

## **IMPACTO DO USO PISCININHAS EM EVENTOS MÁXIMOS DE PRECIPITAÇÃO EM ARACAJU/SE**

ISABELLA SANTOS NASCIMENTO<sup>1</sup>, ZACARIAS CAETANO VIEIRA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Discente do Curso de Engenharia Civil, IFS, Aracaju-SE, isanasto@gmail.com;

<sup>2</sup>Me. Engenharia Civil e Ambiental, Prof. COED, IFS, Aracaju-SE, zacariascaetano@yahoo.com.br

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
15 a 17 de setembro de 2021

**RESUMO:** Os sistemas de drenagem das cidades têm se mostrado ineficientes, principalmente na ocorrência de eventos de precipitação de elevada altura ou intensidade. Torna-se necessário que alternativas sejam adotadas para trabalhar em conjunto com a drenagem tradicional buscando uma redução dos eventos de inundação e enchentes nas cidades. Dentre essas alternativas podemos citar a utilização de reservatórios de detenção, também chamados de piscininhas. Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo simular o uso de piscininhas na cidade de Aracaju/SE e analisar o impacto na drenagem urbana durante a ocorrência de eventos extremos. Inicialmente adotou-se o Terminal de Integração da Zona Oeste como estudo de caso para realização do trabalho. Em seguida, dimensionou-se a piscininha, utilizando a Lei das Piscininhas da cidade de São Paulo (Lei 13.276/2002), e em seguida, simulou-se o volume de água jogado na rede de drenagem, com e sem esse dispositivo. Por fim, foi calculado o tempo de retardo considerando as intensidades pluviométricas indicadas pela NBR 10844/1898. Os resultados mostram que a redução no volume de água jogado na rede de drenagem variou de 7,26% em maio, até 22,86% em janeiro. O tempo de retardo variou de 4,28 até 5,34 minutos, de acordo com o volume da piscininha e intensidade de precipitação. Conclui-se que a utilização das piscininhas pode contribuir significativamente com a redução do volume de água jogado na rede de drenagem no momento da chuva, reduzindo os riscos de inundações; sendo necessário para isso que seu dimensionamento seja criterioso, e seu uso seja disseminado e inserido nas zonas urbanas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Chuvas intensas, elevada pluviometria, inundações e enchentes.

### **IMPACT OF PISCINHAS USE ON MAXIMUM PRECIPITATION EVENTS IN ARACAJU/SE**

**ABSTRACT:** The drainage systems of the cities have been inefficient, especially in the occurrence of precipitation events of high height or intensity. It is necessary that alternatives be adopted to work together with traditional drainage seeking a reduction of flood events and floods in cities. Among these alternatives we can mention the use of holding reservoirs, also called piscinhas. In view of the above, this work aims to simulate the use of piscinhas in the city of Aracaju/SE and analyze the impact on urban drainage during the occurrence of extreme events. Initially, the West Zone Integration Terminal was adopted as a case study to carry out the work. Then, the piscininha was sized, using the Law of the Piscininhas of the city of São Paulo (Law 13.276/2002), and then the volume of water thrown into the drainage network was simulated, with and without this device. Finally, the delay time was calculated considering the rainfall intensities indicated by NBR 10844/1898. The results show that the reduction in the volume of water thrown into the drainage network ranged from 7.26% in May, to 22.86% in January. The delay time ranged from 4.28 to 5.34 minutes, according to the volume of the piscininha and precipitation intensity. It is concluded that the use of piscinhas can contribute significantly to the reduction of the volume of water thrown into the drainage network at the time of rain, reducing the risk of flooding; it is necessary for its dimensioning to be judicious, and its use is disseminated and inserted in urban areas.

