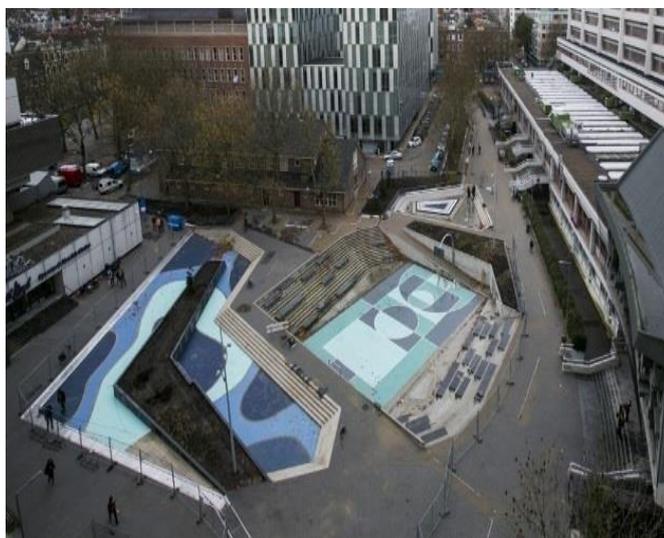


Figura 1 – Praça Benthemplein, Roterdã, Pfann (2021)[11].

A cidade chinesa de Lingshui, no extremo sul do país, é uma das que trocaram os tradicionais bueiros por estruturas conhecidas como bioswales. São pequenos canais de infiltração natural, com vegetação nativa, que correm paralelamente a ruas, avenidas e calçadas.

Já na cidade dinamarquesa de Frederiksberg, uma das iniciativas foi o foco em desenvolver capacidade de "amortecer" grandes volumes de água. Dessa forma, foi colocado em prática, no ponto mais alto de Frederiksberg, que fica na praça Langelands. Nela, foi instalado, em 2019, um material fibroso (Stone Wool) que funciona como uma esponja e libera a água de maneira lenta. A praça possui área de 3 mil m² e, com o seu

material instalado, hoje, é capaz de absorver até 950 ml, a cada litro de água. Além disso, a impermeabilização do solo, devida à expansão urbana, resulta em um aumento significativo no escoamento superficial, impedindo a infiltração adequada da água no solo. Isso cria uma demanda urgente por soluções inovadoras e sustentáveis, e uma dessas soluções é o calçamento permeável, muito utilizado nos projetos de cidades-esponjas.

O calçamento permeável (Figura 2), por meio de sua porosidade, possui uma maior permeabilidade capaz de absorver parte da água, para recarregar o lençol freático ou drenar essa água, por meio de dutos e drenos localizados sob o pavimento.

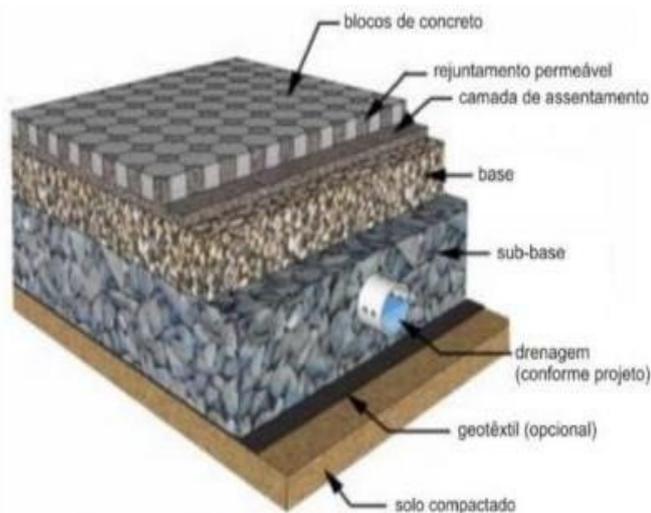


Figura 2 – Pavimentação em concreto poroso com drenagem por meio de tubulação.

