

# Propostas de Sistema de Reuso de Água da Chuva como Conceito de Cidade Esponja

Proposals for Rainwater Reuse Systems as a Sponge City Concept

<sup>1</sup>Carlos Miguel da Silva Barros

<sup>1</sup>Gabrielly Pinheiro Marques de Moura

<sup>1</sup>Kauã Clayton Fernandes de Lima

<sup>2</sup>Daniele Silva Freitas

<sup>2</sup>Mariana Espinossi Roza

<sup>2</sup>Jonathan Triunfo

1. Estudantes do curso técnico em meio ambiente da ETEC Júlio de Mesquita

2. Docentes do Instituto de Ensino ETEC Júlio de Mesquita

## Resumo

As enchentes representam um problema recorrente no bairro Jardim Pantanal, localizado na várzea do rio Tietê, na cidade de São Paulo. Este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento de possíveis métodos para minimizar os impactos das inundações e seus efeitos na região, tomando como referência o conceito de Cidade-Esponja, proposto pelo paisagista chinês Kongjian Yu e aplicado em cidades como Wuhan. Foram considerados métodos já existentes, como jardins de chuva,

bacias de retenção, cisternas e pavimentos permeáveis, idealizados a partir da topografia, dos índices pluviométricos ao longo do trajeto do rio, da hidrografia local e da realidade social da população.

**Palavras-chave:** Meio Ambiente, Cidades Esponjas, Enchentes, Sistema de Reuso

## **Abstract**

Flooding is a recurring problem in the Jardim Pantanal neighborhood, located in the Tietê River floodplain in the city of São Paulo. This study aimed to survey potential methods for minimizing the impacts of flooding and its effects on the region, using the Sponge City concept proposed by Chinese landscape architect Kongjian Yu and applied in cities like Wuhan as a reference. Existing methods such as rain gardens, retention basins, cisterns, and permeable pavements were considered, based on the topography, rainfall levels along the river's course, local hydrography, and the social reality of the population.

## **Introdução**

O processo de formação de muitas cidades no Brasil, foram nas margens dos rios. Desenvolvendo-se de forma espontânea e sem planejamento; formando-se atividades econômicas locais, principalmente comerciais, trazendo pequenos aglomerados de pessoas. Entretanto o processo de urbanização nas margens dos rios, ocasionam problemas socioambientais (SILVA, 2022).

Ocorreram grandes expansões urbanas, sendo um dos motivos à migração de pessoas das zonas rurais para as cidades em busca de uma qualidade de vida melhor, o que levou ao aumento da densidade populacional nos centros urbanos (POLI, 2013).

As áreas urbanizadas refletem a interferência humana no meio natural, resultando em desmatamento, poluição, canalização de rios e aumento da temperatura. Essas mudanças intensificam as chuvas e causam enchentes, agravadas pela construção de edificações e vias em áreas de várzeas e margens de rios. Atualmente, esse problema é frequente nos períodos chuvosos das grandes

idades. As inundações ocorrem quando chuvas intensas aumentam o volume dos rios, fazendo a água transbordar para as várzeas. Embora essas áreas absorvam o excesso, a ação humana, como urbanização, impermeabilização do solo e desmatamento, intensifica as enchentes (POLI, 2013).

No cenário atual, mesmo com um avanço tecnológico contínuo, é observado uma falta de preparo para os desastres naturais como as enchentes. Não só isso, conforme avançamos acabamos por intensificar desastres dando-os detalhes antrópicos, devastando nossos lares e caminhos. Um desastre natural é “ocorrência de um fenômeno natural que modifica a superfície terrestre e atinge áreas ou regiões habitadas, causando danos materiais e humanos” (AMARAL & GUTJAHN, 2015).

O método de cidade-esponja vem sendo implantado pelo governo chinês em Wuhan desde 2015, conhecida como "a cidade dos cem lagos" sofreu alagamentos anuais após uma acelerada urbanização na década de 1980 por conta da precipitação desregulada e extrapolação da capacidade dos lagos (PENG & REILLY, 2021).

