

ANÁLISE DOS PROBLEMAS DE ALAGAMENTOS EM VALPARAÍSO DE GOIÁS – GO

Herick Lacerda de Matos¹, Maria Elisa Leite Costa², Sérgio Koide³

RESUMO

A recorrência de alagamentos em Valparaíso de Goiás, associada à urbanização acelerada, à impermeabilização do solo e à ausência de planejamento integrado de drenagem, motivou este estudo. Desenvolveu-se uma análise hidrológica e hidráulica do sistema de drenagem urbana do Parque Esplanada 1, da Cidade Jardins e do Setor de Chácaras Ypiranga, com o objetivo de quantificar o escoamento superficial e avaliar o desempenho do sistema com configurações de manejo das águas pluviais mais sustentáveis. A metodologia baseou-se em modelagem computacional no PCSWMM, com delimitação de sub-bacias, dimensionamento hidráulico de rede preliminar e aplicação de chuvas com diferentes tempos de retornos em chuvas de projeto. Foram avaliados dois cenários: uma rede convencional sem medidas de controle, que evidenciou sobrecargas hidráulicas e pontos de inundação, e um cenário integrado com reservatórios de retenção e trincheira de infiltração. Os resultados indicaram que a combinação dessas medidas mais sustentáveis são eficazes na redução das vazões de pico e das sobrecargas hidráulicas, com os reservatórios atuando em escala de bacia e a trincheira melhorando o desempenho hidrológico local. Conclui-se que a mitigação dos problemas de drenagem urbana no município depende da integração entre planejamento urbano, instrumentos normativos e soluções técnicas compatíveis com o grau de urbanização e as características da bacia hidrográfica.

Palavras-Chave: drenagem urbana; modelagem hidrológica; SBNs

ABSTRACT

The recurrence of flooding in Valparaíso de Goiás, associated with rapid urbanization, soil impermeabilization, and the lack of integrated drainage planning, motivated this study. A hydrological and hydraulic analysis of the urban drainage system in Parque Esplanada 1, Cidade Jardins, and Setor de Chácaras Ypiranga was carried out, aiming to quantify surface runoff and evaluate system performance under more sustainable stormwater management configurations. The methodology was based on computational modeling using PCSWMM, including sub-basin delineation, preliminary hydraulic network design, and the application of design storms with different return periods. Two scenarios were evaluated: a conventional drainage network without control measures, which showed hydraulic overloads and flooding points, and an integrated scenario incorporating detention reservoirs and an infiltration trench. The results indicated that the combination of these more sustainable measures is effective in reducing peak flows and hydraulic overloads, with detention reservoirs acting at the basin scale and the infiltration trench improving local hydrological performance. It is concluded that mitigating urban drainage problems in the municipality depends on the integration of urban planning, regulatory instruments, and technical solutions compatible with the level of urbanization and the characteristics of the watershed.

Key-words: urban drainage; hydrological modeling; SBNs

¹ Engenharia Ambiental, Universidade de Brasília. Brasília – DF. Tel: (61) 98633-5444. E-mail: lacerdaherick@gmail.com

² Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Periferias, Departamento de Mitigação e Prevenção de Riscos, Coordenação de Soluções Baseadas na natureza – DF. Tel: (61) 98175-2765. E-mail: elisa.costa@cidadess.gov.br

³ Universidade de Brasília. Brasília – DF. E-mail: koide@unb.br

1 INTRODUÇÃO

A urbanização é um fenômeno caracterizado, principalmente, pelo aumento da densidade populacional, envolvendo também diversos processos associados à expansão do território urbano (Canholi, 2014). No Brasil, nas últimas décadas, observou-se um expressivo crescimento da população urbana, intensificado a partir da década de 1960, impulsionando o desenvolvimento de cidades muitas vezes desprovidas de infraestrutura adequada e resultando em impactos ambientais negativos sobre todo o sistema urbano (Baptista; Nascimento; Barraud, 2011).

Entre os principais impactos da urbanização desordenada está a impermeabilização excessiva do solo, que reduz significativamente a capacidade de infiltração da água da chuva, aumentando o volume de escoamento superficial e, consequentemente, a frequência e a intensidade dos alagamentos e enxurradas (Canholi, 2014). A drenagem pluvial na maioria das cidades ainda é concebida sob uma perspectiva higienista, priorizando a rápida condução da água para fora dos centros urbanos, abordagem que se mostrou insuficiente diante da velocidade da urbanização, com o uso de infraestruturas cinzas (Tucci, 2012). Em resposta, opta-se pelas soluções baseadas na natureza que promovem redução dos impactos hidrológicos e à promoção da qualidade ambiental por meio de diversos serviços ecossistêmicos.