Segundo VIRGILIIS (2009)[17], a construção de pavimentos permeáveis visa a contemplar um apelo à drenagem urbana. Tratando-se de dispositivo de infiltração, atua como técnica alternativa para o aumento da permeabilidade do solo urbano, tornando-se uma ferramenta de drenagem.

Os “jardins de chuva” (Figura 3) também fazem parte dos projetos de cidades-esponjas, funcionam trabalhando com a biorretenção de águas pluviais que, assim como os calçamentos permeáveis, são um sistema que absorve e armazena as águas da chuva, para que sejam absorvidas pelo solo, e que as superfícies de solo possuam alta permeabilidade.

Sua função de retenção é projetada para captar, reter, retardar e minimizar ou evitar os impactos advindos do escoamento superficial. Nessa etapa, as águas são conservadas sobre sua superfície e depois se infiltram ou evaporam. (MELO; COUTINHO; CABRAL; ANTONINO; CIRILO, 2013)[10]

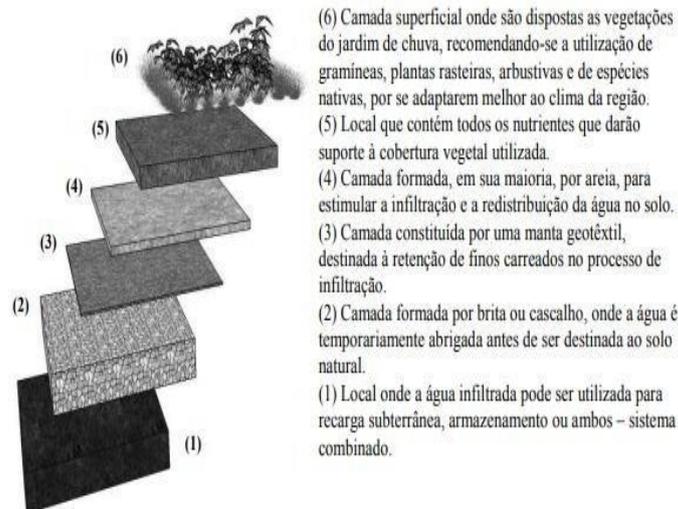


Figura 3 – Estrutura para a elaboração do jardim de chuva, adaptado de Dunnett e Clayden (2007)[3].

Segundo Melo; Coutinho; Cabral; Antonino; Cirilo (2013)[10], os processos que ocorrem na natureza, como fitorremediação, decomposição, desnitrificação, evapotranspiração e adsorção, são os mesmos que existem no jardim de chuva, em menor escala. O desenho, a estrutura do jardim de chuva e as condições ambientais locais interferem nesses processos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A cidade de Senador Canedo vem crescendo, a cada ano, desde que começou como uma vila operária, em função da construção da Estrada de Ferro Centro-Oeste. Hoje, ela é reconhecida por ser sede do maior Polo Petroquímico da Região e muitas famílias escolhem a cidade para morar, pelas oportunidades, pelo custo de moradia e por sua localização, já que a cidade é vizinha da capital do estado.

Segundo IMB (2018)[7], a taxa de crescimento populacional em 2016 foi de 3,36%, e, entre 1991 e 2010, houve um crescimento populacional de 12,65% ao ano. Em consequência desse crescimento, a densidade demográfica da cidade passou de 97,67 hab/km², em 1991, para 414,62 hab/km², em 2016 (Figura 4).

O último Censo Demográfico realizado em Senador Canedo pelo IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística foi em 2010 e apontou que na cidade havia 84.443 habitantes e estimou que, em 2021, a população seria de 121.447 pessoas.

