Anais do Congresso Brasileiro de Iniciação Científica
(https://periodicos.unisanta.br/COB)

ISSN 2317-1316

BACIA DE RETENÇÃO PARA MITIGAÇÃO DE ALAGAMENTOS NO BALNEÁRIO JUSSARA EM MONGAGUÁ - SP

RETENTION BASIN FOR FLOOD MITIGATION IN BALNEÁRIO JUSSARA, MONGAGUÁ – SP

Raphaela Ribeiro Moreira Bom, Paulo Eduardo de Oliveira Andrade

Universidade Santa Cecília, Faculdade de Engenharia, Curso de Engenharia Civil
E-mail para contato: Moreiraraphaela022@gmail.com

RESUMO – Este artigo propõe a implantação de uma bacia de retenção no Balneário Jussara, em Mongaguá (SP), como medida para mitigar alagamentos recorrentes que comprometem a infraestrutura urbana e a qualidade de vida local. O estudo baseia-se na análise climática e topográfica da área, com uso de modelos hidrológicos e hidráulicos para simular o comportamento da bacia. A metodologia envolve levantamento de dados pluviométricos históricos, modelagem do escoamento superficial e dimensionamento preliminar da estrutura pelo método Level Pool Routing. Os resultados preliminares indicam a viabilidade técnica da proposta e reforçam a importância das bacias de retenção como solução eficaz no controle de cheias em áreas urbanas costeiras.

Palavras-chave: Drenagem Urbana; Controle de Cheias; Infraestrutura Verde; Mongaguá; Planejamento Urbano.

ABSTRACT – This article proposes the implementation of a retention basin in Balneário Jussara, Mongaguá (SP), as a measure to mitigate recurring flooding that compromises urban infrastructure and local quality of life. The study is based on a climatic and topographic analysis of the area, utilizing hydrological and hydraulic models to simulate the basin's behavior. The methodology involves gathering historical rainfall data, modeling surface runoff, and performing a preliminary design of the structure using the Level Pool Routing method. Preliminary results indicate the technical feasibility of the proposal and underscore the importance of retention basins as an effective solution for flood control in coastal urban areas.

Keywords: Urban Drainage; Flood Control; Green Infrastructure; Mongaguá; Urban Planning.

ISSN 2317-1316

1 INTRODUÇÃO

O estado de São Paulo está inserido em uma área de transição climática, com verões marcados por chuvas intensas e invernos mais secos. No litoral, a atuação da Serra do Mar intensifica a precipitação, mantendo volumes elevados mesmo nos meses de estiagem. A Baixada Santista destaca-se como a região mais chuvosa do litoral paulista, apresentando sazonalidade acentuada, fator relevante para o planejamento de sistemas de drenagem eficientes.

As enchentes representam um dos principais problemas enfrentados pelas cidades brasileiras, especialmente aquelas localizadas em áreas costeiras sujeitas a chuvas intensas e mal planejamento urbano. Mongaguá, no litoral sul paulista, é um exemplo de município que sofre frequentemente com alagamentos causados por eventos pluviométricos extremos, agravados pela urbanização desordenada e pela insuficiência dos sistemas de drenagem. Esses alagamentos impactam não apenas a infraestrutura urbana, mas principalmente a saúde pública, a mobilidade e o bem-estar da população. A escolha do bairro Jussara como área de intervenção levou em consideração fatores como: elevada incidência de alagamentos, presença de áreas públicas sub-utilizadas, proximidade com cursos d'água naturais, maior frequência da incidência de enchentes e recente mapeamento da rede de drenagem realizada pela prefeitura.

No contexto da engenharia civil, soluções baseadas em infraestrutura verde vêm sendo cada vez mais exploradas como alternativa às medidas convencionais, pois além de resolver tal problema, ainda garante ao meio urbano mais qualidade de vida ambiental. As bacias de retenção destacam-se como importantes dispositivos de controle de cheias, uma vez que permitem o armazenamento temporário da água de chuva e a liberação gradual para a rede de drenagem, reduzindo os picos de vazão e os riscos de inundação sem sobrecarregar a rede urbana existente.

Este trabalho propõe a implantação de uma bacia de retenção no Balneário Jussara, em Mongaguá-SP, como solução estruturada para mitigação dos alagamentos recorrentes na região, considerando picos de vazão reportados durante eventos pluviométricos extremos no local. A proposta será fundamentada em estudos técnicos e ambientais que avaliam a viabilidade da intervenção, considerando as características hidrológicas locais e os impactos sociais aparentes.