Em 2020, ano em que o método já estava implementado, o período de chuvas intensas entre 8 de junho e 19 de julho registrou um acumulado de 1.109,5 mm em algumas regiões. No entanto, não houve registros de enchentes graves. Comparado a 2016, o número de alagamentos reduziu significativamente, passando de 162 para 30, e a duração máxima de um alagamento caiu de um mês para apenas seis horas (PENG, REILLY, 2021).

Os desastres naturais mais intensos, especialmente as enchentes urbanas, representam grandes desafios às cidades. No Brasil, devido ao alto número de vítimas, a prioridade é preparar cidades e população para reduzir danos materiais, sociais e econômicos e acelerar a recuperação após os desastres (PEREIRA et.al, 2022).

De forma semelhante ao que ocorre em diversas áreas urbanas, a proximidade com os rios representa uma ameaça constante de inundações. Esse fator tem contribuído para que as camadas sociais mais favorecidas se afastem dessas zonas de risco, uma vez que tais eventos tendem a impactar, de maneira mais significativa, as populações de menor poder aquisitivo. Tal situação evidencia uma problemática

estrutural de natureza social que deve ser considerada de forma central na análise dessa temática (COELHO, 2005).

Ao analisar os desastres naturais, intensificados pela intervenção humana, e as soluções inspiradas em processos naturais, é possível direcionar o estudo para as enchentes e a busca por estratégias eficazes de mitigação. Dessa forma, a abordagem apresentada neste artigo fundamenta-se na própria dinâmica dos ecossistemas e se baseia no conceito de Cidades Esponja. Desenvolvido pelo arquiteto paisagista Kongjian Yu, esse conceito propõe a utilização de soluções baseadas na natureza para promover a absorção e filtragem da água pluvial. O principal objetivo do governo chinês na época era reduzir o risco de inundações, permitindo a reintegração gradual da água ao meio ambiente de maneira sustentável e equilibrada (FOGEIRO, 2019). Diante da urbanização desenfreada e irregular, suas consequências vêm sendo visualizadas no acréscimo dos índices de enchentes e a consequente perda de moradia, este artigo é construído para buscar alternativas às soluções utilizadas na atualidade para mitigar essa causa efeito.

## **Objetivo**

Aplicar o conceito de sistema de reuso de água da chuva como técnicas de cidades esponjas, com o objetivo de mitigar ou minimizar as águas dispensas que causam enchentes e alagamentos.

## **Metodologia**

O bairro Jardim Pantanal, situado na zona leste do estado de São Paulo, foi ocupado de maneira irregular e sem planejamento urbano adequado. Está localizado próximo a algumas curvas do rio Tietê, que formam bolsões de água e resultam em frequentes inundações. Dessa forma, por estar em uma área abaixo da várzea do rio, o bairro enfrenta recorrentes enchentes, levando diversas famílias a perderem suas moradias, bens materiais e, em alguns casos, até mesmo a vida de entes queridos. Um exemplo significativo foi a situação de calamidade pública registrada entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010, período no qual a população enfrentou adversidades extremas sem a devida assistência, exposta a condições precárias de

saneamento e saúde, refletindo a vulnerabilidade socioambiental da região (LICCO, SEO, 2013).

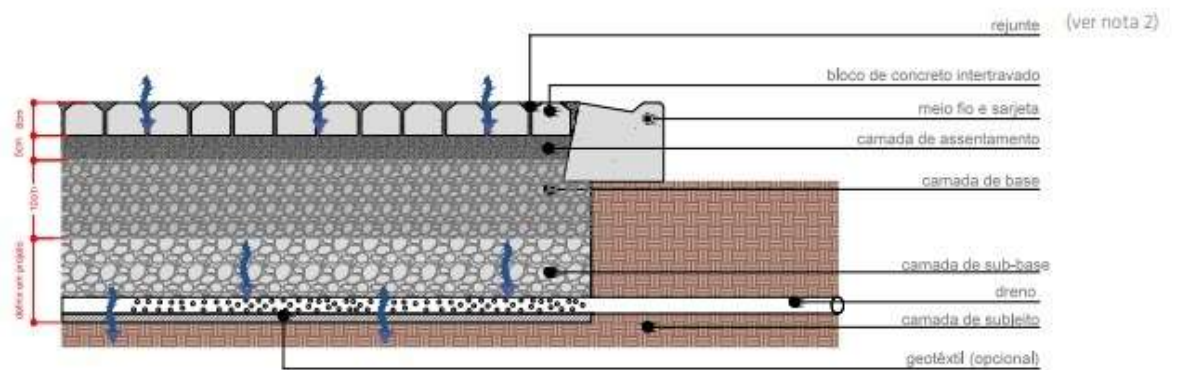
Na cidade de São Paulo, onde está situado o bairro Jardim Pantanal, a incidência de precipitações é maior durante o verão, com uma média pluviométrica de 618,0 mm, conforme dados da estação meteorológica do IAG-USP. Devido à ocupação urbana sobre a várzea do rio Tietê, uma área que deveria ser classificada como Área Prioritária de Recuperação Ambiental (APRA), os alagamentos e deficiências no sistema de drenagem ocorrem de forma recorrente, independentemente da estação do ano. Esse cenário é agravado pelo fato de que mais da metade do bairro encontra-se em uma cota altimétrica inferior à curva de nível mestre de 730 metros, tornando a região altamente vulnerável a inundações (GOMES, GATTI, 2021).