**KEYWORDS:** Heavy rainfall, high rainfall, flooding and flooding.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da malha urbana ocasiona a impermeabilização fazendo que o volume, antes retido pela vegetação e infiltrado no solo, esco rapidamente até atingir os canais de drenagem, resultando em um aumento considerável da vazão máxima dos rios e provocando uma antecipação do pico de cheia (SMDU, 2012 apud PAULA; LEITE; KOIDE, 2017)) causando inúmeros transtornos à população. Dentro desse contexto, no Brasil foram oficialmente reportados 493 desastres naturais, atingindo 18.557.233 pessoas, onde aproximadamente 9% deste montante, foram atingidos por eventos severos de alagamentos e inundações urbanas (BRASIL/CENAD, 2014).

A impermeabilização pode causar deterioração da qualidade dos recursos naturais, em particular dos recursos hídricos. Conforme relata Campana e Bernardes (2010) o escoamento decorrente da precipitação lava ruas, telhados, calhas e demais superfícies, carregando os mais diversos detritos e contaminantes para os corpos receptores através da drenagem existente.

O método tradicional de drenagem urbana baseia-se no princípio de escoar o volume excedente o mais rápido possível para jusante, o que apenas transfere os impactos para outros pontos, não resolvendo o problema, e configurando-se como uma solução eficaz em curto prazo, mas em longo prazo a necessidade de ampliação das redes, torna-se insustentável (KIPPER, 2015). Atualmente, tem-se tornado mais frequente a adoção de medidas que visam atenuar a geração das enchentes urbanas, tais como: adoção de superfícies permeáveis, construção de reservatórios de retenção de águas pluviais e uso de telhados verdes, entre outros (VIEIRA et al., 2018). Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo simular o uso de piscininhas na cidade de Aracaju/SE e analisar o impacto na drenagem urbana durante a ocorrência de eventos extremos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste trabalho utilizou-se o Terminal de Integração da Zona Oeste, localizado na cidade de Aracaju, estado de Sergipe. Esse é um dos terminais que compõem o transporte coletivo urbano, o qual é feito exclusivamente por sistema de ônibus, sendo composto de um sistema integrado que permite ao passageiro trocar de ônibus sem precisar pagar uma nova passagem (VIEIRA et al., 2016).

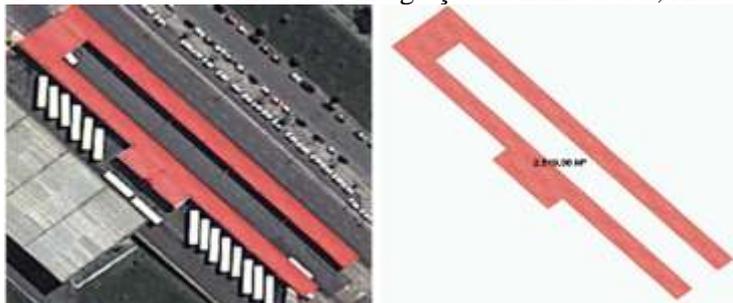
Figura 1. Terminal de Integração da Zona Oeste, Aracaju –SE



Fonte: Instituto Marcelo Déda (<http://www.institutomarcelodeda.com.br>)

Para estimar a área de cobertura do terminal da Zona Oeste, Vieira et al (2016) utilizaram as ferramentas Google Earth Pro e AutoCAD e obtiveram uma área de 2519,36 m<sup>2</sup>. Vale ressaltar que os valores obtidos se referem à projeção horizontal da cobertura, resultando em valores aproximados.

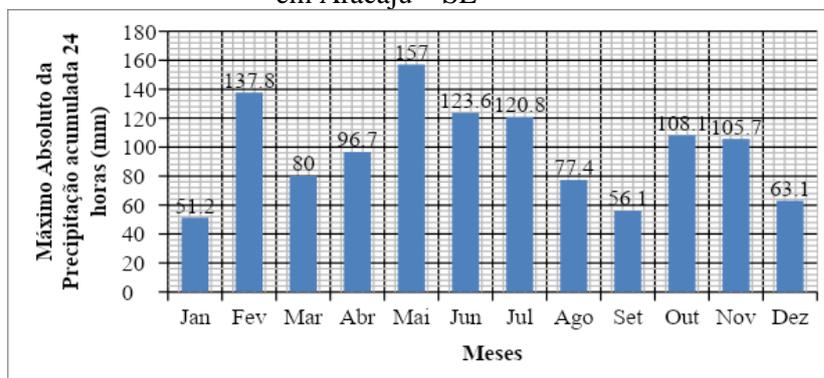
Figura 2. Cobertura do Terminal de Integração da Zona Oeste, Aracaju –SE