ISSN 2317-1316

Temos como objetivo principal analisar a viabilidade da implantação de uma bacia de retenção para mitigar alagamentos em Mongaguá (SP), com base na análise de dados pluviométricos e no dimensionamento preliminar da estrutura, propondo diretrizes para melhorar a drenagem urbana e reduzir os impactos das enchentes.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia deste trabalho trata-se de uma pesquisa aplicada e exploratória com abordagem mista: qualitativa e quantitativa, baseada na análise de dados secundários e simulações computacionais. O levantamento de dados pluviométricos foi realizado a partir de registros históricos obtidos por plataformas como Weather Spark e dados da Defesa Civil Municipal. Tais informações foram organizadas em séries temporais para identificação de padrões e eventos críticos.

Para a avaliação preliminar da bacia proposta, foi adotado um evento crítico de precipitação de 350 mm, associado a março de 2024, como referência para a estimativa da contribuição pluvial. Esse valor representa a lâmina de precipitação excedente considerada no cenário inicial de cálculo e foi utilizado em conjunto com a área de contribuição e o coeficiente de escoamento superficial para estimar a vazão de entrada.

O cálculo de vazão baseia-se na aplicação de equações hidrológicas e hidráulicas consagradas, levando em consideração características físicas da bacia hidrográfica, dados pluviométricos, parâmetros de uso e ocupação do solo e o tempo de concentração da área de contribuição. O coeficiente de escoamento superficial foi inicialmente definido como 0,75, valor adotado como referência para representar uma área urbana com características mistas. Em relação à vazão de saída, foi estabelecido o valor de 3,5 m^3/s como premissa inicial de simulação. Esse parâmetro foi adotado para representar uma capacidade hipotética de descarga do sistema de drenagem a jusante da bacia de retenção, permitindo avaliar preliminarmente a diferença entre o volume de água afluente e aquele que poderia ser liberado durante o evento analisado.

Para aproximar a proposta das condições reais de implantação, considera-se uma bacia escavada, com fundo abaixo do nível do terreno e taludes laterais inclinados, cuja geometria deverá ser definida conforme as características geotécnicas do solo, o nível do lençol freático e os critérios de segurança aplicáveis. Também deverá ser prevista uma borda livre,

ISSN 2317-1316

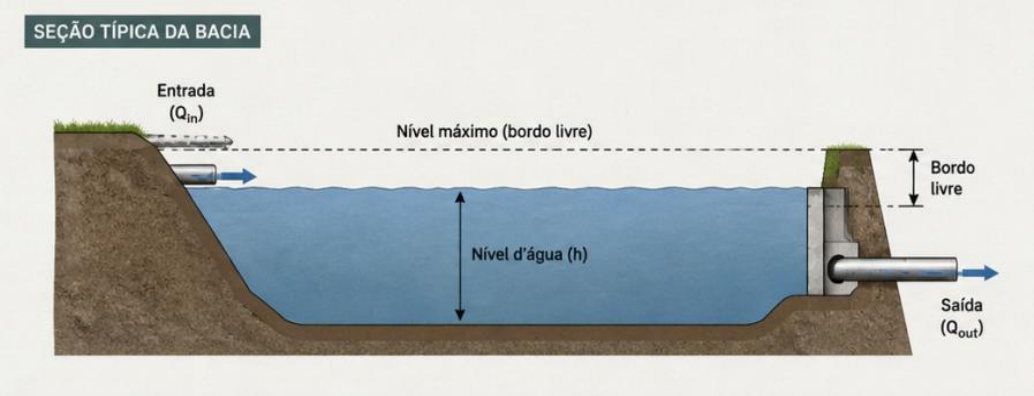
correspondente à distância entre o nível máximo operacional da água e a parte superior da estrutura, proporcionando uma margem de segurança contra transbordamentos. Dessa forma, a profundidade total da escavação deverá considerar não apenas o volume útil de armazenamento, mas também essa margem de segurança e, se necessário, um espaço destinado ao acúmulo de sedimentos.

O sistema hidráulico deverá contemplar uma estrutura de entrada para conduzir as águas pluviais à bacia, dispositivos de dissipação de energia para reduzir a velocidade do escoamento e prevenir erosões, uma saída controlada para regular a vazão liberada e um extravasor de emergência para situações em que o nível da água ultrapasse o limite operacional previsto. Esses componentes deverão ser dimensionados de acordo com as condições topográficas e os estudos hidráulicos do local.

