

# IMPACTO DA ADOÇÃO DE CISTERNAS SOBRE A VAZÃO DE PICO EM PONTOS CRÍTICOS NA CIDADE DE AVARÉ (SP)

Gabriel Rondina Pupo da Silveira<sup>1</sup>  
Dionei Douglas de Lima Oliveira<sup>2</sup>  
Micael Rocha Silva<sup>3</sup>

**Resumo:** O crescimento da urbanização evidenciou a dificuldade das abordagens higienistas e compensatórias para atender à drenagem, dando destaque às medidas com foco no desenvolvimento de baixo impacto. Porém, em centros urbanos consolidados a implementação de algumas delas é dificultada. A utilização de cisternas torna-se então uma alternativa promissora, que tem sido estimulada com foco na sustentabilidade. Contudo são raras as avaliações de seu impacto sobre a drenagem urbana. Analisou-se o impacto hipotético da adoção de cisternas captando água das coberturas das edificações das áreas selecionadas, comparando-se a vazão passível de armazenamento com a de pico. Num cenário considerado mais realista obtiveram-se reduções entre 18,24% e 30,20%. Não é possível afirmar que o uso de cisternas solucionaria definitivamente as inundações, mas ficou visível que impactaria significativamente as vazões críticas, pelo que deveriam receber maior atenção na elaboração de políticas públicas.

**Palavras-chave:** Drenagem Urbana. Inundações. Desenvolvimento de Baixo Impacto. Cisternas.

## IMPACT OF THE ADOPTION OF CISTERNS ON THE PEAK FLOW AT CRITICAL POINTS IN THE CITY OF AVARÉ (SP)

**Abstract:** The urbanization's growth has highlighted the difficulty of hygienic and compensatory approaches to drainage, focusing on low-impact development measures. However, in consolidated urban centers, the implementation of some of them is difficult. The use of cisterns then becomes a promising alternative, which has been encouraged with a focus on sustainability. Despite that, assessments of its impact on urban drainage are rare. The hypothetical impact of adopting cisterns capturing water from the roofs of buildings in the selected areas was analyzed, comparing the flow that could be stored with the peak flow. In a more realistic scenario, reductions between 18.24% and 30.20% were obtained. It's not possible to state that the use of cisterns would definitively solves floods, although it was clear that it would significantly impact critical flows, which is why it should receive greater attention in the elaboration from public policies.

---

<sup>1</sup> Doutor em Agronomia pela Unesp de Botucatu (SP). Email: [gabrielrondina@hotmail.com](mailto:gabrielrondina@hotmail.com)

<sup>2</sup> Graduado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Sudoeste Paulista. Email: [dionei.douglas@gmail.com](mailto:dionei.douglas@gmail.com)

<sup>3</sup> Graduado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Sudoeste Paulista. Email: [micaelrstag@gmail.com](mailto:micaelrstag@gmail.com)

**Keywords:** Urban Drainage. Floods. Low Impact Development. Cisterns.

## INTRODUÇÃO

Os sistemas de drenagem urbana desempenham um papel indispensável ao desenvolvimento socioeconômico das civilizações, permitindo o redirecionamento das águas pluviais (HERNANDEZ; SZIGETHY, 2021), evitando transtornos que estas causariam num meio ocupado pelo ser humano (BARBOSA, 2006). Por sua importância são considerados parte basilar da infraestrutura das cidades (BRASIL, 2020).

Nos primórdios do século XX o princípio que norteava os sistemas de drenagem era a retirada das águas das áreas urbanas para destiná-las aos corpos d'água (TUCCI, 2012). Essa solução passou a ser um problema à medida que se deu o crescimento das cidades, simultaneamente à retificação e canalização de cursos hídricos e à ocupação de suas margens. Tais mudanças levaram ao aumento da área de contribuição das bacias hidrográficas e conseqüentemente da vazão, em grande parte devido à impermeabilização do solo, bem como reduziram a área disponível para o transbordamento natural dos cursos d'água durante as cheias.

Desta forma, as redes de drenagem em muitos casos tornaram-se insuficientes para atender à demanda, por vezes chegando a sobrecarregar os canais receptores, afetando pontos a jusante (BOTELHO, 2017; MIGUEZ, 2015; SÃO PAULO, 2018; TUCCI, 2012). Isso evidenciou a necessidade de se repensar os meios de execução da drenagem, fomentando o surgimento de novos sistemas inspirados no ciclo hidrológico natural (MIGUEZ, 2015; TUCCI, 2012). No entanto esses métodos enfrentam dificuldades para ser implantados, uma vez que na maioria das regiões afetadas a disponibilidade de áreas utilizáveis (grandes o suficiente e/ou permeáveis) é pequena, visto se tratar de centros urbanos consolidados.

Assim, formas alternativas focadas no controle de vazão de águas pluviais nas edificações se revelam mais exequíveis, podendo inclusive ser implementadas sem a necessidade de demolições ou de investimentos diretos do Poder Público. Em virtude dessas vantagens passaram até mesmo a receber incentivos de políticas públicas, a exemplo do Programa IPTU Verde (Programa Imposto Predial e Territorial Urbano Verde), e do Programa Municipal de Uso Racional e Reuso de Água em Edificações, em vigor em Avaré e Bauru (SP), respectivamente (AVARÉ, 2016, 2019; BAURU, 2011).

Avaré sofre há pelo menos duas décadas com inundações (AVARÉ, 2000), devidas à alta taxa de impermeabilização somada às características topográficas da cidade, que ocasionam a concentração de água em córregos canalizados que não suportam a vazão recebida, gerando grandes danos sociais e econômicos à população local e expondo-a a riscos sanitários todos os anos (MIGUEZ, 2015). Diversas medidas de enfrentamento já foram propostas pelos meios acadêmico e técnico, mas ainda não foram implementadas.

Dentre as propostas está a construção de reservatórios (piscinões) em pontos estratégicos da cidade, cogitada já no ano 2000 (AVARÉ, 2000) e sugerida novamente por São Paulo (2018). Embora demonstre grande potencial para amenizar e/ou solucionar o problema, depende da alocação de verbas públicas significativas e/ou de desapropriações (AVARÉ, 2000, 2022). Outra proposição envolve a ampliação das dimensões do canal existente (SOUSA; FERNANDES,

2019), o que também depende de recursos financeiros significativos, além de causar grandes transtornos à população e ao comércio local (AVARÉ, 2022).

Atualmente uma vertente que tem atraído a atenção da academia é a do uso de cisternas visando o reuso da água, com foco na sustentabilidade e economia financeira (ALTAREGO; SILVA, 2021). Entretanto o uso de cisternas em larga escala também pode ser um meio de mitigação de enchentes e inundações (BELLUOMINI; PEIXOTO; KAISER, 2017), independentemente de haver reuso, dado que possibilitariam atrasar a chegada de água até o momento em que a rede de drenagem já não estivesse sobrecarregada.