Fonte: Vieira et al (2016)

Para realização da simulação adotou-se os maiores eventos de precipitação ocorridos no intervalo de 24 horas (mm), em cada mês, no período de 1981-2010, em Aracaju – SE.

Figura 3. Máximo absoluto da precipitação acumulada em 24 horas (mm) no período de 1981-2010, em Aracaju – SE



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2019)

Para analisar o impacto das piscininhas no tempo de retardo, serão adotadas as intensidades pluviométricas de Aracaju/SE para os períodos de retorno de 1, 5 e 25 anos, conforme a NBR 10844 (ABNT, 1989) indicadas na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1. Intensidade pluviométrica para diferentes períodos de retorno

Local	Intensidade Pluviométrica (mm/h)		
	Período de retorno (anos)		
	1	5	25
Aracaju	116	122	126

Fonte: ABNT (1989).

Inicialmente calculamos a vazão, para as diferentes intensidades pluviométricas consideradas, utilizando a Equação 1, extraída de NBR 10844 (ABNT, 1989):

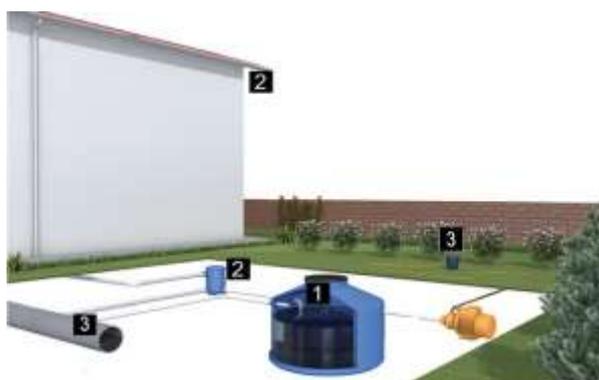
$$Q = \frac{i \times A}{60} \quad \text{Equação 1}$$

Em que: Q = vazão (L/min); i = intensidade pluviométrica (mm/h) e A = área de cobertura (m<sup>2</sup>).

Considerando as diferentes vazões calcularemos quanto tempo levará para que a piscininha seja cheia, ou seja, em quanto tempo ela irá retardar o escoamento para rede de drenagem. A geração do escoamento no telhado convencional é praticamente imediata, pois a água incide sobre o telhado, escorre para as tubulações da instalação predial de águas pluviais e desta para rede de drenagem. No caso do uso de reservatório de retenção (piscininhas), ocorre um retardo no início do escoamento, pois a chuva incide sobre a cobertura, e só depois que encher esse reservatório se inicia o escoamento para a rede de drenagem. Esse retardo dependerá da intensidade e duração da chuva, bem como o volume reservatório.

Conforme relata Vieira et al. (2018) o sistema é constituído pelas seguintes partes: 1) o reservatório de acumulação que podem ser moldados in loco (concreto, alvenaria etc) ou industrializado; 2) calhas e condutores verticais e horizontais que captam a água e conduzem até um filtro e depois encaminha para o reservatório; 3) dispositivo para o esvaziamento, tendo em vista que a lei paulistana determina que a água reservada seja dispensada em solo permeável ou na rede pública de esgoto depois de 1 hora do final da chuva, podendo essa água ser reutilizada para fins não potáveis na própria edificação.

Figura 4. Sistema de retenção de águas pluviais



Fonte: CORSINI (2011) apud VIEIRA *et al*, (2018).