A configuração proposta tem como finalidade armazenar temporariamente parte do escoamento superficial e liberá-lo de maneira controlada, contribuindo para o amortecimento das vazões de cheia. Entretanto, a definição das dimensões finais, da capacidade efetiva de armazenamento e dos dispositivos necessários dependerá de estudos topográficos, geotécnicos e hidráulicos, fundamentais para avaliar a viabilidade da implantação e garantir a segurança e a eficiência da estrutura.

Assim, podemos ver uma representação da Seção típica da bacia em corte modelado por Inteligencia Artificial na Figura 1.

Figura 1: Seção Típica da Bacia



Na situação atual, a água proveniente da precipitação escoa pelas superfícies urbanizadas e é conduzida pelo sistema de drenagem existente. O comportamento do escoamento depende de fatores como a intensidade e a duração da chuva, a área contribuinte,

ISSN 2317-1316

a impermeabilização do solo, a declividade do terreno e a capacidade de condução das galerias, tubulações e demais dispositivos de drenagem. Em eventos de precipitação intensa, caso a vazão gerada ultrapasse a capacidade hidráulica da rede, podem ocorrer sobrecargas, extravasamentos e acúmulo de água nas vias e áreas mais baixas.

No cenário proposto, a bacia funciona como uma estrutura de armazenamento temporário, recebendo parte do escoamento superficial e liberando a água de forma controlada quando não houver mais risco de sobrecarga na rede de drenagem. Durante o período mais intenso da chuva, a vazão afluente que poderia superar a vazão de saída seria dimensionado via tubulação ou ação da gravidade para a bacia.

A principal diferença entre os cenários está na forma como o escoamento é conduzido. Na situação atual, a água depende diretamente da capacidade de transporte do sistema de drenagem existente para escoamento. Se a vazão gerada pela chuva exceder essa capacidade, pode ocorrer acúmulo de água e extravasamento inadequado nas vias públicas.

Na situação hipotética com a bacia, parte do escoamento é armazenada temporariamente e liberada de maneira controlada. Esse mecanismo pode retardar a propagação da cheia e reduzir a vazão de pico encaminhada à rede a jusante. Contudo, o benefício depende da capacidade útil da bacia, do momento em que ocorre o pico da chuva, das condições iniciais de armazenamento e da capacidade hidráulica do sistema receptor. Portanto, embora a solução apresente potencial para melhorar o desempenho da drenagem urbana, não é possível afirmar, neste estágio inicial, qual será o percentual de redução do pico de vazão ou a diminuição efetiva das áreas inundadas.

Admitindo-se que ambas as vazões permaneçam constantes durante uma hora, o volume líquido acumulado é estimado pela multiplicação da diferença entre as vazões pelo intervalo de tempo. Dessa forma, obtém-se um volume de armazenamento de referência de 25.034,4 m^3. Esse resultado constitui uma estimativa simplificada, utilizada para orientar a definição das dimensões iniciais da estrutura. Ressalta-se que o volume efetivamente necessário deverá ser verificado por meio da análise da variação temporal das vazões de entrada e saída, considerando a distribuição da precipitação e as condições de funcionamento do reservatório.

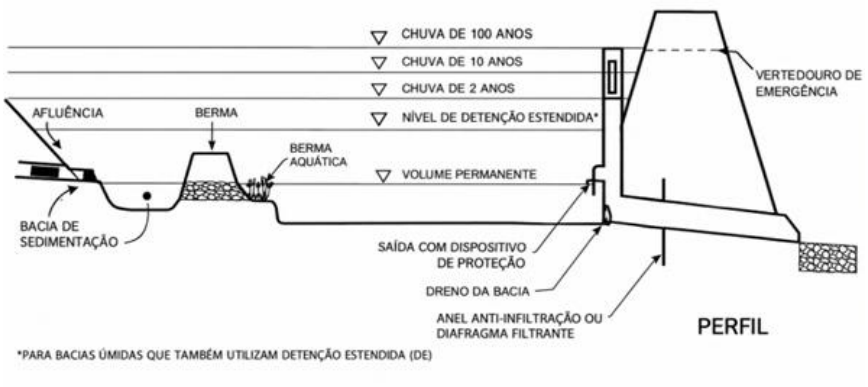
A partir desse volume, foi inicialmente considerada uma configuração geométrica com 90 m de comprimento, 93 m de largura e 3 m de profundidade útil, resultando em uma área em planta de 8.370 m^2. Para uma geometria prismática idealizada, com paredes verticais e

ISSN 2317-1316

seção constante, o volume correspondente seria de 25.110 m³, valor próximo ao volume estimado para o armazenamento do excedente de água.