Mais especificamente em Valparaíso de Goiás, cidade entorno do Distrito Federal, observa-se um crescimento urbano acelerado e com baixa cobertura de infraestrutura adequada, em que a elaboração do Plano Diretor ocorreu de forma apressada e sem integração efetiva entre as políticas de habitação, saneamento e drenagem urbana (Matos, 2019). A área sofre com episódios recorrentes de alagamentos, sobretudo em períodos de chuvas intensas, evidenciando falhas no sistema de manejo de águas pluviais, tanto em termos de concepção quanto de manutenção.

Diante desse contexto, este estudo tem como objetivo avaliar o manejo das águas pluviais de dois setores habitacionais (Parque Esplanada 1, na Cidade Jardins e no Setor de Chácaras Ypiranga), por meio da modelagem hidrológica e hidráulica no programa PCSWMM, de forma a diagnosticar os problemas e propor soluções técnicas, incluindo cenários com bacias de retenção e medidas de baixo impacto.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho analisou o manejo de águas pluviais nos bairros Parque Esplanada I, Cidade Jardins e Setor de Chácaras Ypiranga, no município de Valparaíso de Goiás – GO, integrante da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE-DF). Para a caracterização da área e compreensão do comportamento hidrológico local, foram utilizados dados

topográficos, pluviométricos, de uso e ocupação do solo e informações sobre a rede de drenagem existente, obtidos por meio de imagens de satélite, visitas de campo, dados da prefeitura municipal e bases cartográficas públicas, como IBGE e INMET. A análise hidráulica do sistema foi realizada por meio do software PCSWMM (Personal Computer Storm Water Management Model), utilizado para modelar o funcionamento da rede de drenagem e simular diferentes cenários de manejo das águas pluviais. A modelagem permitiu identificar pontos críticos de alagamento, avaliar a capacidade hidráulica da infraestrutura existente e testar alternativas de mitigação, incluindo intervenções estruturais na rede e a adoção de medidas compensatórias, como reservatórios de retenção e técnicas de drenagem sustentável do tipo Low Impact Development (LID). O fluxograma geral da metodologia adotada é apresentado na Figura 1.

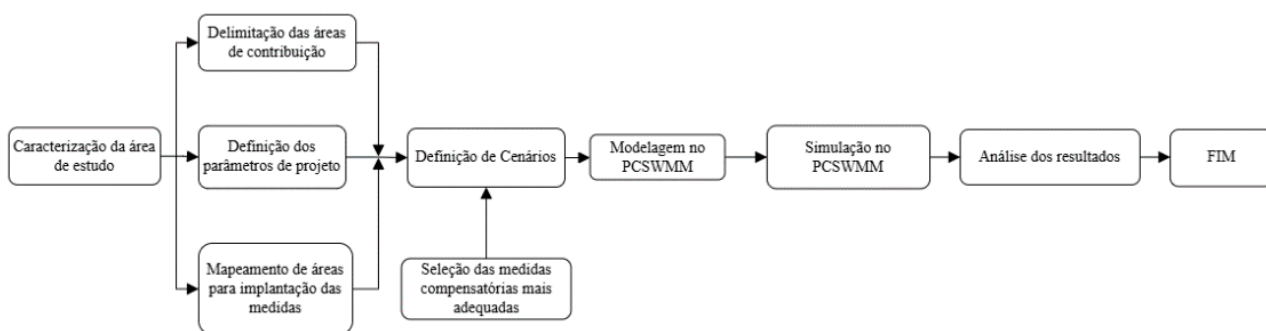


Figura 1 – Fluxograma da metodologia utilizada.

2.1 Área de Estudo

A área de estudo compreende o Setor de Chácaras Ypiranga, a Cidade Jardins e o Parque Esplanada 1, localizados no município de Valparaíso de Goiás, integrante da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE-DF), aproximadamente a 35 km do centro de Brasília (Figura 2). O município possui população de 196.967 habitantes (IBGE, 2023) e lidera regionalmente o aumento percentual de moradores em apartamentos, saltando de 10,8% para 35,1% da população, reflexo do adensamento urbano acelerado.