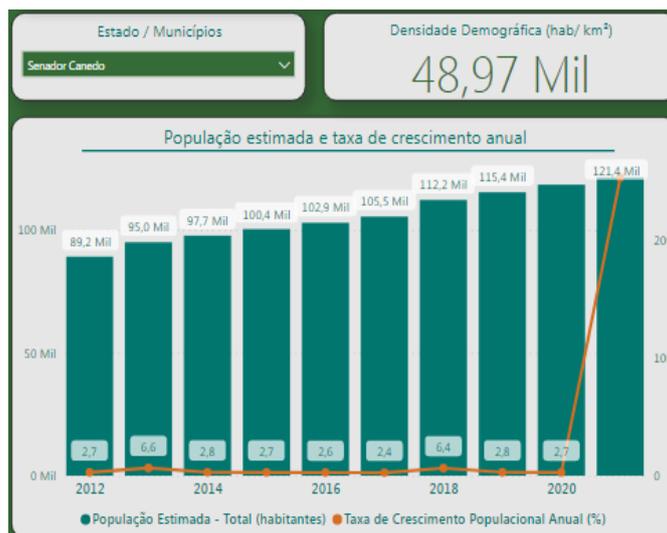


Figura 4 – População estimada e taxa de crescimento anual, IMB (2018)[7].

Esse crescimento não acompanha as melhorias realizadas na cidade, tanto que o município não tem um Plano Diretor de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas, o que afeta diretamente a população, pois o número de habitantes só aumenta, em relação ao seu território. Com isso, tem-se a diminuição da permeabilidade do solo, o que seria o auxílio da drenagem das águas pluviais.

O problema se agrava pela falta de políticas públicas para o devido descarte de entulhos, o que seria resolvido com a implementação de ações junto à Prefeitura da cidade, para a conscientização da população, como por exemplo o serviço de “cata treco” oferecido e publicamente anunciado pela Prefeitura de Goiânia, que é a cidade vizinha a Senador Canedo.

Mas essa seria a solução superficial para a região e para a cidade, pois o problema também é ocasionado pela falta de permeabilidade do solo. Houve um grande aumento populacional, nos últimos vinte anos, e reduziu-se a área permeável da cidade, agravando a falta de um Plano de Drenagem atual, para atender à demanda.

Foi realizado um estudo no setor Jardim Canedo III de Senador Canedo com levantamento in loco das infraestruturas existentes do sistema de drenagem e possíveis interferências. Após esse registro foram feitas análises usando as referências técnicas da área mais o método racional.

Pensando em soluções viáveis e agindo em conjunto com a sustentabilidade, o conceito de cidades-esponjas se encaixa para resolver a situação das enchentes.

As cidades-esponjas têm o intuito de respeitar o ciclo natural da água, e buscam, por meios ecológicos, dar a destinação correta para as águas pluviais, contribuindo para tornar a cidades mais verdes e permeáveis. Ao se buscar soluções para a região do Residencial Jardim Canedo III, vê-se que 3 projetos de cidades-esponjas podem ser implementados, sendo eles: praças-piscina, calçamentos permeáveis e jardins de água.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Setor Jardim Canedo III foi idealizado e comercializado por uma imobiliária que entregou o loteamento com o sistema falho, da rede de drenagem pluvial, que não atendia à demanda da região, e a distribuição das bocas de lobo estava incorreta.

Em um sistema adequado, as bocas de lobo devem estar localizadas nos pontos mais baixos do sistema, para garantir a eficiência do sistema, dando a condução adequada das vazões superficiais para as galerias, impedindo os alagamentos. Que as águas pluviais fiquem paradas em zonas mortas, elas devem estar dispostas em uma distância de no máximo sessenta metros entre elas, não é recomendada a implementação de bocas de lobo em esquinas, pois, em dias de alto volume de chuva, o pedestre teria que pular para conseguir atravessar a corrente, mas o que se observa é a má implementação dessas bocas de lobo. A figura 5 mostra uma boca de lobo instalada a três metros da esquina.



Figura 5 – Boca de lobo Rua JC- 43, Autor (2023).

Pode-se observar, na figura 6, que o espaço entre elas é superior ao recomendado e que não há bocas de lobo em todas as vias. Atualmente, existem 67 bocas de lobo do tipo comum, rentes ao meio-fio. Pode-se ver que a, rua JC- 53, não há nenhuma boca de lobo. Em dias de grande volume de chuva, a água que escoar nesse local se encontra com o volume já empoeado na Av. Goulart, que segue o fluxo com o declínio da rua, e deságua na boca de lobo da rua JC-10, sinalizado em vermelho.