A cidade de Aracaju ainda não possui nenhuma lei que trate especificamente desse dispositivo, ou seja, que exija e que indique uma metodologia de dimensionamento de piscininhas. Diversas cidades como Rio de Janeiro, Nova Iguaçu, Niterói e São Paulo exigem o uso de reservatórios de águas pluviais em loteamentos que possuam algum percentual de área impermeável, o qual varia conforme o critério adotado para a retenção temporária das águas pluviais que precipitam sobre cada lote, podendo captar através dos telhados, coberturas, pisos e áreas impermeáveis (COELHO; PAGE; HORA, 2016). Para dimensionamento da piscininha neste trabalho, adotou-se a lei de São Paulo (Lei 13.276/2002) que utiliza a fórmula abaixo.

$$V = 0,15 \times A_i \times IP \times t \quad \text{Equação 2}$$

Em que:  $V$  = volume do reservatório ( $m^3$ );  $A_i$  = área impermeabilizada ( $m^2$ );  $IP$  = índice pluviométrico (adotado como  $0,06$  m/h) e  $t$  = tempo de duração da chuva (igual a 1 hora).

Para determinar o volume de chuva captado que incide na cobertura e é direcionado para rede de drenagem, utilizou-se a equação constante em Tomaz (2003):

$$Q = A \times C \times (P - I) \quad \text{Equação 3}$$

Em que:  $C$  e o coeficiente de escoamento superficial,  $0,80$  (cobertura metálica);  $P$  e a precipitação diária, em milímetros (Figura 3);  $I$  e a interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação, geralmente  $2$  mm;  $A$  e a área da cobertura em metros quadrados;  $Q$  e o volume produzido pela chuva, em litros.

Simulando a utilização de piscininhas nesse local, calculamos o volume de água jogado na rede de drenagem ao final de cada evento de precipitação, utilizando a Equação 4, apresentada abaixo.

$$V_{\text{rede de drenagem}} = Q - V \quad \text{Equação 4}$$

Em que:  $V_{\text{rede de drenagem}}$  é volume de água jogado na rede de drenagem, sendo este igual ao volume de chuva captado pela cobertura ( $Q$ ) conforme equação 3, menos o volume da piscininha ( $V$ ) calculado pela equação 2.

Quando se inicia um evento de precipitação, essa água é direcionada a piscininhas, e somente quando esse dispositivo enche, é que ocorre o extravasamento, e esse volume é direcionado para a rede de drenagem urbana.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a indicação da lei paulistana e a área de cobertura do Terminal de Integração da Zona Oeste, chegamos ao volume do reservatório abaixo:

$$V = 0,15 \times A_i \times IP \times 1$$

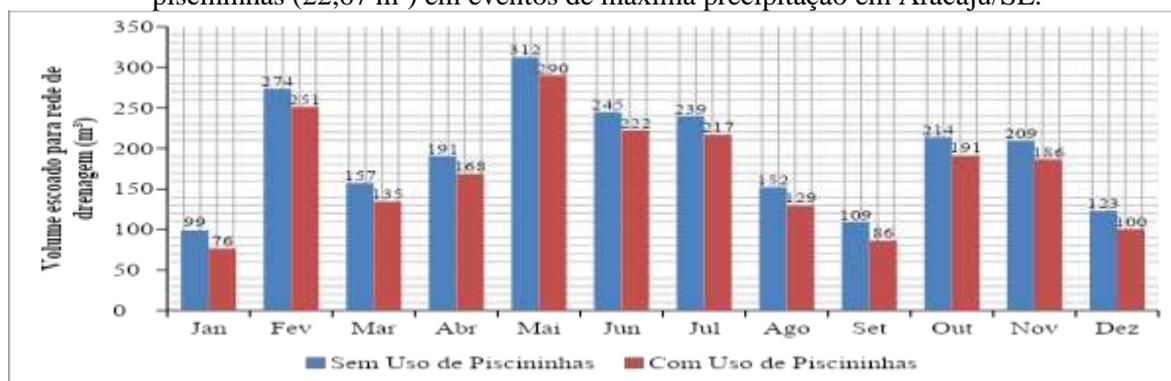
$$V = 0,15 \times 2519,36 \times 0,06 \times 1$$

$$V = 22,67 \text{ m}^3$$

Vale salientar que existem outras várias metodologias de se calcular o volume do reservatório, como por exemplo, as metodologias apresentadas na NBR 15512/2007 – Água de chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.