O objetivo deste trabalho foi analisar qual seria o impacto sobre o sistema de drenagem (em termos de vazão), gerado pela adoção de cisternas para captação de águas pluviais, através das coberturas de todas as edificações localizadas nas áreas de contribuição dos pontos selecionados. A aferição desse impacto fornecerá ao Poder Público dados quantitativos relevantes, que poderão ser usados para direcionar políticas públicas de incentivo à captação e armazenagem de água das chuvas também sob uma perspectiva de redução dos riscos de inundações, não apenas de sustentabilidade.

## METODOLOGIA

As áreas objeto de estudo deste trabalho foram aquelas onde visualmente se notou urbanização mais intensa e homogênea, dentre os pontos mais críticos em relação à drenagem urbana elencados pelo Plano Municipal Específico dos Serviços de Saneamento Básico de Avaré (SÃO PAULO, 2018). A abordagem relacionada às transformações ocorridas na área de drenagem urbana contou com subsídios de trabalhos acadêmicos, artigos científicos, livros, leis, normas e pareceres técnicos.

## LEVANTAMENTO DE DADOS

Para aferir o impacto da captação nos telhados e armazenamento em cisternas das águas pluviais, utilizou-se a comparação entre a vazão passível de captação e a vazão de escoamento prevista por São Paulo (2018) para cada área analisada. A NBR 10844 (ABNT, 1989) prescreve que o dimensionamento de condutores e calhas das instalações para captação de águas pluviais deve se basear na vazão de projeto, obtida pela equação 1:

$$Q = \frac{I \cdot A}{60} \quad (1)$$

Onde:

$Q$  = Vazão de projeto (L/min);

$I$  = intensidade pluviométrica (mm/h);

$A$  = área de contribuição (m<sup>2</sup>).

Já a NBR 15527 (ABNT, 2019) apresenta a equação 2 para a determinação do volume teórico disponível para captação:

$$V_{disp} = P \cdot A \cdot C \cdot \eta \quad (2)$$

Onde:

$V_{disp}$  é o volume disponível de água de chuva, expresso em litros (L);

$P$  é a precipitação média anual, mensal ou diária, expressa em milímetros (mm);

$A$  é a área de coleta, expressa em metros quadrados (m<sup>2</sup>);

$C$  é o coeficiente de escoamento superficial da cobertura (runoff);  
 $\eta$  é a eficiência do sistema de captação, levando em conta o dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial, caso este último seja utilizado. Estes dados podem ser fornecidos pelo fabricante ou estimados pelo projetista. Na falta de dados, recomenda-se o fator de captação de 0,85.

Como a vazão destinada à rede de drenagem urbana é menor quanto maior for a vazão captada, convém que se considerem os fatores que reduzem a capacidade de captação das cisternas, considerados na equação para o cálculo do volume teórico. Optou-se por adaptar a equação 2 de modo a obter a vazão captada, valendo-se para isso da substituição da precipitação (altura pluviométrica) pela intensidade pluviométrica. Assim adotou-se a equação 3:

$$Q_{disp} = I.A.C.\eta \quad (3)$$

Onde:

$Q_{disp}$  é a vazão disponível (L/min);

$I$  é a intensidade pluviométrica (mm/min);

$A$  é a área de coleta, expressa em metros quadrados (m<sup>2</sup>);

$C$  é o coeficiente de escoamento superficial da cobertura (runoff), tendo sido adotado o valor de 0,95 recomendado em Netto (2018);

$\eta$  é a eficiência do sistema de captação, tendo sido adotado o fator recomendado de 0,85.

A intensidade pluviométrica considerada (calculada para um horizonte de 20 anos e um período de retorno de 100 anos) foi extraída de São Paulo (2018), de modo a garantir a comparabilidade entre as vazões captadas e as totais para cada área. Já a área de coleta foi quantificada pelo traçado das áreas de telhado sobre imagens de satélite.

## ANÁLISE DOS DADOS

Para avaliação dos dados levantados trabalhou-se com cenários, variando o percentual da área total de telhados provido de sistemas de captação. Estes percentuais se mostraram necessários para ponderar o espaço disponível para a instalação (parte dos lotes sequer dispõe de áreas inocupadas), e a capacidade estrutural dos edifícios.

O volume dos reservatórios foi definido como uma taxa (Taxa de captação nas áreas conectadas (L/m<sup>2</sup>)), uma forma encontrada para facilitar a visualização dos dados considerados, independentemente do porte do telhado. Além disso foram consideradas diferentes parcelas da área de telhado como passíveis de captação (Percentual da área de telhado conectado), para verificar qual seria o tempo máximo de chuva suportado pelo reservatório (no qual haveria redução da vazão de pico).

A Taxa de captação nas áreas conectadas foi definida para atender ao volume total disponível de chuva acumulado no tempo de concentração ( $t_c$ ) considerado por São Paulo (2018), para cada um dos pontos no estudo de referência. A Capacidade média de armazenamento foi dada pela Taxa de captação nas áreas conectadas afetada pelo Percentual de adoção e pelo Percentual da área de telhado conectado. Como a duração das chuvas pode ser maior que o  $t_c$  definido, utilizou-se a Equação de Chuvas Intensas apresentada em São Paulo (2018) para calcular as intensidades pluviométricas e os volumes acumulados (L/m<sup>2</sup>) para durações maiores.

Com os volumes acumulados obteve-se a Taxa passível de captação ( $L/m^2$ ), aplicando-se os fatores  $C$  e  $\eta$  do cálculo da  $Q_{disp}$ . O percentual máximo da área de telhado que pode ser conectado à cisterna, de modo que ela suporte a intensidade pluviométrica pela respectiva duração foi calculado como o quociente entre a Taxa de captação nas áreas conectadas e a Taxa passível de captação. A Capacidade de armazenamento dos pontos foi obtida pela multiplicação da Capacidade média de armazenamento pela Área de telhados. A Vazão captada nos pontos consistiu na divisão da Capacidade de armazenamento dos pontos pelo tempo de concentração. Com os cenários apresentados calculou-se uma nova vazão de pico para a rede de drenagem, comparando-a com a vazão de pico de São Paulo (2018), avaliando o impacto percentual da retenção sobre o volume futuro previsto sem adoção de medidas corretivas.

Embora seja razoável supor que a água armazenada seria reutilizada, concluiu-se ser prudente discutir qual seria o impacto do esvaziamento simultâneo dos reservatórios, já que em um cenário extremo o uso de cisternas poderia contribuir para enchentes posteriormente às chuvas. No entanto, como a área de telhados considerada nos cálculos foi afetada pelos fatores de redução tratados anteriormente, e supôs-se que a liberação de água começaria após as chuvas, o efeito da descarga seria bastante limitado.