Utilizando metodologias qualitativas e quantitativas, foram observadas algumas medidas que poderiam ser implementadas para a contenção das enchentes e para o reuso da água na região do Jardim Pantanal, contemplando tanto as áreas mais próximas ao rio Tietê quanto os bairros interligados ao restante do município. Durante a pesquisa, foram encontradas quatro medidas para contemplar o problema da área de estudo, buscando minimizar as águas dispersas.

O Rio Tietê tem enorme importância para o Estado de São Paulo por conta de sua grande capacidade de escoar as produções industriais e agrícolas, por nascer em Salesópolis em São Paulo e percorrer 1.136 quilômetros no sentido leste até o Rio Paraná ele faz o contrário da maioria dos rios que correm no sentido do mar, correndo sentido interior por não conseguir sobrepor a Serra do Mar (OLIVEIRA, 2014).

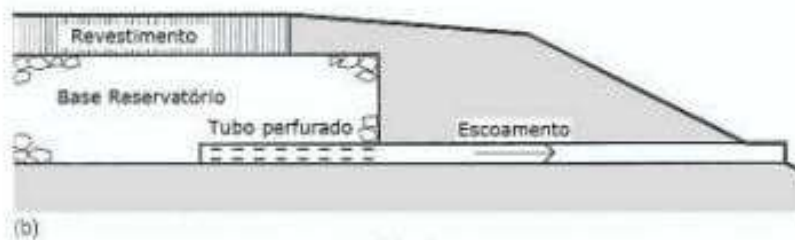
Por conta de seu fluxo e da localização do Jardim Pantanal abaixo da curva de nível mestre (GOMES; GATTI, 2021), o bairro alaga pela água que vem de partes anteriores no trajeto do rio que levam a água até lá. Uma das formas de impedir as enchentes seria a criação de bacias de retenção e retenção mais conhecidos como "bolsões" que são bacias que tem a função de reter a água proporcionando infiltração rápida e contenção da chuva (BARROS, 2000) nesses trechos prévios evitando a água de chegar até a região de cheia.

Os bolsões são importantes antes e depois da região de estudo. O bolsão antes é ideal para comportar a água que escoada das regiões mais altas, visto que o Jardim Pantanal é localizado em uma área de várzea, com isso ele contém grande parte da água, diminuindo o volume que se acumula. A outra bacia de contenção vai servir principalmente como bacia de armazenamento, onde se desagüam os dutos dos pavimentos permeáveis, e das cisternas das rotatórias, após isso essa água será direcionada para a ETE mais próxima, para que essa água seja tratada e possa voltar ao uso.



Pavimento permeável de infiltração superficial

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). Projeto técnico: pavimento permeável (2013).



Pavimento permeável com reservatório

Fonte: VIRGILIS, 2009

Outro método a ser adotado é o do pavimento permeável, que consiste em um dispositivo de infiltração no qual o escoamento superficial é desviado através de uma superfície permeável para um reservatório de pedras localizado sob o terreno (URBONAS; STAHRÉ, 1993). Sua utilização em áreas urbanas tem como objetivos reduzir a vazão drenada superficialmente, melhorar a qualidade da água e contribuir para o aumento da recarga de águas subterrâneas (ARAUJO; TUCCI; GOLDENFUM, 2000).

