

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS – Uni-ANHANGUERA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**VERIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA MICRODRENAGEM URBANA  
NA AVENIDA BERLIM NO JARDIM EUROPA  
EM GOIÂNIA**

**LUIZ CELSO TEXEIRA DE SOUZA**

GOIÂNIA  
Novembro/2018

**LUIZ CELSO TEIXEIRA DE SOUZA**

**VERIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA MICRODRENAGEM URBANA  
NA AVENIDA BERLIM NO JARDIM EUROPA  
EM GOIÂNIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário de Goiás - Uni-ANHANGUERA, sob orientação do professor especialista Murilo Faria Cezar, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

GOIÂNIA  
Novembro/2018

## RESUMO

Os serviços e ações de saneamento básico são questões relacionadas à saúde pública e o crescimento populacional aliado à ocupação do solo dos centros urbanos, sem o devido planejamento, acarreta prejuízos ao meio ambiente e à qualidade de vida da população. Este trabalho apresenta um estudo de caso realizado para micro drenagem, no município de Goiânia, localizado em um trecho da Avenida Berlim, no Bairro Jardim Europa, e analisa os problemas ocasionados por chuvas intensas no local. O objetivo deste estudo foi a verificação do funcionamento da drenagem do local no trecho, além de avaliar a eficiência quanto a capacidade das unidades e dispositivos hidráulicos, afim de apontar as prováveis falhas no dimensionamento, causador da expansão no escoamento superficial da via. A necessidade de uma gestão eficiente nessa vertente do saneamento é tão importante e está sensivelmente relacionada às doenças principalmente de veiculação hídrica, demandando, além de recursos públicos, medidas voltadas à educação ambiental e à conscientização sobre a questão da disposição correta de resíduos sólidos. Como resultado, foi constatado que o dimensionamento do sistema de drenagem para o trecho do objeto de estudo foi elaborado corretamente, porém a omissão pública e a falta de conscientização da população prejudicam e geram transtornos que vão desde a bueiros obstruídos por detritos e sedimentos até a falta de manutenção e fiscalização dos componentes do sistema de drenagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento. Águas pluviais. Infraestrutura. Saúde Pública. Educação Ambiental

## 1. INTRODUÇÃO

Os indicadores do saneamento básico de uma localidade demonstram o grau de desenvolvimento que proporcionam a qualidade de vida dos habitantes, integrado os sistemas físicos dos principais procedimentos do saneamento do meio ao abastecimento de água potável, ao esgotamento sanitário, à gestão de resíduos sólidos e, por fim, ao controle e a gestão de água pluviais urbanas.

Segundo Cabral (2009), independente do estágio socioeconômico, a preocupação e os cuidados pela boa funcionalidade desses sistemas citados indicam o estágio cultural, organizacional e de desenvolvimento de seus habitantes.

A ausência dos serviços de saneamento mínimo nas cidades, tendo como efeito alagamentos e inundações em períodos chuvosos, traz como consequências impactos sociais, econômicos e ambientais, afetando diretamente a qualidade de vida.

Os problemas das cidades brasileiras é que as mesmas necessitam de um gerenciamento para a implantação de sistemas de controle de cheias urbanas ou de drenagem para amenizar e/ou evitar danos estruturais dessa problemática pelo poder público (PHILIPPI JR, 2005), além dos riscos de ocorrência de eventos indesejáveis e severas repercussões as múltiplas atividades que acontecem no espaço urbano (CABRAL, 2009).

O processo de urbanização sem ordenamento afeta negativamente os aparelhos urbanos referentes aos recursos hídricos, como o sistema de drenagem. A ocupação dos solos, muitas vezes desrespeitando o sistema de drenagem natural das águas, favorece impactos significativos dos corpos hídricos e à ocupação de áreas de amortecimento de cheias, o que torna cada vez mais comuns e corriqueiros os problemas frequentes com as enchentes urbanas. Como ressalta Funasa (2015), a ausência ou falha do sistema de drenagem surgem problemas como empoçamentos, inundações, erosões e assoreamentos.