## DESENVOLVIMENTO

### INUNDAÇÕES

Conforme Botelho (2017), as enchentes fazem parte do ciclo hidrológico natural, enquanto as inundações só ocorrem se houver ocupação da área de várzea do rio, o que reflete uma urbanização mal planejada. Os efeitos desse fenômeno costumam ser mais intensos em regiões ocupadas pela população de baixa renda, onde o processo de urbanização muitas vezes se dá de forma irregular ou clandestina (BARBOSA, 2006).

Dentre esses efeitos estão a erosão e o assoreamento dos cursos de drenagem, danos em estruturas e perdas de bens comuns e particulares, desvalorização imobiliária, disseminação de agentes patogênicos, bem como o consequente prejuízo financeiro (BARBOSA, 2006; MIGUEZ, 2015). Dada a relevância desses impactos diversas foram as abordagens visando solucionar esse problema, partindo da higienista (deslocamento rápido das águas pluviais para os cursos d'água), passando pela compensatória e chegando à de baixo impacto.

### ABORDAGENS COMPENSATÓRIA E DE BAIXO IMPACTO

Para solucionar os efeitos indesejáveis da aplicação do método higienista (enchentes a jusante), surgiram os métodos compensatórios, focados no armazenamento e infiltração para uma melhor gestão da água na própria bacia (TUCCI, 2012), sendo úteis para minimizar os problemas onde já ocorrem inundações (MIGUEZ, 2015). Contudo as bacias de retenção e as trincheiras de infiltração adotadas geralmente são dimensionadas para suportar grandes volumes, demandando áreas significativas para instalação (FAULKNER, 1999).

Cabe ainda ressaltar que o uso de grandes reservatórios gera efeitos nocivos à saúde pública. Isso porque a inexistência de controle sanitário adequado leva ao acúmulo de lixo, materiais particulados, esgotos cloacais e conseqüentemente à

exposição da população ao mau odor e às doenças de veiculação hídrica (SANTOS, 2006; TUCCI, 2012). Devido a esses aspectos ganhou espaço a abordagem de baixo impacto, com características mais próximas às originais do meio ambiente (MIGUEZ, 2015; TUCCI, 2012), que valorizam a minimização, ou mesmo a eliminação do impacto antrópico sobre as vazões naturais dos cursos d'água afetados.

Segundo Coffman et al. (1998 apud MIGUEZ, 2015, p. 111), o desenvolvimento de baixo impacto (LID, de Low Impact Development) tem o “[...] objetivo de criar uma “paisagem funcional” capaz de incorporar características de projeto que buscam simular as funções de infiltração e armazenamento da bacia pré-urbanizada”. O LID tem como característica marcante o foco em medidas de controle das águas pluviais em microescala, de forma distribuída (USEPA, 2000), sendo esse seu principal diferencial em relação às técnicas compensatórias, que algumas vezes utilizam sistemas semelhantes, mas em maior escala.

Dentre as medidas de baixo impacto estão os jardins de chuva e as cisternas, cuja adoção (em conjunto com outras técnicas) permite inclusive reduzir os custos com instalações de drenagem em novos loteamentos (USEPA, 2000). No entanto, é notável que a implementação de jardins de chuva e outras práticas com enfoque na permeabilidade do solo não é tão simples em áreas densamente urbanizadas, visto que em muitos casos demandaria demolições de pavimentos e/ou edificações. Por outro lado, a implantação de cisternas seria uma alternativa de execução mais fácil, e provavelmente contaria com maior receptividade da população.

## CISTERNAS

Segundo Miguez (2015) há registros do uso de cisternas para armazenamento das águas pluviais captadas pelos telhados desde os tempos do Império Romano. No contexto do desenvolvimento de baixo impacto esses reservatórios cumprem o papel de reduzir a área de contribuição das bacias hidrográficas, diminuindo o escoamento superficial (GRIBBIN, 2014). De acordo com Tucci (2012) trata-se de uma prática de manejo integrado artificial, limitada ao armazenamento e à reutilização da água.

Conforme Miguez (2015) a obtenção de resultados mais sustentáveis demanda a integração das técnicas tradicionais (higienistas) e compensatórias, embora atualmente exista uma polarização entre elas. Já Barbosa (2006) pontua que medidas alternativas voltadas à armazenagem e à permeabilidade apresentam maior harmonia com os ideais de desenvolvimento sustentável, embora reconheça que a viabilização de sistemas de drenagem já existentes muitas vezes também exige o uso de técnicas compensatórias. Nesse contexto a adoção de cisternas pode ser um meio para se reduzir inundações, permitindo o reuso (BELLUOMINI; PEIXOTO; KAISER, 2017), atendendo ao ODS 6 (uso eficiente, reciclagem e reuso da água), e ao ODS 11 (redução dos danos causados pelas catástrofes naturais) (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, [201-]a, [201-]b).

Cabe ainda apontar que a adoção de cisternas gera desconto no valor do IPTU (onde há incentivos fiscais) (AVARÉ, 2016; BAURU, 2011; LAJEADO, 1996; LOUVEIRA, 2015). Outra vantagem oferecida é a variedade de dimensões disponíveis (TECNOTRI, [20--]), que permite atender diferentes demandas (volume a armazenar e disponibilidade de espaço).

## POLÍTICAS PÚBLICAS

Em virtude da grande preocupação atual com a temática ambiental, o Poder Público tem instituído políticas de incentivo fiscal, como o IPTU Verde (AVARÉ, 2016), que visa compensar parte dos investimentos realizados pelos cidadãos que adotarem em suas edificações medidas “[...] que estimulem a proteção, preservação e recuperação do meio ambiente de forma a promover a habitação sustentável [...]” (AVARÉ, 2016, p. 26).

A lei complementar nº 225 estabelece no artigo 202 que o incentivo máximo é um desconto de 15% no valor do Imposto Predial e Territorial Urbano. Tal percentual pode ser atingido pela adoção simultânea de várias medidas, sendo que o conjunto captação + armazenamento proporciona uma dedução de 5% (AVARÉ, 2016). Considerando outros municípios brasileiros que possuem leis semelhantes percebe-se uma grande variação no percentual máximo de desconto, que pode chegar a 20% em Lajeado (RS) e a 45% em Louveira (SP) (LAJEADO, 2015; LOUVEIRA, 2015).

Em outras localidades tornou-se obrigatório o uso de reservatórios de águas pluviais. Em São Carlos (SP) desde 2003 a legislação previa a obrigatoriedade em lotes urbanos a partir de 250 m<sup>2</sup>, com volume mínimo de 1000 litros (taxa de 4 L/m<sup>2</sup>), ampliado progressivamente com a área do terreno, chegando a uma taxa de 6 litros por metro quadrado (L/m<sup>2</sup>) para áreas acima de 600 m<sup>2</sup> (SÃO CARLOS, 2003). Recentemente passou-se a obrigar a adoção de cisternas em imóveis com construções acima de 140 m<sup>2</sup>, com capacidade mínima de 2000 litros (SÃO CARLOS, 2016). Já em Bauru (SP) não se fixou um volume, apesar da obrigatoriedade do sistema em edificações horizontais com mais de 300 m<sup>2</sup> e naquelas verticais com mais de 200 m<sup>2</sup> (BAURU, 2011).