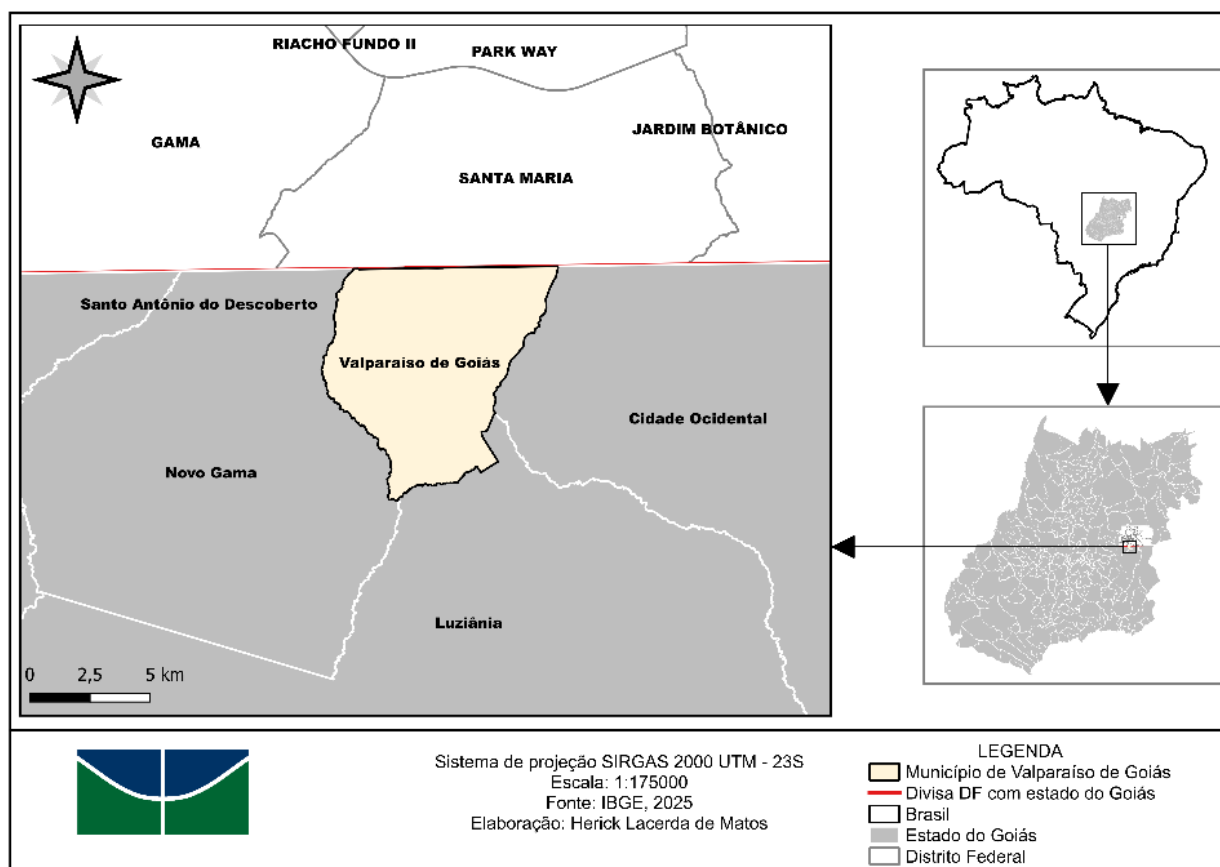


Figura 2 – Localização de Valparaíso de Goiás (adaptado de IBGE, 2025)

Topograficamente, a área apresenta altitudes entre 865 e 1.150 metros, com relevo predominantemente plano a levemente ondulado (Governo de Valparaíso de Goiás, 2025). Os solos predominantes são os latossolos, caracterizados por elevada capacidade de infiltração, classificados no Grupo Hidrológico A segundo o método Curve Number (Lepsch, 2002). O município está inserido na bacia do Rio Paranaíba, sub-bacia do Rio São Bartolomeu, e o clima é tropical, com precipitação média anual em torno de 1.550 mm, concentrada entre outubro e abril (Goiás, 2021).

O município não dispõe de um Plano Diretor de Drenagem Urbana nem de mapeamento de áreas de risco de inundação (SNIS, 2022). A rede de drenagem existente é majoritariamente composta por estruturas informais ou subdimensionadas, sem cadastro técnico completo e sem dispositivos de controle de vazão.