Para melhor visualização, os valores adotados e calculados foram adaptados e representados graficamente em uma projeção do nível de água na bacia já projetada com Bermas Aquaticas e Valvulas de Segurança, visualizada na Figura 2.

Figura 2: Representação Gráfica em Corte da Bacia de Retenção



Para demonstrar a aplicação do método Level Pool Routing, foi elaborado um cenário ilustrativo com vazão afluente inicial de 10,454 m³/s, vazão efluente de referência de 3,5 m³/s e duração de 60 minutos. Considerou-se, para fins demonstrativos, uma redução linear da vazão afluente ao longo do período e a manutenção de uma vazão efluente constante. O armazenamento foi calculado em intervalos de dez minutos, utilizando a integração trapezoidal da equação da continuidade.

A comparação entre as vazões permite avaliar preliminarmente a diferença entre a entrada e a saída de água no sistema. Essa diferença indica que, no cenário matemático considerado, a vazão de entrada supera amplamente a vazão de saída. Entretanto, esse resultado não deve ser interpretado como uma demonstração da capacidade necessária definitiva da bacia, pois depende da validação dos parâmetros hidrológicos e da confirmação de que a área e a precipitação adotadas representam adequadamente o sistema estudado.

Caso ambas as vazões forem mantidas constantes durante uma hora, a variação do volume armazenado seria estimada pela equação:

$$\Delta V = (Qe - Qs) * t \quad 1)$$

ISSN 2317-1316

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a avaliação preliminar da bacia de retenção, adotou-se uma precipitação de referência de 350 mm, associada a março de 2024, uma área de contribuição de 143,21 km² e um coeficiente de escoamento superficial de 0,75. Esses parâmetros foram utilizados como base para estimar a contribuição pluvial e subsidiar o dimensionamento inicial da estrutura.

A configuração física preliminar da bacia de retenção proposta para o Balneário Jussara, em Mongaguá–SP, considera uma estrutura escavada com dimensões de referência de 90 m de comprimento, 93 m de largura e 3 m de profundidade. Essas dimensões resultam em uma área superficial idealizada de 8.370 m² e volume geométrico teórico de 25.110 m³, considerando uma geometria prismática com paredes verticais e aproveitamento integral da profundidade.

A área superficial é definida pelas dimensões de referência apresentada na Formula 2:

$$A = 90 * 93 = 8.370M^2 \quad 2)$$

Considerando uma profundidade de 3 m, o volume geométrico idealizado é apresentado na Formula 3:

$$V = 8.370 * 3 = 25.110M^3 \quad 3)$$

Esse cálculo pressupõe paredes verticais e aproveitamento integral da profundidade. Entretanto, para uma bacia escavada com taludes inclinados, o volume real será inferior se as dimensões de 90 m por 93 m corresponderem às dimensões superiores da escavação.

A precipitação considerada representa um cenário de referência adotado a partir de um evento extremo, não necessariamente uma chuva uniforme ao longo de uma hora. Da mesma forma, a utilização de uma única área de contribuição e de um coeficiente de escoamento constante constitui uma simplificação metodológica, sendo necessária a validação desses parâmetros conforme as características do terreno, a ocupação urbana e a distribuição das chuvas.

A determinação da vazão de entrada constitui uma etapa fundamental para o dimensionamento preliminar da bacia de retenção, pois permite estimar a quantidade de água

ISSN 2317-1316

que chega à estrutura durante um evento de precipitação. Para essa estimativa, foi utilizada a Formula 4 que relaciona o coeficiente de escoamento superficial, a precipitação acumulada, a área contribuinte e a duração considerada para o evento:

$$\text{Qin} = \frac{(\text{C} * \text{P} * \text{A})}{t} \qquad 4)$$

Em que Qin é a vazão de entrada (m³/s), C é o coeficiente de escoamento superficial, P é a altura da precipitação (m), A é a área de contribuição (m²) e t é o tempo de duração da chuva (s).