## ESTUDOS RELACIONADOS

O diagnóstico mais recente relativo ao sistema de drenagem urbana do município de Avaré consiste no Plano Municipal Específico dos Serviços de Saneamento Básico – Drenagem Urbana, publicado em 2018 pelo consórcio Engecorps – Maubertec, contratado pela Secretaria de Estado de Saneamento e Recursos Hídricos, do Governo do Estado de São Paulo. Este estudo constatou que a cidade não possui um cadastro atualizado do sistema de drenagem existente. Dentre outras análises houve a indicação de dez pontos críticos, afetados por alagamentos e/ou erosões, calculando para cada um deles a vazão futura (SÃO PAULO, 2018). Quatro desses pontos visivelmente apresentam áreas de contribuição com maior urbanização, tornando-os mais críticos quanto ao escoamento superficial (Tabela 1).

Tabela 1 – Vazões previstas para os pontos com maior urbanização

Ponto	Localização	Área (ha)	Vazão de pico (m <sup>3</sup> /s)*
P2	Rua Maranhão, entre Rua Rio Grande do Norte e Rua Distrito Federal	16,43	6,054
P3	Rua Alagoas com a Rua Goiás	2,31	0,776
P4	Rua Sergipe	3,92	1,445

P5	Encontro da Avenida Donguinha Mercadante com a Rua Dona Dorita	9,00	2,737
----	---	------	-------

Fonte: Adaptada de SÃO PAULO, 2018.

(\*) Vazões considerando período de retorno TR = 100 anos.

No que toca à avaliação do impacto do uso de cisternas sobre as vazões de pico de sistemas de drenagem, foi realizado um estudo no município de Bauru (SP). O levantamento levou em consideração a adoção de pavimentos permeáveis em vias com menor tráfego, bem como a instalação de cisternas nos casos obrigatórios pela legislação supramencionada. Segundo os autores a combinação de blocos de concreto intertravados e reservatórios de 25 m<sup>3</sup> por edificação levaram à redução máxima de 22,82%, considerando uma chuva de 10 minutos com período de retorno de 10 anos (BELLUOMINI; PEIXOTO; KAISER, 2017).

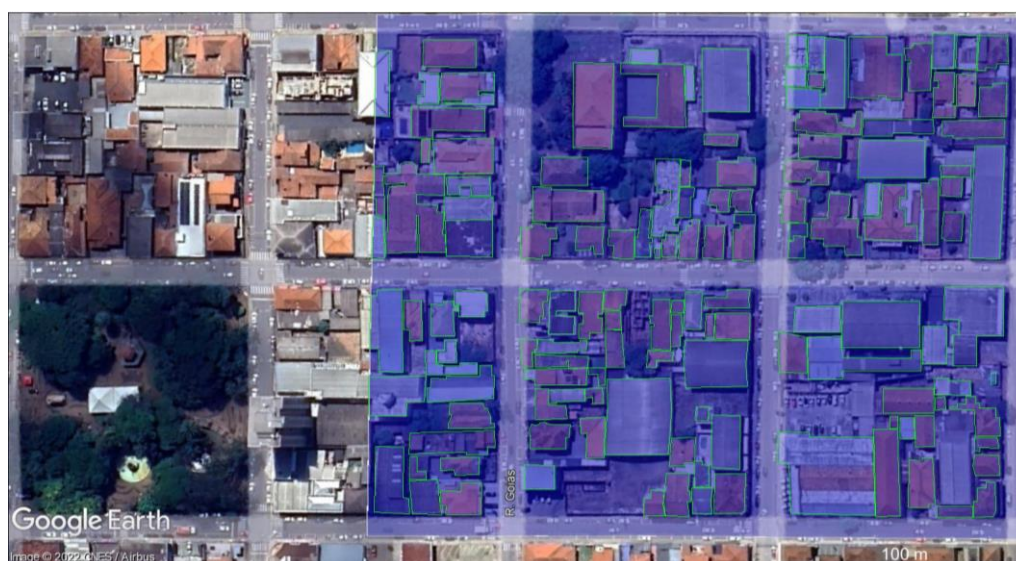
Cabe apontar que as funções das cisternas dentro do LID mencionadas anteriormente (armazenamento e reutilização), são justamente alguns dos fatores que proporcionariam maior aceitação do sistema. Isso porque sua adoção permitiria a economia de água, além de possibilitar a obtenção de desconto no valor do IPTU (onde há incentivos fiscais).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentadas as imagens de satélite com os traçados das áreas de telhados. Na sequência constam os dados levantados e calculados para cada ponto. Por fim realiza-se a análise dos dados, estabelecendo paralelos com situações semelhantes.

As Figuras 1 a 10 trazem os traçados das áreas de telhados em verde claro. As áreas pertencentes aos pontos 2, 3, 4 e 5 aparecem sombreadas em azul, vermelho, verde claro e verde escuro, respectivamente.

Figura 1. Traçado dos telhados do Ponto 2 (parte 1)



Fonte: Os autores, 2023.



Figura 2 – Traçado dos telhados do Ponto 2 (parte 2)



Fonte: Os autores, 2023.

Figura 3. Traçado dos telhados do Ponto 2 (parte 3)



Fonte: Os autores, 2023.

Figura 4 – Traçado dos telhados do Ponto 3



Fonte: Os autores, 2023.

Figura 5. Traçado dos telhados do Ponto 4 (parte 1)



Fonte: Os autores, 2023.

Figura 6 – Traçado dos telhados do Ponto 4 (parte 2)





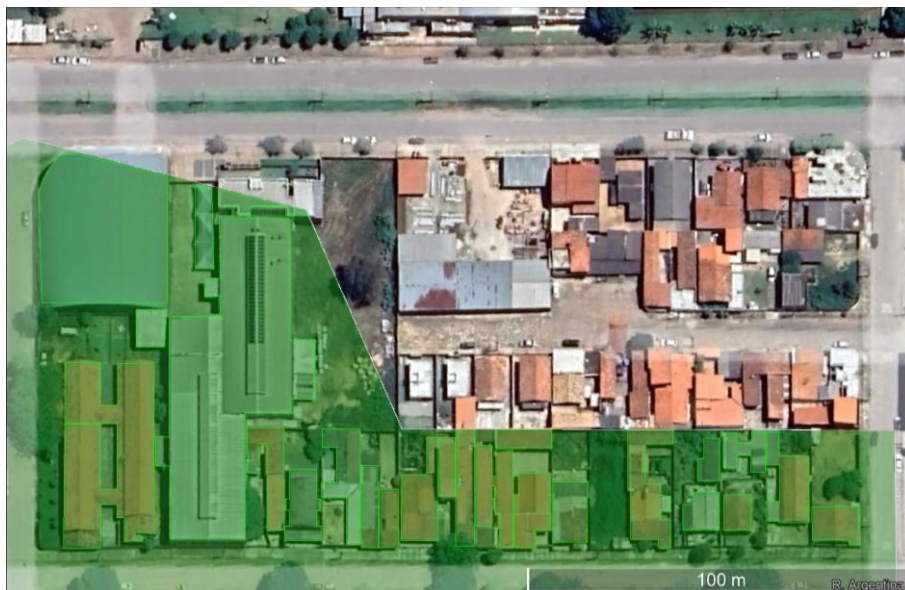
Fonte: Os autores, 2023.