A rede atual da região não suporta o volume de água, e, sempre que se inicia o período chuvoso, a população da região sofre com os alagamentos, que são o acúmulo de água nas ruas e nos perímetros urbanos, devido aos problemas na drenagem, provenientes da falta de escoamento correto das águas pluviais.



Figura 6 – Demarcação das bocas de lobo existentes, Google Earth (2019).

A cidade não tem um Plano Diretor de Drenagem Urbana, o que o município apresenta são apenas tópicos que não garantem a fiscalização e o controle.

Segundo a Lei Complementar N° 2.312, de 06 de fevereiro de 2020.

XII – Promover implantação de rede de drenagem urbana, sendo indicadas como prioritárias as áreas que sofrem alagamento;

XIII – Elaborar política de controle e fiscalização de captação e utilização das águas subterrâneas; (ITCO, 2022)[9].

O Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) visa a planejar, controlar e minimizar riscos de alagamentos. O planejamento previne que o desenvolvimento não aumente as vazões e o controle envolve a fiscalização e a garantia de que o planejamento está sendo seguido. É de suma importância que um Plano Diretor seja detalhado e claro. Um plano adequado diminui os riscos para a população, quer seja na proteção e no controle de áreas de riscos, na prevenção de doenças devida à falta de drenagem em determinados locais ou prejuízos devido a alagamentos.

É dever do município atuar e suceder manutenções na cidade, garantir um desenvolvimento urbano adequado e sustentável, mas, com a falta de um plano bem desenvolvido, esse trabalho fica impossibilitado, a in-adequação e desintegração prejudicam o desenvolvimento da cidade e o desempenho da infraestrutura, possibilitando o surgimento de novos prejuízos, como erosões e insegurança para os moradores.

O Plano de Drenagem reduz os impactos da chuva e trabalha para adequar a infraestrutura da cidade no processo de urbanização e no aumento do escoamento superficial. O impacto maior é devido à diminuição de áreas permeáveis, o que afeta a infiltração das águas pluviais no lençol freático, por isso deve ser realizado um planejamento criterioso do uso e ocupação do solo.

Contudo para que o desenvolvimento urbano e novas obras sejam eficientes, o PDDU deve fiscalizar e monitorar as novas e antigas obras da cidade.

Ao avaliar a situação do setor, consegue-se propor, para a região, algumas das possibilidades do conceito de cidades-esponjas. No setor Jardim Canedo III, existem dois espaços amplos com, aproximadamente, 8.320m² e 7.360m² de área (Figura 7), que podem ser locais para a construção de espaços verdes, que possam ajudar na captação das águas pluviais. Adotar-se-ia o projeto de “praça-piscina” junto com o “calçamento permeável”, em locais que estariam em pontos estratégicos.



Figura 7 – Região com possibilidades de implantação do projeto no Setor Jardim Canedo III, Google Earth.

O projeto (Figura 8) possui uma área construída de 953,29 m² e dispõe de uma quadra de esportes (195,00 m²), uma pista de skate (320,29 m²) e a área verde (27,87 m²), que funciona como jardim de água, tudo para criar uma infraestrutura capaz de armazenar e absorver a água da chuva e devolvê-la para o lençol freático, operando como um filtro.



Figura 8 – Modelo de praça permeável, Autor (2023).

Além de aliviar o volume de água das bocas de lobo, a praça também traria melhorias ao setor e benefícios para a população, visto que as áreas já são utilizadas, de maneira improvisada, para a prática de esportes.

Utilizando-se o Método Racional, que foi desenvolvido por Thomas Mulvaney (1851), e que estabelece a relação entre chuva e o escoamento superficial, para cálculo da vazão de pico da bacia, e considerando que as unidades de Intensidade em milímetros por hora (mm/h) e a Área em hectare (ha), a equação será reescrita como:

$$Q = \frac{(C \cdot i \cdot A)}{360}$$

Onde:

Q: vazão de pico, em [m³/s];

C: coeficiente de escoam. superficial (runoff) [%];

i: intensidade da chuva, em [mm/h];

A: área de drenagem da bacia, em hectares [ha].