Tais inconvenientes se devem à redução da infiltração natural nos solos urbanos, provocados pela impermeabilização dos pavimentos das ruas reduzindo a superfície e diminuindo a absorção natural da água.

Para Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano (2012), utilizar de formas mais racional, econômica e sustentável para solucionar problemas de inundações no planejamento de uma bacia urbana, com vistas à percepção das potencialidades locais, certamente muitas intercorrências seriam sanadas.

Além da dificuldade encontrada pela água para continuar seu ciclo natural, a presença de resíduos sólidos, seja por disposição inadequada e/ou lançamento desses resíduos em ruas, ajudam a intensificar ainda mais os impasses mencionados.

Diante disso, torna-se necessário que a gestão municipal assuma e empregue ações relevantes para atenuação e de controle dos impactos, objetivando, artificialmente, a continuidade ao ciclo hidrológico natural.

Como o sistema de drenagem urbana é preventivo às inundações em área mais baixas sujeitas a alagamentos, o trecho em estudo objetiva avaliar os impactos causados pelas chuvas provocado pela falta de manutenção na infraestrutura da drenagem urbana no local.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

A temática da drenagem urbana foi escolhida, após a observação de problemas enfrentados em algumas cidades brasileiras. O objeto de estudo é um trecho da avenida Berlim, no Jardim Europa, na cidade de Goiânia, Goiás (*UTM 679747.75 m E / 8151087.38 m S*) mostrado na (Figura 1). É um local que vem sofrendo, constantemente, com problemas relacionados ao assunto em discussão.



Figura 1. Delimitação da bacia contribuinte e trecho de estudo. Fonte: Google Earth (2018).

## 2.2. Metodologia

Para a execução deste trabalho, foram realizadas visitas para avaliação da área de estudo e levantamento fotográfico, juntamente com as referências bibliográficas relacionadas ao tema. Assim, como o georreferenciamento da área de contribuição, além de consultas à registros da Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos de Goiânia – SEINFRA, foram fundamentais para a conclusão da pesquisa.

Dessa forma, foi efetuado uma caracterização da referida bacia com a identificação e avaliação dos principais problemas relacionados à drenagem urbana no local.

Para os cálculos hidráulicos utilizou-se a equação de Manning (1816-1897) devido a sua simplicidade e precisão, pois fornece resultados precisos para vários tipos de canais naturais ou artificiais desde que considerado como escoamento turbulento rugoso (CHADWICK, 2017).

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

Where	Q	=	Discharge (m <sup>3</sup> /sec., ft <sup>3</sup> /sec.)
	k	=	Constant (1.00m <sup>1/3</sup> /m <sup>1/3</sup> SI, 1.49ft <sup>1/3</sup> /ft <sup>1/3</sup> U.S. customary)
	n	=	Manning's coefficient (unitless)
	A	=	Flow area (m <sup>2</sup> , ft <sup>2</sup> )
	R	=	Hydraulic radius (m, ft)
	S	=	Friction slope (m/m, ft/ft)

De acordo com Porto (2016) para que capacidade hidráulica seja atingida, deve-se que, o raio hidráulico deve adquirir o máximo valor possível, e também fixar a declividade e rugosidade da superfície, com isso a vazão será máxima.

Ainda Baptista (2016) afirma que conhecidas as propriedades geométricas da seção transversal, raio hidráulico e profundidade de escoamento é possível calcular qualquer uma das variáveis da formula de Manning de forma direta e imediata.

Para o levantamento altimétrico, análise topográfica e obtenção de imagens georreferenciadas foi utilizado o software Google Earth Pro versão 7.3

Para as estimativas do caudal superficial local utilizou-se o *Método Racional*, pois em relaciona a vazão de precipitação e a vazão excedente igualando a área impermeabilizada de contribuição.

Foi considerado a seção plena dos condutos e área das quadras com 100% de impermeabilização.

$$Q = CiA$$

where       $Q$  = peak runoff rate (flow unit)  
               $C$  = runoff coefficient (unitless)  
               $i$  = rainfall intensity (intensity unit)  
               $A$  = watershed area (area unit).