Figura 7. Traçado dos telhados do Ponto 5 (parte 1)



Fonte: Os autores, 2023.

Figura 8. Traçado dos telhados do Ponto 5 (parte 2)



Fonte: Os autores, 2023.

Figura 9. Traçado dos telhados do Ponto 5 (parte 3)



Fonte: Os autores, 2023.

Figura 10 – Traçado dos telhados do Ponto 5 (parte 4)



Fonte: Os autores, 2023.

A Tabela 2 apresenta os dados dos pontos analisados. A Tabela 3 traz os parâmetros utilizados no cálculo da  $Q_{disp}$  (vazão máxima que poderia ser captada com todos os telhados conectados). A Tabela 4 demonstra o montante captável (definido conforme a Metodologia), considerando apenas as áreas de telhados conectadas às cisternas. Para facilitar a visualização da ordem de grandeza do volume que pode ser captado pelos telhados conectados, optou-se por apresentar o volume equivalente para um telhado de 100 m<sup>2</sup>.

Tabela 2 – Levantamento de áreas dos pontos

Pontos	Área das quadras	Área de telhados	% de telhados na área total
2	121.578,73 m <sup>2</sup>	60.231,39 m <sup>2</sup>	49,54%
3	17.876,70 m <sup>2</sup>	6.089,29 m <sup>2</sup>	34,06%
4	31.722,12 m <sup>2</sup>	17.107,04 m <sup>2</sup>	53,93%
5	54.845,36 m <sup>2</sup>	26.852,51 m <sup>2</sup>	48,96%
Total	226.022,91 m <sup>2</sup>	110.280,23 m <sup>2</sup>	48,79%

Fonte: Os autores, 2023.

Tabela 3 –  $Q_{disp}$  para os pontos analisados

Pontos	I (mm/min)	C	$t_c$ (min)	$Q_{disp}$ (L/min)	$Q_{disp}$ (m <sup>3</sup> /s)
2	3,159	0,95	10,00	153.643,79	2,56
3	2,879	0,95	12,99	14.156,34	0,24
4	3,159	0,95	10,00	43.638,23	0,73
5	2,607	0,95	16,62	56.528,63	0,94

Fonte: Os autores, 2023.

Tabela 4 – Capacidade de captação dos pontos analisados

Pontos	Taxa de captação nas áreas conectadas	Volume equivalente para um telhado de 100 m <sup>2</sup>
2	25,51 L/m <sup>2</sup>	2551 litros
3	30,20 L/m <sup>2</sup>	3020 litros
4	25,51 L/m <sup>2</sup>	2551 litros
5	34,99 L/m <sup>2</sup>	3499 litros

Fonte: Os autores, 2023.

Na Tabela 5 é apresentada a capacidade média de armazenamento para cada um dos cenários considerados. Na Tabela 6 é informada a capacidade de armazenamento dos pontos.

Tabela 5 – Capacidade média de armazenamento dos pontos considerados

(continua)

Percentual de adoção	Percentual da área de telhado conectado	Capacidade média de armazenamento (L/m <sup>2</sup> )			
		2	3	4	5
20	20	1,02	1,21	1,02	1,40
20	40	2,04	2,42	2,04	2,80
20	60	3,06	3,62	3,06	4,20
20	80	4,08	4,83	4,08	5,60
20	100	5,10	6,04	5,10	7,00
40	20	2,04	2,42	2,04	2,80
40	40	4,08	4,83	4,08	5,60
40	60	6,12	7,25	6,12	8,40
40	80	8,16	9,66	8,16	11,20
40	100	10,20	12,08	10,20	14,00
60	20	3,06	3,62	3,06	4,20
60	40	6,12	7,25	6,12	8,40
60	60	9,18	10,87	9,18	12,60
60	80	12,24	14,50	12,24	16,79
60	100	15,31	18,12	15,31	20,99
80	20	4,08	4,83	4,08	5,60
80	40	8,16	9,66	8,16	11,20
80	60	12,24	14,50	12,24	16,79

80	80	16,33	19,33	16,33	22,39
----	----	-------	-------	-------	-------

Tabela 5 – Capacidade média de armazenamento dos pontos considerados

(conclusão)

Percentual de adoção	Percentual da área de telhado conectado	Capacidade média de armazenamento (L/m <sup>2</sup> )			
		2	3	4	5
80	100	20,41	24,16	20,41	27,99
100	20	5,10	6,04	5,10	7,00
100	40	10,20	12,08	10,20	14,00
100	60	15,31	18,12	15,31	20,99
100	80	20,41	24,16	20,41	27,99
100	100	25,51	30,20	25,51	34,99

Fonte: Os autores, 2023.

Tabela 6 – Capacidade de armazenamento dos pontos considerados

Percentual de adoção	Percentual da área de telhado conectado	Capacidade de armazenamento dos pontos (m <sup>3</sup> )			
		2	3	4	5
20	20	61,46	7,36	17,46	37,58
20	40	122,92	14,71	34,91	75,16
20	60	184,37	22,07	52,37	112,74
20	80	245,83	29,42	69,82	150,32
20	100	307,29	36,78	87,28	187,90
40	20	122,92	14,71	34,91	75,16
40	40	245,83	29,42	69,82	150,32
40	60	368,75	44,13	104,73	225,48
40	80	491,66	58,85	139,64	300,64
40	100	614,58	73,56	174,55	375,80
60	20	184,37	22,07	52,37	112,74
60	40	368,75	44,13	104,73	225,48
60	60	553,12	66,20	157,10	338,22
60	80	737,49	88,27	209,46	450,96
60	100	921,86	110,33	261,83	563,70
80	20	245,83	29,42	69,82	150,32
80	40	491,66	58,85	139,64	300,64
80	60	737,49	88,27	209,46	450,96
80	80	983,32	117,69	279,28	601,28
80	100	1229,15	147,11	349,11	751,60
100	20	307,29	36,78	87,28	187,90
100	40	614,58	73,56	174,55	375,80
100	60	921,86	110,33	261,83	563,70
100	80	1229,15	147,11	349,11	751,60

100                      100                      1536,44                      183,89                      436,38                      939,51

Fonte: Os autores, 2023.

Na Tabela 7 visualiza-se as vazões que poderiam ser captadas e as reduções que proporcionariam na vazão de pico inicial dos pontos. Por fim a Tabela 8 explicita o percentual máximo da área de telhado das edificações com reservatórios que poderia ser conectado às cisternas de acordo com o tempo de chuva que se espera conter.