Seguindo-se a tabela de coeficiente de runoff (Figura 9), sendo a natureza da superfície asfaltada e em bom estado, obtém-se o valor de C= 0,85.

| Natureza da Superfície | Valores de C |
|--|--------------|
| Telhados perfeitos, sem fúrea | 0,70 a 0,95 |
| Superfícies asfaltadas e em bom estado | 0,85 a 0,90 |
| Pavimentações de paralelepípedos, ladrilhos ou blocos de madeira com juntas bem tomadas | 0,75 a 0,85 |
| Para as superfícies anteriores sem as juntas tomadas | 0,50 a 0,70 |
| Pavimentações de blocos inferiores sem as juntas tomadas | 0,40 a 0,50 |
| Estradas macadamizadas | 0,25 a 0,60 |
| Estradas e passeios de pedregulho | 0,15 a 0,30 |
| Superfícies não revestidas, pátios de estrada de ferro e terrenos descampados | 0,10 a 0,30 |
| Parques, jardins, gramados e campinas, dependendo da declividade do solo e natureza do subsolo | 0,01 a 0,20 |

Figura 9 – Coeficiente de escoamento superficial, Guia da Engenharia (2020)[16].

Utilizando a equação para a intensidade pluviométrica de Senador Canedo, a partir dos dados apresentados na tabela 1, para a duração de cinco minutos e o tempo de retorno de um ano, temos que:

$$i = \frac{B1 * (T^{\alpha + \frac{\beta}{T^\gamma}})^\delta}{(t + c)^b}$$

Onde:

α , β , γ , δ são parâmetros regionais constantes e que dependem apenas do período de retorno;

B, b, c são parâmetros que descrevem características locais;

i: intensidade da chuva, em mm/h;

t é a duração (min);

T é o período de retorno (ano);

$\alpha = 0,14710$;

$\beta = 0,22$;

$\gamma = 0,09$;

$\delta = 0,62740$.

Tabela 1 – Parâmetros locais das equações de chuva.

| Nº | Estação | UF | Parâmetros Locais | | | |
|-----|----------------|----|-------------------|--------|---------|---------|
| | | | B | C | B1 | B2 |
| 118 | Senador Canedo | GO | 0,96005 | 23,655 | 52,3052 | 59,2232 |

Fonte: adaptado Costa, Siqueira e Menezes Filho (2007)[2].

Inserindo os dados na equação, temos:

$$i = \frac{59,2232 * (1^{0,14710 + \frac{0,22}{1}})^{0,62740}}{(5 + 23,655)^{0,96005}}$$

Com o auxílio do Google Earth, tem-se que a área do Residencial Jardim Canedo III é de, aproximadamente, 530.502,3 m² e, em hectares, é de 53,05 ha.

$$Q = \frac{(0,85 \cdot 159,66 \cdot 53,05)}{360} \rightarrow Q = 19,98 \frac{m^3}{s}$$

Encontrada a vazão, sabe-se que, em 5 minutos de Chuva, tem-se a vazão de 54.108m³/h. O projeto dispõe de duas áreas de captação de água da chuva, uma quadra de esportes com o volume de 310m³ e uma pista de skate com 255m³, o que representa 1,04% do volume da vazão de chuva.

O valor de 1,04% é referente a área e aos volumes indicados no modelo de praça permeável, sendo assim se utilizar a área real das áreas disponíveis, é possível obter um valor maior e aliviar o sistema de drenagem pluvial existente no local.

Considerando-se a alteração das bocas de lobo da região, uma boca de lobo disposta em uma avenida do setor, com 2 faixas de rolamento com cerca de 6,0 m de cada lado e canteiro central de um 1,0 m e calçada de 3,0 m, tem-se uma largura total de 19,0 m. Será considerada contribuinte da vazão apenas a metade da largura da via, ou seja, L=9,5m. Com a distância máxima entre as bocas de lobo sendo L=60m, tem-se que a área de contribuição da chuva será de A=570m².