2.2 Modelagem no PCSWMM

A modelagem hidrológica e hidráulica foi realizada no PCSWMM, simulando o comportamento dos processos hidrológicos na área de estudo em diferentes cenários de manejo das águas pluviais. Foram utilizadas chuvas de projeto com tempo de retorno de 10 anos, obtidas a partir

da curva IDF de Brasília (ADASA, 2018), dada a ausência de estação pluviométrica própria no município e pela proximidade com o Distrito Federal, conforme a Equação 1:

$$i = 1574,7 \cdot Tr^{0.207} / (tc + 11)^{0.884} \quad (1)$$

em que i é a intensidade da chuva (mm/h), Tr é o tempo de recorrência (anos) e tc é o tempo de duração da chuva (minutos).

O método adotado para estimativa do escoamento superficial e infiltração foi o *Curve Number* (CN), do *Soil Conservation Service* (SCS). Para a simulação do escoamento na rede, foi utilizado o modelo de onda dinâmica, que resolve de forma completa as equações de *Saint-Venant*. A distribuição temporal da precipitação foi realizada pelo método dos blocos alternados, com intervalos de 5 minutos.

As sub-bacias foram delimitadas a partir dos lotes da área de estudo, fornecidos pela Secretaria de Infraestrutura de Valparaíso. Os valores de CN adotados foram: 90 para áreas urbanizadas, 40 para áreas de campo e 75 como valor ponderado de referência para o tipo de solo predominante. O lançamento da rede e o pré-dimensionamento nas áreas inexistentes foram realizados com base no Manual de Drenagem Urbana da Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (ADASA, 2018), dado que o município não possui diretrizes próprias.

2.3 Cenários de Simulação

Foram definidos dois cenários principais para avaliação do comportamento hidráulico da drenagem urbana de Valparaíso de Goiás:

Cenário 1 – Rede convencional sem medidas de controle: representa a rede de drenagem da área de estudo de forma isolada, sem a adoção de qualquer dispositivo de amortecimento de vazão. O modelo foi composto por 496 poços de visita e 2.669 sub-bacias. Foi utilizada chuva de projeto com tempo de retorno de 10 anos e duração de 24 horas, compatível com eventos críticos típicos de áreas urbanas. A modelagem elaborada no PCSWMM para esse cenário é apresentada na Figura 3.



Figura 3 – Rede de drenagem convencional (Elaborado pelo autor)

Cenário 2 – Rede com reservatórios de retenção e trincheira de infiltração: incorpora à rede do Cenário 2 três reservatórios de retenção (áreas de 1.500 m², 45.000 m² e 800 m²) e uma trincheira de infiltração com área total de 3.800 m², inserida na sub-bacia do condomínio Green Park II. A trincheira foi posicionada ao longo da avenida principal do condomínio, interceptando predominantemente o escoamento gerado nas áreas permeáveis. O modelo foi composto por 2.669 sub-bacias e 523 poços de visita. Para o cenário foi utilizada a mesma chuva do cenário anterior, para permitir a análise completa dos processos de armazenamento e escoamento. A representação da modelagem desse cenário no PCSWMM encontra-se na Figura 4.



Figura 4 – Rede de drenagem com reservatórios de retenção e trincheira de infiltração (Elaborado pelo autor)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Cenário 1 – Rede Convencional sem Medidas de Controle

A simulação do Cenário 1 indicou taxa média de infiltração de aproximadamente 22,5% da lâmina precipitada.

A análise hidráulica evidenciou sobrecarga em 32 condutos da rede, caracterizando situações em que a capacidade hidráulica foi excedida durante o evento simulado. Além disso, registrou-se inundação (*flooding*) em 14 poços de visita, indicando pontos onde a lâmina d'água ultrapassou a profundidade máxima disponível nas junções. Esses processos representam, na prática, potenciais pontos de alagamento superficial, associados à limitação hidráulica da rede e à ausência de dispositivos de amortecimento de picos de vazão. Ressalta-se que a simulação deste cenário foi realizada de modo a representar de forma fiel a configuração da rede de drenagem existente na área de estudo.

3.2 Cenário 2 – Reservatórios de Detenção e Trincheira de Infiltração

No cenário integrado, foram incorporados à rede três reservatórios de detenção (áreas de 1.500 m², 45.000 m² e 800 m²) e uma trincheira de infiltração de 3.800 m². A taxa de infiltração global permaneceu em aproximadamente 22,5%, porém a sub-bacia com LID apresentou incremento significativo e localizado da infiltração, com um aumento de aproximadamente 13,4%.