Tabela 7 – Vazão captada e redução proporcionada nos pontos analisados para os cenários propostos

(continua)

Percentual de adoção	Percentual da área de telhado conectado	Vazão captada nos pontos (m <sup>3</sup> /s) e redução proporcionada			
		2		3	
20	20	0,10	1,69%	0,01	1,22%
20	40	0,20	3,38%	0,02	2,43%
20	60	0,31	5,08%	0,03	3,65%
20	80	0,41	6,77%	0,04	4,86%
20	100	0,51	8,46%	0,05	6,08%
40	20	0,20	3,38%	0,02	2,43%
40	40	0,41	6,77%	0,04	4,86%
40	60	0,61	10,15%	0,06	7,30%
40	80	0,82	13,54%	0,08	9,73%
40	100	1,02	16,92%	0,09	12,16%
60	20	0,31	5,08%	0,03	3,65%
60	40	0,61	10,15%	0,06	7,30%
60	60	0,92	15,23%	0,08	10,95%
60	80	1,23	20,30%	0,11	14,59%
60	100	1,54	25,38%	0,14	18,24%
80	20	0,41	6,77%	0,04	4,86%
80	40	0,82	13,54%	0,08	9,73%
80	60	1,23	20,30%	0,11	14,59%
80	80	1,64	27,07%	0,15	19,46%
80	100	2,05	33,84%	0,19	24,32%
100	20	0,51	8,46%	0,05	6,08%
100	40	1,02	16,92%	0,09	12,16%
100	60	1,54	25,38%	0,14	18,24%
100	80	2,05	33,84%	0,19	24,32%
100	100	2,56	42,30%	0,24	30,40%



Percentual de adoção	Percentual da área de telhado conectado	Vazão captada nos pontos (m³/s) e redução proporcionada			
		4		5	
20	20	0,03	2,01%	0,04	1,38%
20	40	0,06	4,03%	0,08	2,75%
20	60	0,09	6,04%	0,11	4,13%
20	80	0,12	8,05%	0,15	5,51%

Tabela 7 – Vazão captada e redução proporcionada nos pontos analisados para os cenários propostos

(conclusão)

Percentual de adoção	Percentual da área de telhado conectado	Vazão captada nos pontos (m³/s) e redução proporcionada			
		4		5	
20	100	0,15	10,07%	0,19	6,88%
40	20	0,06	4,03%	0,08	2,75%
40	40	0,12	8,05%	0,15	5,51%
40	60	0,17	12,08%	0,23	8,26%
40	80	0,23	16,11%	0,30	11,02%
40	100	0,29	20,13%	0,38	13,77%
60	20	0,09	6,04%	0,11	4,13%
60	40	0,17	12,08%	0,23	8,26%
60	60	0,26	18,12%	0,34	12,39%
60	80	0,35	24,16%	0,45	16,52%
60	100	0,44	30,20%	0,57	20,65%
80	20	0,12	8,05%	0,15	5,51%
80	40	0,23	16,11%	0,30	11,02%
80	60	0,35	24,16%	0,45	16,52%
80	80	0,47	32,21%	0,60	22,03%
80	100	0,58	40,27%	0,75	27,54%
100	20	0,15	10,07%	0,19	6,88%
100	40	0,29	20,13%	0,38	13,77%
100	60	0,44	30,20%	0,57	20,65%
100	80	0,58	40,27%	0,75	27,54%
100	100	0,73	50,33%	0,94	34,42%

Fonte: Os autores, 2023.

Tabela 8 – Percentual máximo da área de telhado que pode ser conectado às cisternas nos pontos analisados

(continua)



$t_c$ (min)	I (mm/min)	Volume acumulado (L/m <sup>2</sup> )	Taxa passível de captação (L/m <sup>2</sup> )	Percentual máximo da área de telhado que pode ser conectado	
				Ponto 2	Ponto 3
10,00	3,159	31,586	25,505	100%	
12,99	2,879	37,399	30,200		100%
15,00	2,721	40,811	32,955	77%	92%
16,62	2,607	43,324	34,984		
20,00	2,401	48,011	38,769	66%	78%
25,00	2,155	53,868	43,499	59%	69%
30,00	1,959	58,777	47,463	54%	64%
35,00	1,800	62,987	50,862	50%	59%

Tabela 8 – Percentual máximo da área de telhado que pode ser conectado às cisternas nos pontos analisados

(continuação)

$t_c$ (min)	I (mm/min)	Volume acumulado (L/m <sup>2</sup> )	Taxa passível de captação (L/m <sup>2</sup> )	Percentual máximo da área de telhado que pode ser conectado	
				Ponto 2	Ponto 3
40,00	1,667	66,661	53,828	47%	56%
45,00	1,554	69,914	56,455	45%	53%
50,00	1,457	72,828	58,809	43%	51%
55,00	1,372	75,465	60,938	42%	50%
60,00	1,298	77,872	62,881	41%	48%
65,00	1,232	80,083	64,667	39%	47%
70,00	1,173	82,128	66,318	38%	46%
75,00	1,120	84,029	67,854	38%	45%
80,00	1,073	85,805	69,288	37%	44%
85,00	1,029	87,472	70,633	36%	43%
90,00	0,989	89,041	71,901	35%	42%
95,00	0,953	90,524	73,098	35%	41%
100,00	0,919	91,929	74,233	34%	41%
105,00	0,888	93,265	75,311	34%	40%
110,00	0,859	94,538	76,339	33%	40%
115,00	0,833	95,753	77,321	33%	39%
120,00	0,808	96,916	78,260	33%	39%

$t_c$ (min)	I (mm/min)	Volume acumulado (L/m <sup>2</sup> )	Taxa passível de captação (L/m <sup>2</sup> )	Percentual máximo da área de telhado que pode ser conectado	
				Ponto 4	Ponto 5
10,00	3,159	31,586	25,505	100%	
12,99	2,879	37,399	30,200		
15,00	2,721	40,811	32,955	77%	

16,62	2,607	43,324	34,984		100%
20,00	2,401	48,011	38,769	66%	90%
25,00	2,155	53,868	43,499	59%	80%
30,00	1,959	58,777	47,463	54%	74%
35,00	1,800	62,987	50,862	50%	69%
40,00	1,667	66,661	53,828	47%	65%
45,00	1,554	69,914	56,455	45%	62%
50,00	1,457	72,828	58,809	43%	59%
55,00	1,372	75,465	60,938	42%	57%
60,00	1,298	77,872	62,881	41%	56%
65,00	1,232	80,083	64,667	39%	54%
70,00	1,173	82,128	66,318	38%	53%

Tabela 8 – Percentual máximo da área de telhado que pode ser conectado às cisternas nos pontos analisados

(conclusão)

$t_c$ (min)	I (mm/min)	Volume acumulado (L/m <sup>2</sup> )	Taxa passível de captação (L/m <sup>2</sup> )	Percentual máximo da área de telhado que pode ser conectado	
				Ponto 4	Ponto 5
75,00	1,120	84,029	67,854	38%	52%
80,00	1,073	85,805	69,288	37%	50%
85,00	1,029	87,472	70,633	36%	50%
90,00	0,989	89,041	71,901	35%	49%
95,00	0,953	90,524	73,098	35%	48%
100,00	0,919	91,929	74,233	34%	47%
105,00	0,888	93,265	75,311	34%	46%
110,00	0,859	94,538	76,339	33%	46%
115,00	0,833	95,753	77,321	33%	45%
120,00	0,808	96,916	78,260	33%	45%

Fonte: Os autores, 2023.