Utilizando-se novamente a intensidade pluviométrica de Senador Canedo, i=159,66 [mm/h], obtém-se a seguinte equação:

$$Q = i * A \rightarrow Q = \frac{159,66 * 570 * 1000}{36000} = 25 \text{ l/s}$$

$$Q = 90 \frac{m^3}{h} \rightarrow 0,025 \frac{m^3}{s}$$

Como o intuito é aumentar a área permeável da região, e o principal benefício é evitar o rápido acúmulo de volumes de água, sendo assim, a junção do calçamento permeável com o projeto da praça-piscina tem eficácia ambiental positiva. Portanto, pensando-se dessa forma, o volume de entrada deve conter a mesma velocidade de saída, evitando-se, assim, o volume de água por completo.

O projeto é pensado, também, como uma solução para captar água em reservatórios para reaproveitamento, para fins de políticas públicas, seja esse acúmulo potável, com tratamento ou sem tratamento, podendo garantir segurança, em situações de emergências.

Apesar das vantagens do projeto, é dever citar, também, suas desvantagens, como o alto valor de investimento para sua execução, o fato de estar sujeita à colmatção, de exigir manutenções, mas a maior precaução é ressaltar que o projeto não substitui o sistema completo de drenagem urbana.

5. CONCLUSÃO

O trabalho mostra que existem falhas nos sistemas de drenagem implementadas nas cidades, e que se faz necessário um estudo detalhado de soluções práticas sustentáveis.

As "cidades-esponjas" são uma abordagem urbana sustentável para a gestão da água. Por meio de pavimentos permeáveis e sistemas de drenagem natural, essas cidades imitam o funcionamento de uma esponja, absorvendo e filtrando a água da chuva. Isso, aliado com um plano de drenagem adequado reduz inundações, recarrega aquíferos e melhora a qualidade da água nas áreas urbanas, promovendo a sustentabilidade hídrica e a resiliência urbana.

As cidades-esponjas dependem de uma rede de bocas de lobo eficientes para coletar e direcionar a água da chuva às áreas de infiltração. Nesse conceito, a importância de uma boca de lobo adequada é evidente, pois elas funcionam como pontos de entrada para o sistema de gestão de águas pluviais e, ao combinar o uso de bocas de lobo eficientes com outras práticas de gestão de águas pluviais, as cidades-esponjas são capazes de reduzir o volume de escoamento superficial.

Dessa forma, as bocas de lobo desempenham um papel essencial no sistema de drenagem urbana, assegurando a coleta eficiente e o direcionamento adequado da água da chuva. Elas evitam o acúmulo de água nas ruas, reduzindo o risco de inundações. Além disso, as grades ou peneiras presentes nas bocas de lobo ajudam a filtrar resíduos sólidos, prevenindo obstruções nas tubulações. É crucial realizar manutenções regulares, como limpezas e inspeções, para garantir o funcionamento adequado desses sistemas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARDOSO NETO, Antônio. **Sistemas Urbanos de Drenagem**. Disponível em: https://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/ProducaoAcademica/Antonio%20Cardoso%20Neto/Introducao_a_drenagem_urbana.pdf. Acesso em: 21 abr. 2023.