Segundo Gribbin (2017) é usado para calcular vazões de pico, ou seja, a maior vazão produzida por uma área após um evento de chuva.

### **2.3. Sistema de Drenagem Existente**

A avaliação do sistema de microdrenagem do trecho em questão foi conduzida a partir das informações e dados cadastrais da rede junto ao órgão competente da área estudada para nortear a análise. A rede de drenagem existente conta com tubos de concreto armado, que variam entre diâmetros de 400, 600 e 800 milímetros, poços de visitas e bocas de lobo.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Um sistema de drenagem urbana deve ser concebido sobre uma ótica geral, considerado dois sistemas diferentes: um artificial, e outro natural, que devem ser planejados e projetados, sob critérios específicos.

O sistema artificial ou microdrenagem é constituído pelo pavimento asfáltico, sarjetas, bocas de lobos os bueiros e as galerias de águas pluviais. Já o sistema de macrodrenagem é constituído por canais naturais existentes antes da ocupação urbana de maiores dimensões (RAMOS *et. al.*, 1999), que teve sua formação ou consolidação ocorrida a milênios de anos por efeitos de chuvas e ventos moldando esse ambiental natural (BOTELHO, 2011).

Após cálculos da capacidade hidráulica supracitados dos componentes existentes, conclui-se que o sistema foi projetado de maneira a atender as vazões de chuva características para a localidade, referentes ao ano hidrológico de 2017/2018 e baseado em dados hidrológicos do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET, conforme mostrado na Figura 2.

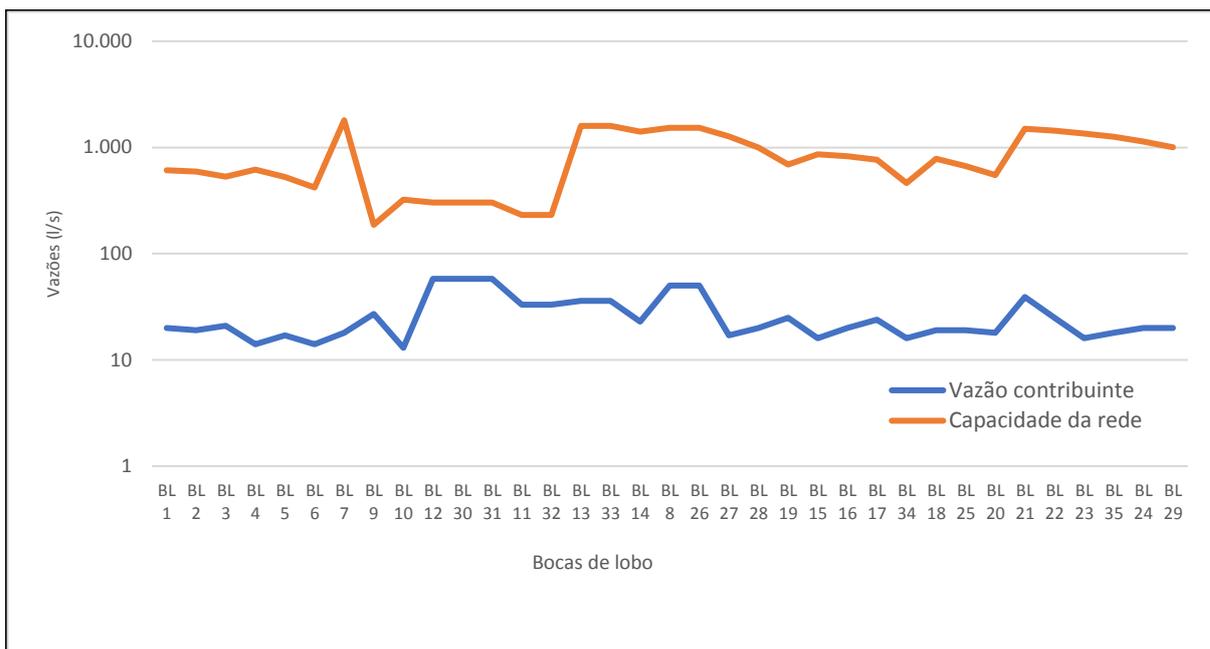


Figura 2. Comparativo da capacidade da rede de drenagem com a demanda de chuva da área de estudo.