Na Tabela 2 identificou-se um padrão de ocupação das quadras por telhados, próximo a 50%. A exceção foi o Ponto 3, mas a diferença se justificou pela existência de uma praça (Figura 4), com área expressiva quando comparada à total. As Taxas de captação adotadas nas áreas conectadas resultaram em volumes equivalentes razoáveis para edificações de 100 m<sup>2</sup>, embora significativamente maiores que as mínimas exigidas em Bauru e São Carlos.

A redução na vazão de pico proporcionada variou entre 1,22% (20% das edificações com 20% das áreas de telhado contribuindo) e 50,33% (todas as edificações contribuindo com suas áreas totais de telhados). Em um cenário intermediário (60% das edificações com 100% dos telhados) a redução variou de 18,24% no Ponto 3 a 30,20% no Ponto 4, para chuvas com duração máxima igual ao tempo de concentração adotado por São Paulo (2018). Em alguns cenários as reduções foram inclusive maiores que a máxima obtida por Belluomini, Peixoto e Kaiser (2017), o que mostra a relevância de se considerar a instalação de cisternas independentemente do tamanho do lote. Para avaliar hipóteses em que o tempo de

duração da chuva é maior que o já mencionado, foram usados os dados da Tabela 8. Considerando as mesmas capacidades de armazenamento dos reservatórios, fez-se necessário reduzir o percentual da área de telhado contribuinte, para que as cisternas pudessem captar água em todo o período de chuva. Afinal, caso o tempo de chuva ultrapassasse o previsto, a redução na vazão seria apenas decorrente da redução da intensidade pluviométrica.

Uma vez que com o aumento da duração da chuva sua intensidade decresce, pode-se inferir que a vazão se torna gradualmente menos preocupante. Tomando uma chuva com duração de 25 minutos, verifica-se que a intensidade (linearmente proporcional à vazão) é cerca de 30% menor que a máxima obtida para duração de 10 minutos, o que caracteriza uma situação bem menos crítica. Neste caso, para que as cisternas não tivessem sua capacidade esgotada, o maior percentual dos telhados que poderia ser conectado seria de 59%, 69%, 59% e 80% para os Pontos 2, 3, 4 e 5, respectivamente. Para o Ponto 5, considerando 60% das edificações contendo cisternas, a redução na vazão de pico seria de 16,52%.

Como a intensidade e conseqüentemente a vazão tendem a diminuir para chuvas com durações maiores, pode inclusive ser interessante manter toda a área de telhado captando, mesmo que isso implique na impossibilidade de armazenamento total em chuvas com duração superior ao valor considerado na definição da vazão de pico.

## CONCLUSÃO

Transcorrido este trabalho foi possível constatar que num cenário em que todas as edificações conectassem toda a sua área de telhados em cisternas, seriam alcançadas reduções nas vazões de pico da ordem de 2,56 m<sup>3</sup>/s (42,30%), 0,24 m<sup>3</sup>/s (30,40%), 0,73 m<sup>3</sup>/s (50,33%) e 0,94 m<sup>3</sup>/s (34,42%) para os Pontos 2, 3, 4 e 5, respectivamente. Porém conforme mencionado a adoção de reservatórios em todas as edificações é praticamente inviável, pelo que se demonstrou conveniente considerar como cenário mais realista aquele com 60% das edificações com telhados conectados a cisternas, para o qual obter-se-iam reduções de 1,54 m<sup>3</sup>/s (25,38%), 0,14 m<sup>3</sup>/s (18,24%), 0,44 m<sup>3</sup>/s (30,20%) e 0,57 m<sup>3</sup>/s (20,65%) para os mesmos pontos.

Não é possível afirmar que a implantação de cisternas resolveria completamente os problemas de inundações analisados, por não se conhecer com exatidão a vazão suportada pela rede de drenagem existente, embora o impacto percentual sobre as vazões totais seja significativo. Destarte mostrou-se altamente recomendável que a implantação de reservatórios pluviais receba maior atenção do Poder Público visando políticas de fomento, especialmente no entorno de pontos onde ocorrem inundações. Por fim sugere-se a quantificação da capacidade da rede de drenagem existente e da disponibilidade de edificações para a recepção de cisternas nos pontos estudados, de modo a explicitar se a adoção de cisternas nos moldes aqui considerados seria capaz de solucionar completamente os problemas nos pontos críticos.

## REFERÊNCIAS

ALTAREGO, G. S.; SILVA, M. A. A.; SILVEIRA, G. R. P. da. **Análise, dimensionamento e solução sustentável com o uso de cisterna para aproveitamento de água pluvial no UniFSP – Avaré/SP: estudo de caso.** 2021.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário Sudoeste Paulista, Avaré, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10844**: instalações prediais de águas pluviais: procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15527**: aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

AVARÉ. **Decreto nº 595 de 13 de junho de 2000**. Avaré, SP: Prefeitura Municipal, 2000. Disponível em: <https://avare.siscam.com.br/arquivo?Id=128102>. Acesso em: 7 abr. 2023.

AVARÉ. **Lei complementar nº 225, de 6 de dezembro de 2016**. Avaré, SP: Prefeitura Municipal, 2016. Disponível em: <https://www.legislacaodigital.com.br/Avare-SP/LeisComplementares/225-2016>. Acesso em: 26 abr. 2022.

AVARÉ. Secretaria de Comunicação da Estância Turística de Avaré. IPTU Verde garante desconto de até 15% a imóveis sustentáveis. **Redação Secom**, Avaré, 9 ago. 2019, 08:31. Meio Ambiente. Disponível em: <https://www.avare.sp.gov.br/noticias/iptu-verde-garante-desconto-de-ate-15-imoveis-sustentaveis/>. Acesso em: 17 mar. 2022.

AVARÉ. Secretaria de Comunicação da Estância Turística de Avaré. Prefeitura de Avaré prepara ações para recuperar prejuízos na estrutura urbana causados pelas fortes chuvas. **Redação Secom**, Avaré, 2 fev. 2022, 16:43. Nota. Disponível em: <https://www.avare.sp.gov.br/noticias/prefeitura-de-avare-prepara-acoes-para-recuperar-prejuizos-na-estrutura-urbana-causados-pelas-fortes-chuvas/>. Acesso em: 17 mar. 2022.