O Reservatório 1 amorteceu a vazão de entrada em 37,2%, o Reservatório 2, de maior porte, promoveu redução expressiva da vazão de pico, representando atenuação de cerca de 91,3% e o Reservatório 3 amorteceu a vazão de entrada em 8,0%, valor considerado relativamente baixo, o que pode ser justificado pelas características topográficas locais, marcadas por maiores declividades e menor tempo de concentração, reduzindo a eficiência do amortecimento hidráulico.

Nenhum dos reservatórios apresentou sobrecarga ao longo da simulação, demonstrando desempenho hidráulico satisfatório frente ao evento com tempo de retorno de 10 anos.

A aplicação da trincheira de infiltração resultou em incremento local da taxa de infiltração na sub-bacia do Green Park II, com a taxa de aumento de 14%. As vazões máximas observadas nos exutórios do cenário integrado foram de 6,186 m³/s (O1), 4,233 m³/s (O2) e 18,530 m³/s (O3), sendo que os exutórios O1 e O2 apresentam vazão unitária próxima ao critério de referência de 24,4 L/s/ha adotado no Distrito Federal, porém, lembrar que os valores não estão calibrados. O exutório O3 exibe valores significativamente superior, refletindo a maior contribuição de áreas impermeabilizadas e as características topográficas locais, reforçando a necessidade de um planejamento integrado da drenagem urbana.

3.3 Comparação entre Cenários

A comparação entre os cenários demonstra que a introdução de reservatórios de retenção promove melhora expressiva no desempenho hidráulico do sistema, eliminando situações críticas de sobrecarga observadas na rede convencional e reduzindo as vazões de pico nos exutórios. Os principais resultados obtidos nas simulações são apresentados na Tabela 1, permitindo uma análise comparativa dos efeitos da adoção das medidas de controle sobre o comportamento do sistema de drenagem.

Tabela 1 – Síntese dos principais resultados obtidos nas simulações dos cenários avaliados

CENÁRIO	Cenário 1 – Rede Convencional sem Medidas de Controle	Cenário 2 – Reservatórios de Retenção e Trincheira de Infiltração
Condutos com sobrecarga hidráulica	32 condutos	0 condutos
Pontos de inundação (flooding)	14 poços de visita	0 poços de visita
Comportamento da infiltração	Taxa média de infiltração de 22,5%	Taxa média global mantida em 22,5%, com incremento local de aproximadamente 13,4% na sub-bacia com LID
Resposta hidrológica do sistema	Pico de vazão mais elevado e resposta rápida ao evento de chuva	Maior armazenamento e atraso do pico de vazão

Fonte: Elaborado pelo autor

Os resultados apresentados na Tabela 1 demonstram que enquanto os reservatórios de retenção atuam de forma mais eficaz na atenuação dos picos de vazão em escala de bacia, as soluções LID apresentam maior eficiência em escala local, reduzindo volumes escoados e retardando o escoamento superficial, podendo complementar as medidas estruturais tradicionais em estratégias integradas de drenagem urbana.

A análise dos hidrogramas nos exutórios permite avaliar de forma mais detalhada o comportamento hidrológico do sistema sob as diferentes condições de modelagem. No Cenário 1, por se tratar de uma rede convencional sem medidas de controle, o sistema apresenta apenas um exutório, cujo hidrograma evidencia resposta mais rápida ao evento de precipitação e picos de vazão mais elevados. No cenário que incorporam medidas estruturais e soluções de drenagem sustentável, verifica-se redução das vazões máximas e maior atraso na ocorrência do pico de cheia, indicando aumento da capacidade de armazenamento e amortecimento do escoamento superficial. A comparação entre os hidrogramas simulados para o exutório O2 é apresentada na Figura 5, evidenciando as diferenças no comportamento hidráulico do sistema entre os cenários analisados.

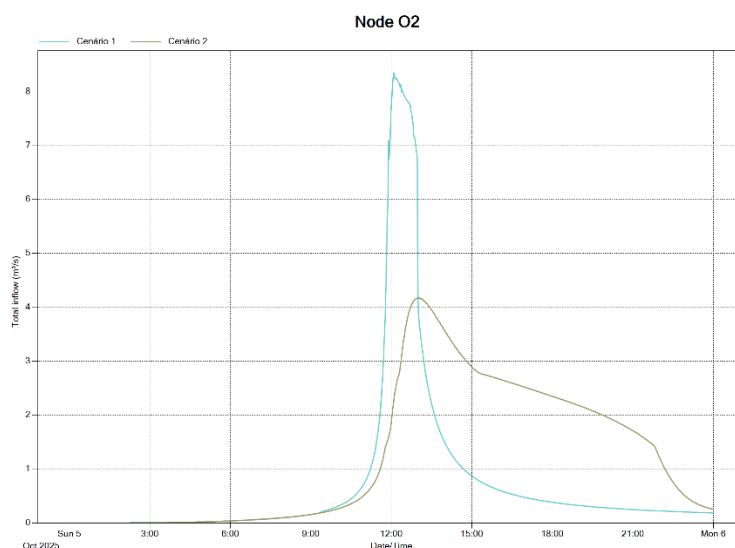


Figura 5 - Comparação da vazão de pico dos cenários no exutório O2 (Elaborado pelo autor)