Dentre os modelos de pavimento permeável analisados na construção do presente artigo, é essencial o uso de modelos de armazenamento, onde o uso da saída lateral seria voltado ao direcionamento das águas pluviais por meio de uma tubulação ligada a uma bacia de contenção que, de modo equivalente, seria interligado à rede hídrica e de esgotamento, conduzindo o excesso de água para a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) mais próxima, localizada em São Miguel Paulista, a aproximadamente três quilômetros do Jardim Pantanal. (VIRGILIS, 2019).

O valor da mão de obra e dos materiais necessários para a construção e mantimento desse tipo de pavimento, é, por diversos motivos, de custo mais elevado que os comuns. Pois essa estrutura requer manutenção constante e materiais diferenciados e/ou de maior qualidade no mercado (BONAFÉ, 2016).

Uma forma de utilizar a água que ainda sim chegaria no Jardim Pantanal tanto pelo rio quanto pela precipitação seria o uso de cisternas que são reservatórios artificiais fabricados em diversos materiais, capacidades de armazenamento e formas, com o intuito de armazenar águas da chuva tanto em áreas urbanas quanto em áreas rurais, oferecendo diversos benefícios para a população.

A captação da água da chuva ocorreria a partir de calhas de zinco ou de PVC que são instaladas nos telhados das casas, responsáveis por direcionar a água para dentro da cisterna por meio de canos PVC. Já para a construção da cisterna em si, inicialmente um buraco é escavado no solo para acomodar parte da estrutura (cerca de dois terços da altura da cisterna), proporcionando sustentação para a mesma. Esse tipo de cisterna é construído com placas de concreto pré-moldadas com dimensões específicas (SOUZA, 2024).

No Jardim Pantanal as cisternas não poderiam ser construídas de forma individual tanto pela condição social das pessoas quanto pela própria arquitetura do bairro então cisternas comunitárias no centro de ruas e rodovias seria a medida adotada.

Uma outra forma de conter e utilizar essa água na melhoria na qualidade de vida da população e na retenção de enchentes são os jardins de chuva, que consistem em áreas vegetadas construídas em nível abaixo da superfície, capazes de capturar e armazenar o escoamento superficial proveniente das áreas impermeáveis ao redor, tratando os poluentes transportados por essas águas (HESS, 2017). A água temporariamente armazenada no jardim infiltra-se no solo ou retorna à atmosfera por meio da evapotranspiração. Sendo assim, essa técnica busca recriar as condições hidrológicas naturais de uma bacia, contribuindo para o controle do volume de escoamento superficial e para o tratamento das águas pluviais (SAATKAMP, 2019).

## **Resultados e discussão**

Ao analisar os mapas disponibilizados no site do geosampa, pode-se afirmar que todos os anos apresentados tiveram inundações, provando que as enchentes não foram causadas totalmente pela permeabilização do solo, mas principalmente por ser uma área que se encontra em uma região de várzea, logo, é preciso conter a água que vem da Serra antes, diminuindo o volume que se acumula junto a precipitação da própria região, mas também adotar medidas que para a captação da água dispersa local e dar um direcionamento a ela, como foi proposto na metodologia.

Pegando dados pluviométricos de alagamentos anteriores de 2014 onde choveu  $64,2\text{L}/\text{m}^2$  e pensando em conter uma precipitação desse nível com os métodos apresentados o tipo asfalto permeável pesquisado absorvendo  $2,1\text{L}/\text{m}^2\text{min}$  absorveria essa quantidade de chuva em aproximadamente meia hora que aliado aos Jardins de chuva que dependendo de sua área e profundidade pode absorver 312 milímetros em uma hora por metro quadrado.

Em relação aos bolsões, a água que seria barrada antes de chegar seria o suficiente para impedir a chegada de maioria do acúmulo que vem de trechos anteriores do rio que o sobrecarregam e causam as inundações.

As cisternas mais comuns armazenam em média 16 mil litros de água como foi mostrado anteriormente, sua principal função seria a de armazenar o excesso de água para que ele pudesse ser utilizado de outras formas como na limpeza das ruas com caminhões pipa.