Considerando a área de cobertura do terminal ( $A = 2519,36 \text{ m}^2$ ), as precipitações máximas acumuladas em 24 horas em cada mês (Figura 3), volume calculado para piscininha (Equação 1) e utilizando as equações 2 e 3, realizamos a simulação do uso desse dispositivo. Os resultados da simulação são apresentados abaixo.

Figura 5. Simulação do volume de água jogado diretamente na rede de drenagem sem e com o uso de piscininhas ( $22,67 \text{ m}^3$ ) em eventos de máxima precipitação em Aracaju/SE.

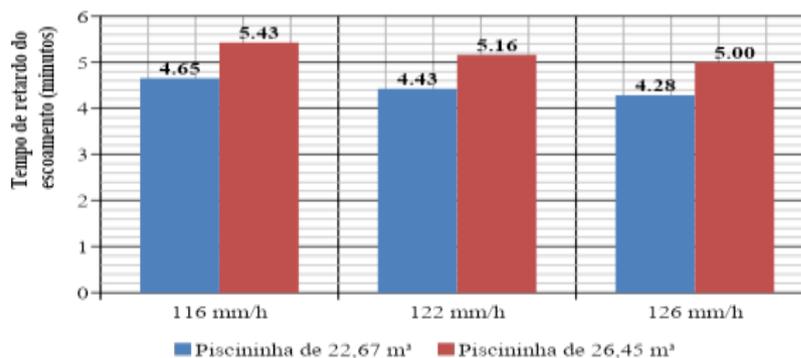


Fonte: Os autores

Em todos os eventos simulados, houve o enchimento das piscininhas, e posteriormente, o extravasamento da água para a rede de drenagem urbana, ou seja, em cada evento houve uma redução do volume escoado de  $22,67 \text{ m}^3$  (22670 litros). Em termos percentuais, a redução conseguida foi de 7,26% no máximo evento registrado em maio, até 22,86% no máximo evento registrado no mês de janeiro.

O tempo de retardo corresponde ao tempo necessário para que a piscininha seja totalmente cheia, e assim, comece a extravasar o excedente de água para a rede de drenagem. Esse tempo é diretamente proporcional à intensidade da chuva, e inversamente proporcional ao volume de retenção de cada sistema. A simulação considerando o volume de piscininha calculado ( $22,67 \text{ m}^3$ ), a área de cobertura do terminal e as intensidades pluviométricas em Aracaju/SE para os períodos de retorno de 1, 5 e 25 anos são apresentados abaixo. Conforme relata Carvalho Júnior (2014) o tempo de retardo de 5 minutos, é capaz de reduzir o pico de cheia do hidrograma de chuvas de maior frequência com a mesmas características. Assim, pode-se adotar uma piscininha de maior volume para aumentar esse período de retardo, na Figura 5, simulou-se o uso de uma piscininha de  $26,45 \text{ m}^3$ , obteve-se um retardo de 5 minutos, mesmos na ocorrência de um evento mais intenso.

Figura 6. Retardo do escoamento para rede de drenagem na cobertura do Terminal Zona Oeste, em Aracaju/SE com uso de piscininha de  $22,67 \text{ m}^3$  e de  $26,45 \text{ m}^3$ .