4 CONCLUSÃO

A modelagem hidrológica e hidráulica desenvolvida neste trabalho permitiu avaliar, de forma integrada, o comportamento do sistema de drenagem urbana de Valparaíso de Goiás, evidenciando a influência direta do uso e ocupação do solo, da ausência de planejamento histórico e da insuficiência de infraestrutura sobre a ocorrência de alagamentos e sobrecargas hidráulicas no município.

A simulação da rede convencional sem medidas de controle evidenciou limitações hidráulicas significativas, com recorrência de sobrecargas em 32 condutos e inundações em 14 poços de visita para eventos relativamente frequentes. Esses resultados reforçam que os problemas de alagamento no município estão fortemente associados à insuficiência da infraestrutura existente e à ausência de planejamento sistêmico da drenagem urbana.

A introdução de reservatórios de detenção eliminou as situações críticas de sobrecarga, confirmando que, em áreas urbanas consolidadas e altamente impermeabilizadas, o controle do escoamento por meio de estruturas de armazenamento temporário é uma medida técnica eficaz e, muitas vezes, indispensável. A aplicação da trincheira de infiltração demonstrou que medidas descentralizadas baseadas na infiltração podem complementar de maneira eficiente as soluções convencionais, com potencial para reduções adicionais quando adotadas em maior escala.

Recomenda-se, como medida prioritária, a elaboração e implementação de um Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) para o município, contemplando o mapeamento das bacias urbanas, a definição de exutórios e o cadastro técnico da rede de micro e macrodrenagem. É fundamental também que o município estabeleça diretrizes normativas específicas para o lançamento de águas

pluviais em corpos hídricos e promova a integração obrigatória entre planejamento urbano e sistema de drenagem nos processos de revisão do Plano Diretor Municipal.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à CHI Water pela concessão da licença ao programa PCSWMM, e a Prefeitura de Valparaíso-GO pelo acesso aos dados.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL – ADASA (2018). *Manual de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas do Distrito Federal*. Brasília – DF.

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. (2011). *Técnicas compensatórias em drenagem urbana*. 2. ed. Porto Alegre/RS: UFRGS/ABRH.

CANHOLI, A. P. (2014). *Drenagem urbana e controle de enchentes*. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos.

GOVERNO DE VALPARAÍSO DE GOIÁS (2025). *Secretaria de Obras e Infraestrutura*. Disponível em: <https://valparaisodegoias.go.gov.br/secretaria/secretaria-de-infraestrutura-habitacao-eservicos-urbanos/>. Acesso em: 08 mar. 2025.

GOIÁS (2021). *Mapeamento situacional – DTI: destinos turísticos inteligentes: estudo 39 – sistema territorial turístico de Valparaíso de Goiás*. Secretaria de Turismo, [S. l.]. Disponível em: <https://goias.gov.br/turismo/wp-content/uploads/sites/4/2023/12/39-%E2%80%93Municipio-de-Valparaíso-de-Goiás.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2025). *Malha municipal*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-doterritorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 25 mai. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2023). *Censo demográfico 2022: resultados preliminares*. Rio de Janeiro – RJ. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico2022.html?edicao=35938>. Acesso em: 20 mai. 2025.

LEPSCH, I.F. (2002). *Formação e conservação dos solos*. Oficina de Textos, São Paulo – SP.

MATOS, A.B. (2019). *Plano Diretor Municipal de Valparaíso de Goiás: ineficácia do planejamento urbano e ausência de gestão territorial*. Monografia (Bacharel em Sociologia) – Universidade de Brasília, Brasília – DF. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/24032>. Acesso em: 27 jan. 2026.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS (2022). *Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas*. Gov.br, Brasília – DF. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel/ap>. Acesso em: 23 jul. 2025.

TUCCI, C. E. M. (2012). *Gestão da drenagem urbana*. Brasília, DF: CEPAL. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 48).