2. COSTA, Alfredo Ribeiro da; SIQUEIRA, Eduardo Queija de; MENEZES FILHO, Frederico Carlos Martins de. **Águas Pluviais: guia do profissional em treinamento - recesa**. Brasília: Recesa, 2007. 133 p. Disponível em: https://www.pseau.org/outils/ouvrages/unb_curso_basico_de_hidrologia_urbana_nivel_3_2007.pdf. Acesso em: 20 maio 2023.
3. DUNNETT, N.; CLAYDEN, A. Rain Gardens: managing water sustainably in the garden and designded landscape. Portland: Workman, 2007.
4. G1. Cidades esponja: conheça iniciativas pelo mundo para combater enchentes em centros urbanos. G1, São Paulo, 16 fev. 2020. Disponível em: https://g1.globo.com/mundo/noticia/2020/02/16/cid_ades-esponja-conheca-iniciativas-pelo-mundo-para-combater-enchentes-em-centros-urbanos.ghtml. Acesso em: 20 maio 2023.
5. GONÇALVES, Luciana Márcia; BAPTISTA, Luana F. Da Silva; RIBEIRO, Rochele Amorim. **O USO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS DE DRENAGEM PARA CONTROLE DOS IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO**. 2016. XVII FAAP – ANAIS DO FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Luciana-Goncalves-2/publication/309286239_O_USO_DE_TECNICAS_COMPENSATORIAS_DE_DRENAGEM_PARA_CONTROLE_DOS_IMPACTOS_DA_URBANIZACAO/links/5807df2f08ae63c48fec7939/O-USO-DE-TECNICAS-COMPENSATORIAS-DE-DRENAGEM-PARA-CONTROLE-DOS-IMPACTOS-DA-URBANIZACAO.pdf. Acesso em: 20 abr. 2023.
6. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Senador Canedo**. 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/senador-canedo/panorama>. Acesso em: 22 mar. 2023.
7. IMB - Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. **Síntese de Indicadores Socioeconômicos: painéis de indicadores**. Painéis de Indicadores. 2018. Atualizada em 2022. Disponível em: https://www.imb.go.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=88&Itemid=216. Acesso em: 23 mar. 2023.
8. IMB - Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. **PAINÉIS IMB**. 2016. Disponível em: <https://www.imb.go.gov.br/files/docs/publicacoes/paineis-municipais/senador-canedo-201612.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2023.
9. LEI COMPLEMENTAR Nº 2.312, DE 6 DE FEVEREIRO DE 2020. Plano Diretor. 2020. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://itco.org.br/plano-diretor/senador-canedo/media/Lei_2312_20_Aprova_o_Plano_Diretor.pdf. Acesso em: 22 abr. 2023.
10. MELO, Tássia dos Anjostenório de; COUTINHO, Artur Paiva; CABRAL, Jaime Joaquim da Silva Pereira; ANTONINO, Antônio Celso Dantas; CIRILO, José Almir. **Jardim de chuva: sistema de biorretenção para o manejo das águas pluviais urbanas**. 2013. Revista Ambiente Construído. Disponível em: scielo.br/j/ac/a/3mKRyFjSkPdBkhdvYVGZZLL/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 19 maio 2023.
11. PFANN, Pascale. **Praça-piscina: solução eficaz para evitar alagamentos**. 2021. Fact mundi. Disponível em: <https://factmundi.com/praca-piscina-solucao-eficaz-para-evitar-alagamentos/>. Acesso em: 22 maio 2023.
12. SANT'ANA, Lucas. **Hidrologia e Drenagem Urbana**. 2016. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/lukazoxboy/aula-hidrologia-mtodo-racional>. Acesso em: 22 abr. 2023.

13. TUCCI, Carlos E. M.. **PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA: PRINCÍPIOS E CONCEPÇÃO**. 1997. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 2 n.2 Jul/Dez 1997, 5-12. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/232482>. Acesso em: 22 abr. 2023.
14. TUCCI, Carlos E. M.. **Gestão da Drenagem Urbana**. 2012. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Disponível em: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38004/LCBRSR274_pt.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 22 abr. 2023.
15. TUCCI, Carlos EM. Drenagem urbana. Ciência e cultura, v. 55, n. 4, p. 36-37, 2003
16. TUCCI, C.E.M. Drenagem Urbana in: Gestão das Águas. Revista da sociedade brasileira para o progresso da ciência. Ano 55, n.4- outubro/novembro/dezembro, 2003.
17. VICTOR, João. **Coefficiente de runoff ou de deflúvio: conceito e cálculo**. 2020. Guia da Engenharia. Disponível em: <https://www.guiadaengenharia.com/conceito-coeficiente-runoff/>. Acesso em: 22 abr. 2023.
18. VIRGILIIS, Afonso Luís Corrêa de. **Procedimentos de projeto e execução de pavimentos permeáveis visando retenção e amortecimento de picos de cheias**. 2009. 191 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-08092010-122549/publico/Dissertacao_Afonso_Luis_Correa_de_Virgiliis.pdf. Acesso em: 19 maio 2023.