As águas, ao caírem nas áreas edificadas, escoarão inicialmente pelos terrenos até chegar às ruas, onde serão conduzidas para as sarjetas, devido ao abaulamento (declividade transversal) e por gravidade (inclinação longitudinal).

Um sistema de captação de águas de chuva só é eficiente, se todas as peças forem hidráulicamente adequadas, localizados corretamente e mantidos limpos e íntegros (BOTELHO, 2011).

O carreamento e transporte do lixo urbano e sedimentos é um a fator que impacta a drenagem urbana, pois acabam nas sarjetas e bocas de lobo, obstruindo as entradas e as tubulações. (TUCCI, 1995).

Embora a rede de drenagem esteja dimensionada satisfatoriamente, ocorrem problemas de escoamento superficial em ruas anteriores alcançando o trecho analisado, conforme Figuras 3 a 5. Tais problemas estão relacionados à inexistência de manutenção do sistema como um todo, tais como, bocas de lobo como tampas quebradas ou deterioradas, com entrada obstruída, localização dos dispositivos de modo que não seja eficiente, rede de tubulações e caixa de captação entupidas por resíduos sólidos (lixo), sedimentos carreados, descontinuidade de sarjetas e, por fim, a falta de fiscalização no que tange as ligações clandestinas na rede.



Figura 3. Alagamento provocado pela chuva do dia 13/04/2014.



Figura 4. Alagamento provocado pela chuva do dia 24/03/2018.



Figura 5. Alagamento provocado pela chuva do dia 24/10/2018.

### 3.1. Sarjetas

Sarjeta é um canal longitudinal situado entre a guia da calçada e a pista de rolamento destinado a coletar e conduzir as águas de escoamento superficial até as bocas de lobo. Nas inspeções *in loco*, foi possível constatar que as sarjetas são triangulares (quando existem) variando as profundidades (Figura 6). Também se verificou que possuem algum tipo de obstáculo que bloqueia a passagem da água e alguns trechos, completamente sem sarjetas, desfavorecem a passagem da água acumulando-a, causando alagamentos e quiçá a transmissão de doenças.



Figura 6. Sarjetas existentes nas ruas na área do estudo.

### 3.2. Bocas de lobo

Conforme Azevedo Netto (2015), bocas de lobo são estruturas hidráulicas para captação do escoamento localizados nas sarjetas quando a capacidade hidráulica for ultrapassada, podendo ser alocadas em ambos os lados da rua. São dispositivos para captação das águas superficiais oriundas das sarjetas, podendo ser posicionadas sob os passeios públicos ou vias, “engolindo” horizontalmente a água através de uma depressão (abaixamento) das sarjetas.

*In loco*, constatou-se que a maioria das bocas de lobo está parcial ou totalmente inoperantes, devido ao acúmulo de resíduos e sedimentos nas caixas de captação (Figuras 7 e 8).

Em outros exemplos, foi percebida a falta de manutenção das estruturas físicas como tampas de cobertura e guias-chapéu quebradas, além de existência de ligações clandestinas na rede de drenagem, conforme Figuras 9 e 10.



Figura 7. Boca de lobo obstruída.



Figura 8. Boca de lobo com entrada da tubulação obstruída.



Figura 9. Boca de lobo com tampa e guia-chapéu quebradas.



Figura 10. lançamento clandestina na rede de coleta de águas pluviais.

Outro fator observado foi a localização de algumas bocas de lobo, pois não favorece a captação das águas das chuvas, conforme Figura 11.



Figura 11. Bocas de lobo locada de forma ineficiente.