Substituindo os valores adotados na Formula 4, obtém-se:

$$\text{Qin} = \frac{(0{,}75 * 0{,}35 * 143{,}210)}{3.6000} = 10{,}442\ \text{m}^3/\text{s} \qquad 5)$$

Para a vazão de saída, adotou-se preliminarmente o valor de 3,5 m³/s, representando uma capacidade hipotética de descarga do sistema a jusante. Em conjunto, esses parâmetros estabelecem as condições iniciais para os cálculos hidrológicos e a avaliação do potencial da bacia de retenção no controle de cheias urbanas. Os resultados, contudo, dependem da confirmação dos dados e do aprofundamento da modelagem hidrológica e hidráulica.

No cenário proposto, a bacia atua no armazenamento temporário da água, liberando-a de forma controlada. Para a análise ilustrativa, foram considerados uma vazão afluente inicial de 10,454 m³/s, uma vazão efluente de referência de 3,5 m³/s, duração de 60 minutos e armazenamento inicial nulo.

A configuração preliminar da bacia de retenção proposta para o Balneário Jussara, em Mongaguá–SP, considera dimensões de 90 m × 93 m × 3 m, correspondendo a uma área superficial de 8.370 m² e volume geométrico teórico de 25.110 m³. Esses valores são estimativas conceituais, pois a capacidade útil dependerá da geometria definitiva, incluindo os taludes, a borda livre e o volume destinado ao acúmulo de sedimentos.

Os resultados apresentados na Tabela 2 indicaram aumento progressivo do volume armazenado durante o período em que a vazão afluente superou a efluente, seguido de redução após a inversão dessa relação. Sob as hipóteses adotadas, o armazenamento máximo aproximado foi de 8.327 m³, atingido próximo aos 40 minutos. Esse resultado demonstra a

ISSN 2317-1316

importância da distribuição temporal das vazões na determinação do volume necessário para amortecer os aportes de água.

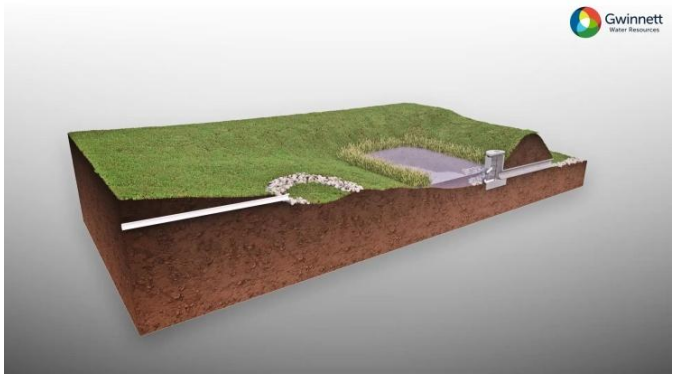
Tabela 1. Modelagem Hidraulica pelo Metodo Level Pool Routing

Tempo (min)	Vazão afluente (m³/s)	Vazão efluente (m³/s)	Armazenamento acumulado (m³)
0	10,454	3,5	0
10	8,712	3,5	3.650
20	6,969	3,5	6.254
30	5,227	3,5	7.813
40	3,485	3,5	8.327
50	1,742	3,5	7.795
60	0,000	3,5	6.217

Neste cenário, o armazenamento aumenta enquanto a vazão afluente é superior à efluente. Quando a vazão afluente se torna inferior à vazão efluente, o volume armazenado começa a diminuir. O maior armazenamento ocorre próximo aos 40 minutos, com aproximadamente 8.327 m³.

O resultado ilustra um princípio fundamental: o volume máximo armazenado não depende apenas da diferença entre duas vazões, mas também da duração e da distribuição temporal do evento de chuva, visto na Figura 3.

Figura 3: Representação tridimensional e seção esquemática de uma bacia de retenção, com indicação da entrada, do nível de água e da estrutura de descarga



A configuração deve prever acesso para inspeção, remoção de sedimentos e manutenção das estruturas hidráulicas. O acúmulo de material no fundo reduz gradualmente a capacidade útil e pode comprometer a descarga. Também devem ser avaliados o cercamento ou outras medidas de segurança, a estabilização da vegetação e o destino da água extravasada.

ISSN 2317-1316

A análise preliminar da bacia de retenção proposta para o Balneário Jussara, em Mongaguá–SP, indica que a implantação de uma estrutura de armazenamento temporário apresenta potencial para contribuir com o controle do excedente de escoamento superficial durante eventos de precipitação intensa. O funcionamento da solução baseia-se na retenção temporária de parte do volume escoado e em sua liberação controlada, buscando reduzir a sobrecarga sobre o sistema de drenagem urbana.