BARBOSA, F. de A. dos R. **Medidas de proteção e controle de inundações urbanas na bacia do rio Mamanguape/PB**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/5490>. Acesso em 10 mar. 2022.

BAURU. **Lei nº 6.110, de 25 agosto de 2011**. Bauru, SP: Prefeitura Municipal, 2011. Disponível em: [https://www2.bauru.sp.gov.br/arquivos/sist\\_juridico/documentos/leis/lei6110.pdf](https://www2.bauru.sp.gov.br/arquivos/sist_juridico/documentos/leis/lei6110.pdf). Acesso em: 2 jul. 2022.

BELLUOMINI, B.; PEIXOTO, A. S. P.; KAISER, I. M. Uso de pavimentos permeáveis e cisternas para redução da vazão de pico na Avenida Nações Unidas: Bauru/SP. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. [s. l.]: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2017. Disponível em: <http://abrh.s3.amazonaws.com/Eventos/Trabalhos/60/PAP021925.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2022.

BOTELHO, M. H. C. **Águas de chuva**: engenharia das águas pluviais nas cidades. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2017. ISBN 978-85-212-1228-7.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Brasília, DF: Presidência da República, 2020. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art7](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art7). Acesso em: 17 mar. 2022.

FAULKNER, B. The control of surface water runoff from new development: UK national 'policy' in need of review. **Urban Water**, Bristol, p. 207-215, 1999.

GOOGLE LLC. **Google Earth Pro**. Versão 7.3.4.8642 (64-bit). [Menlo Park]: Google, 2022. Google Earth Pro para Windows 10.

GRIBBIN, J. E. **Introdução a hidráulica, hidrologia e gestão de águas pluviais**. Tradução: Andrea Pisan. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014. ISBN 978-85-221-1635-5.

HERNANDEZ, L. C.; SZIGETHY, L. **Controle de Enchentes**: Exemplos do uso da tecnologia e inovação para o controle de enchentes. Brasília, DF: IPEA, 5 ago. 2021, 20:04. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/231-controle-de-enchentes>. Acesso em: 17 mar. 2022.

LAJEADO. **Lei nº 5840/1996**. Lajeado, RS: Prefeitura Municipal, 1996. Disponível em: [https://www.lajeado.rs.gov.br/arquivos/download\\_anexo/Lei%20Ordin%C3%A1ria%205840%201996%20de%20Lajeado%20RS.pdf](https://www.lajeado.rs.gov.br/arquivos/download_anexo/Lei%20Ordin%C3%A1ria%205840%201996%20de%20Lajeado%20RS.pdf). Acesso em: 12 jul. 2022.

LOUVEIRA. **Lei municipal nº 2.422, de 23 de abril de 2015**. Louveira, SP: Prefeitura Municipal, 2015. Disponível em: <https://www.legislacaodigital.com.br/Louveira-SP/LeisOrdinarias/2422#art6>. Acesso em: 12 jul. 2022.

MIGUEZ, M. G.; REZENDE, O. M.; VERÓL, A. P. **Drenagem urbana**: do projeto tradicional à sustentabilidade. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. ISBN 978-85-352-7746-3.

NETTO, J. M. de A.; FERNÁNDEZ Y FERNÁNDEZ, M. **Manual de hidráulica**. 9 ed. São Paulo: Editora Blucher, 2018. ISBN 978-85-212-0889-1.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. 6: água potável e saneamento. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Nações Unidas Brasil**, Brasília. [201-]. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdqs/6>. Acesso em: 11 jul. 2022a.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. 11: cidades e comunidades sustentáveis. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Nações Unidas Brasil**, Brasília. [201-]. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdqs/11>. Acesso em: 11 jul. 2022b.

SANTOS, Á. R. dos. **Piscinões**: um atentado urbanístico e ambiental. [s. l.]: Ambiente Brasil, 26 out. 2006. Disponível em:

<https://noticias.ambientebrasil.com.br/artigos/2006/10/26/27504-piscinoes-um-atentado-urbanistico-e-ambiental.html>. Acesso em: 3 jul. 2022.

SÃO CARLOS. **Lei nº 13.246 de 27 de novembro de 2003**. São Carlos, SP: Prefeitura Municipal, 2003. Disponível em: [http://www.saocarlos.sp.gov.br/images/stories/legislacao\\_urbanistica\\_municipal/lei13246.pdf](http://www.saocarlos.sp.gov.br/images/stories/legislacao_urbanistica_municipal/lei13246.pdf). Acesso em: 12 jul. 2022.

SÃO CARLOS. **Lei nº 17.729 de 10 de fevereiro de 2016**. São Carlos, SP: Prefeitura Municipal, 2016. Disponível em: [https://file.camarasaocarlos.sp.gov.br/70792/lei/arquivo/CODIGOLEI\\_22464.pdf](https://file.camarasaocarlos.sp.gov.br/70792/lei/arquivo/CODIGOLEI_22464.pdf). Acesso em: 12 jul. 2022.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado de Saneamento e Recursos Hídricos. **Produto 4 (P4): Plano Municipal Específico dos Serviços de Saneamento Básico: Município: Avaré: UGRHI 17: Drenagem Urbana**. Barueri: Engecorps Engenharia S.A.; São Paulo: Maubertec Engenharia e Projetos Ltda., jul. 2018. Disponível em: [http://www.cade.gov.br/Plenario/Sessao\\_386/Pareceres/ParecerSeae-AC-2006-08012.008423-International\\_Buslnes\\_Machlne.PDF](http://www.cade.gov.br/Plenario/Sessao_386/Pareceres/ParecerSeae-AC-2006-08012.008423-International_Buslnes_Machlne.PDF). Acesso em: 17 mar. 2022.

SOUSA, E. B. E.; FERNANDES, T. Z.; SILVEIRA, G. R. P. da. **Estudo das inundações da bacia hidrográfica do córrego Água Branca, município de Avaré (SP), por meio da análise da vazão de cheia e chuvas intensas**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário Sudoeste Paulista, Avaré, 2019.

SOUZA, C. F.; CRUZ, M. A. S.; TUCCI, C. E. M. Desenvolvimento urbano de baixo impacto: planejamento e tecnologias verdes para a sustentabilidade das águas urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [s. l.], v. 17, n. 2, abr./jun. 2012. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/229944/000855627.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 18 mar. 2022.

TECNOTRI. Tipos de cisterna: da alvenaria ao plástico. **Tecnotri**: [s. l.], [20--]. Disponível em: <https://cisternas.tecnotri.com.br/tipos-de-cisterna-da-alvenaria-ao-plastico/>. Acesso em: 07 jul. 2022.

UNITED STATES. Environmental Protection Agency. **Low impact development (LID): a literature review**. Washington D.C.: USEPA, 2000. 35 p. Available at: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P1001B6V.PDF?Dockey=P1001B6V.PDF>. Access in: 3 July 2022.