Fonte: Os autores

A simulação indicou um tempo de retardo, na ocorrência de eventos com essas intensidades pluviométricas, variando de 4,28 minutos (126 mm/h) até 4,65 minutos (116 mm/h). O tempo de retardo não é influenciado pela área do telhado, mas pelo volume da piscininha. A simulação usando uma piscininha de 26,45 m<sup>3</sup> indicou tempos de retardos de 5,0 minutos (126 mm/h), 5,16 minutos (122 mm/h) e 5,43 minutos (116 mm/h)

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos podemos concluir que:

- a) A utilização das piscininhas pode contribuir significativamente com a redução do volume de água jogado na rede de drenagem no momento da chuva, reduzindo os riscos de inundações, sendo necessário para isso que, seu uso seja coletivo e inserido na urbanização da cidade.
- b) O volume armazenado pode ser utilizado para fins não potáveis, reduzindo o consumo de água da rede de abastecimento, necessitando para tal, que exista um programa de uso racional de água na edificação que contemple a utilização dessa água, tais como rega de jardim, lavagem de carros, lavagem de pisos, etc.
- c) Para precipitações com alturas e intensidades inferiores aos valores simulados, de ocorrência mais frequente, teremos um aumento do retardo na geração do escoamento, impactando positivamente no sistema de drenagem das cidades, reduzindo e retardando a ocorrência das vazões de picos.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais. 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT 1989. 13 p.
- BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Valor Máximo Absoluto da Precipitação Acumulada em 24h (mm). 2019. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 22 jun. 2019.
- BRASIL. Ministérios da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. Anuário brasileiro de desastres naturais: 2013/ Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres – CENAD, Brasília, 2014. 106p.
- Carvalho Júnior, R. Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias: Princípios básicos para elaboração de projetos. São Paulo: Blucher, 2014. 261 p.
- Campana, N.; Bernardes, R. Qualidade do escoamento na rede de drenagem pluvial urbana: a situação de Brasília-DF. Revista de Gestão de Água da América Latina, [s.l.], v. 7, n. 2, p.53-65, 2010. Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH. <http://dx.doi.org/10.21168/rega.v7n2.p53-65>.
- Coelho, F. G.; Page, R. M.; Hora, M. de A. G. M. Uso de reservatórios de águas pluviais residenciais como auxílio na drenagem urbana. Revista Hydro, São Paulo, ano XI, v. 121, p.36-39, nov. 2016.
- Kipper, R. A. Drenagem urbana: comparativo de custos no dimensionamento utilizando sistemas de drenagem tradicional (higienista), e compensatória com microrreservatórios. 2015. 79 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.
- Paula, A. C. V. de; Leita, M. E.; Koide, S. Drenagem urbana - Análise de problemas de novos loteamentos: Estudo de caso no Setor Habitacional Vicente Pires. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS, 2017, Belo Horizonte. Anais do XI ENAU. Porto Alegre: ABRHidro, 2017.
- Vieira, Z. C.; Santos, S. C.; Silva, G. B.; Dantas, K. S. A.; Figueiredo, E. Simulação do uso de telhados verdes prontos para atenuação de enchentes urbanas: o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe como estudo de caso. Revista Tecnologia, [s.l.], v. 39, n. 2, p.1-13, 19 dez. 2018. Fundação Edson Queiroz. <http://dx.doi.org/10.5020/23180730.2018.8014>.
- Vieira, Z. C.; Júnior, C. G. S.; Santos, D. L.; Ferreira, M. S.; Coutinho, R. S. Simulação do uso de "piscininhas" em edificações e sua influência na drenagem urbana. In: XI ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE, 2018, Aracaju. Anais do XI ENREHSE. Aracaju: Editora UFS, 2018. p. 646 - 561.
- Vieira, Z. C.; Júnior, C. G. S.; Ferreira, M. S.; Melo, C. A. Avaliação dos volumes de cisternas para uso em terminais de integração com demandas estimadas. In: XIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 2016, Aracaju. Anais do XIII SRHN. Porto Alegre: ABRH, 2016.