A viabilidade da implantação está condicionada à confirmação dos parâmetros hidrológicos, à disponibilidade de área e à compatibilidade da estrutura com a infraestrutura de drenagem existente. A investigação das características do solo e do nível do lençol freático é necessária para definir a profundidade da escavação, a estabilidade dos taludes e as condições de operação. Considerando a localização costeira do município, também deverão ser avaliadas possíveis interferências do nível de água subterrânea e das condições de maré sobre a capacidade de armazenamento e o esvaziamento da bacia.

A operação adequada da estrutura dependerá ainda da manutenção periódica, incluindo a remoção de sedimentos e resíduos, a inspeção das estruturas de entrada e descarga e a verificação do extravasor de emergência. A ausência desses procedimentos poderá reduzir a capacidade útil da bacia e comprometer seu desempenho hidráulico ao longo do tempo.

Entre as principais limitações do estudo, destacam-se a utilização de um hidrograma hipotético, a adoção de vazão efluente constante e a ausência de dados detalhados sobre a capacidade hidráulica do sistema de drenagem existente. Além disso, a geometria proposta ainda não foi confirmada por levantamento topográfico e investigação geotécnica, e as relações cota-volume e cota-vazão necessárias para uma aplicação completa do Level Pool Routing não foram estabelecidas.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que a implantação de uma bacia de retenção no Balneário Jussara, em Mongaguá–SP, apresenta potencial para contribuir para a mitigação de enchentes urbanas, mesmo considerando os valores elevados de precipitação e escoamento adotados nos cálculos preliminares. A estrutura permitiria o armazenamento temporário das águas pluviais e sua liberação controlada, podendo reduzir os picos de vazão encaminhados ao sistema de drenagem. Entretanto, a dificuldade de encontrar um terreno com dimensões suficientes para

ISSN 2317-1316

comportar a estrutura proposta, estimada em 90 m × 93 m × 3 m e com volume geométrico teórico de 25.110 m³, impossibilitou o desenvolvimento de um dimensionamento compatível com uma área efetivamente disponível. Dessa forma, embora a solução se mostre potencialmente benéfica, sua viabilidade deverá ser aprofundada em estudos futuros, considerando a disponibilidade de terrenos, a adaptação das dimensões propostas e a realização de análises hidrológicas, hidráulicas, topográficas e geotécnicas para avaliar sua eficiência nas condições reais do local.

5 DECLARAÇÃO DE USO DE IA

Durante a elaboração deste trabalho, utilizou-se a ferramenta Chat Gpt para sintetização de textos, aprimoramento de fontes de pesquisa e adaptação de imagens. O conteúdo gerado foi revisado, editado e validado pelos autores, que assumem total responsabilidade pelo texto final.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (ABES). *Panorama do saneamento no Brasil*. São Paulo: ABES, 2019.

COLLISCHONN, Walter; DORNELLES, Fernando. *Hidrologia para engenharia e ciências ambientais*. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013. 336 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). *Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem*. 2. ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2005. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/715_manual_de_hidrologia_basica.pdf. Acesso em: 12 out. 2026.

INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO. *Atlas da Água e Saneamento: Mongaguá – SP*. 2025.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Climate change 2021: the physical science basis*. Geneva: IPCC, 2021.

MATA-LIMA, H.; SILVA, E. S.; RAMINHOS, C. *Bacias de retenção para gestão do escoamento: métodos de dimensionamento e instalação*. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2006.

MORELLI, C. Bacias de retenção para controle de enchentes. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 2, n. 1, p. 45–58, 1997.

ISSN 2317-1316

SÃO PAULO (Município). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. *Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: aspectos tecnológicos — fundamentos*. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo, 2012. v. 2. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/licenciamento/desenvolvimento_urbano/biblioteca_digital/manual_de_drenagem/index.php?p=49018. Acesso em: 12 out. 2026.

SÃO PAULO (Município). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. *Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: diretrizes para projetos*. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo, 2012. v. 3. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/licenciamento/desenvolvimento_urbano/biblioteca_digital/manual_de_drenagem/index.php?p=49018. Acesso em: 12 out. 2026.

WEATHER SPARK. *Historical weather data for Mongaguá*. 2025. Disponível em: https://weatherspark.com. Acesso em: 10 maio 2025.