Pode-se chegar à conclusão com o que foi apresentado de que as medidas auxiliariam na diminuição de enchentes frequentes no distrito. É esperado que, com o auxílio deste artigo, o governo do estado de São Paulo estude estas técnicas e busque aplicá-las na região, as alinhando com o conceito de pôlderes que já possuem estudos sendo realizados pelo estado, e descartando a hipótese de remoção de moradores, já que não é necessária, e seria uma ação que geraria desconforto e insatisfação da população.

## **Referências Bibliográficas**

**ACIOLY, C.; DAVIDSON, F. Densidade urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana. 2. ed. Rio de Janeiro: Mauad, 2011.**

**ARAUJO, Paulo; TUCCI, Carlos; GOLDENFUM, Joel. Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial, 2000.**

**BARROS, L. C. de. Captação de águas superficiais de chuvas em barraginhas. Sete Lagoas:**

**Embrapa Milho e Sorgo, 2000.16 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 2).**

**BONAFÉ, Gabriel. Pavimentos Permeáveis evitam o acúmulo de água no piso. 2016. Disponível em: [https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/pavimentos-permeaveis-evitam-acumulo-de-agua-no-piso\\_10955\\_0\\_1](https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/pavimentos-permeaveis-evitam-acumulo-de-agua-no-piso_10955_0_1)**

**FREITAS, Carlos M.; XIMENES, E. F. Enchentes e saúde pública – uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas para prevenção e mitigação. Ciência & Saúde Coletiva, v. 17, n. 6, p. 1601-1615, 2012.**

**GOMES, Gatti. Jd. Pantanal: Plano emergencial e propostas iniciais para o Plano de Bairro. São Paulo: IAB, 2021.**

**HESS, Amanda J. Monitoring of evapotranspiration and infiltration in rain garden designs, 2014.**

**KADLEC, Robert H.; WALLACE, Scott D. Treatment Wetlands. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2009.**

**LICCO, Eduardo Antônio; SEO, Emília SatoshiMyamuru. Perigos e riscos naturais: estudo de caso do Jardim Pantanal. InterfacEHS, v. 8, n. 1, p. 22, 2013.**

**OLIVEIRA, Maiara S. Nas águas do asfalto: O século do rio tietê e o planejamento da mobilidade na cidade de São Paulo(1930-2014), 2014.**

**PEREIRA, Letícia de Santana; NEGREIROS, Iara; LEONETTI LOPES, Karina; ABIKO, Alex. As Cidades resilientes: desafios frente às enchentes urbanas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19.,**

**2022. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1–14. DOI: 10.46421/entac.v19i1.2237. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/2237>. Acesso em: 26 set. 2025.**

**POLI, C. As causas e as formas de prevenção sustentáveis das enchentes urbanas. In: 2º Seminário Nacional de Construções Sustentáveis, 2013, Passo Fundo.**

**REILLY, Kate; PENG, Yunyue. Using Nature to Reshape Cities and Live with Water: An Overview of the Chinese Sponge City Programme and Its Implementation in Wuhan, 2021.**

**SAATKAMP, Gabriela. Jardim de chuva: estudo comparativo de um sistema de biorretenção e uma bacia de amortecimento pluvial, 2019.**

**SEZERINO, Paulo H.; SPERLING, Marcos Von. Wetlands Brasil, 2018.**

**SOUZA, Fagner Vilas Boas. Administração Pública x Enchentes: os novos instrumentos urbanísticos introduzidos pela Lei Federal nº 12.608/12. Revista da Procuradoria Geral do Estado de São Paulo, São Paulo, n. 80, p. 37-60, jul./dez. 2014.**

**URBONAS, B.; STAHRÉ, P. Stormwater Best Management Practices and Detention: for Water Quality, Drainage, and CSO Management. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1993.**

**UTSUNOMIYA, Vitor S.; RODRIGUES, Lucas A. Wetlands construídos como alternativa ecologicamente correta, 2023.**

**VYMAZAL, Jan. Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: A Review. Ecological Engineering, 2008.**

**WALZBURIECH, Larissa; SCHOEDER, Amanda K.; SEZERINO, Paulo H. Aplicabilidade da Ecotecnologia dos Wetlands construídos no tratamento de esgoto de forma descentralizada no CAMPI da UFSC, 2019.**