### 3.3. Elementos que influenciam no escoamento pluvial

Na área de estudo, foi identificado diversos obstáculos para escoamento da água como sarjetas bloqueadas por rampas de concreto para acesso de veículos (Figura 12); trechos com vegetação crescida e acúmulos de resíduos sólidos (Figura 13). No caso de uma chuva volumosa, a água transborda para as calçadas transportando, também, o lixo disposto inadequadamente para os cursos hídricos o que degrada o meio ambiente.

No local, não foi possível identificar poços de visitas, pois muitos encontram-se tapados com pavimentação asfáltica “lacrados”.



Figura 12. Sarjetas com obstrução por rampas de acesso à veículos.



Figura 13. Sarjetas com obstrução do fluxo pluvial por vegetação crescida e resíduos carreados.

## 4. CONCLUSÃO

Os escoamentos superficiais provocados por transbordamento de águas das galerias têm gerado transtornos à população sem que as autoridades tomem as devidas providências.

Para solucionar o problema da drenagem urbana no trecho, é necessária a realização da manutenção preventiva e a corretiva nos componentes do sistema para torná-los eficientes e totalmente operacionais.

A necessidade da verificação dos trechos obstruídos da rede de drenagem é muito importante, pois o problema interfere na passagem do fluxo pela galeria para que, posteriormente, seja realizada a limpeza dos condutos.

A adoção, quanto ao uso de grelhas com manutenção sistemática, em substituição às bocas de lobo convencionais, impedindo a entrada de resíduos sólidos que, quando não as entope, são conduzidos para os corpos hídricos receptores (macro drenagem), contribuindo para a poluição ambiental.

Com relação ao controle de possíveis alagamentos e inundações, é importante que, além do trabalho constante de limpeza da rede, sejam também realizados programas de conscientização ambiental junto à população, evitando assim, a disposição de resíduos sólidos nas ruas e passeios públicos, que possam comprometer o funcionamento da rede, impedindo entupimentos, além de contaminação e alteração da qualidade de suas águas.

Com relação aos pontos analisados anteriormente, faz-se necessário uma fiscalização por parte do órgão municipal com foco nos lançamentos clandestinos de esgotos em rede pluvial.

Dessa forma, o sistema de drenagem urbana de águas pluviais provocará menos impactos à população daquela região e ao meio ambiente, proporcionando uma melhor qualidade de vida à população.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO NETTO, J. M. - **Manual de Hidráulica**, Ed. Edgard Blücher Ltda, 9ª Edição, São Paulo, 2015.

BAPTISTA, M; LARA M. **Fundamentos da Engenharia Hidráulica**. 4 Ed., Belo Horizonte: UFMG, 2016.

BOTELHO, M. H. C. **Águas de Chuva: Engenharia das Águas Pluviais nas Cidades**. EDGARD BLÜCHER LTDA, 2ª Ed. rev. e ampl. - São Paulo, 1998.

BRASIL. Fundação Nacional da Saúde. **Manual de Saneamento**. Brasília: Funasa, 2015. FUNASA, 2015.

CABRAL, J. J. S. P.; MASCARENHAS, F. B.; CASTRO, M. A. H.; MIGUEZ, M. G.; PEPLAU, G. R.; BEZERRA, A. A., (2009). **Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. In: FINEP, PROSAB. (Org.) Manejo de águas pluviais urbanas, 1ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 2009, v. 4, cap. 1, p. 19-73.

CHADWICK, A.; MORFETT, J. **Hidráulica em engenharia civil e ambiental**. 5 Ed., Instituto Piaget, 2017, Lisboa, Portugal.

GRIBBIN, J. E. **Introdução à Hidráulica, Hidrologia e Gestão de Águas Pluviais**, 4 Ed., Manhatan, Editora Cengage Laerning, 2017.

Instituto nacional de Meteorologia (INMET). Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em outubro de 2018.

PHILIPPI Jr. A. **Saneamento, saúde e ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manole, 2005 - (Coleção Ambiental; 2).

PORTO, Rodrigo de Melo. **Hidráulica básica**. 2. Ed. São Carlos: EESC-USP, 2001.

RAMOS, C. L.; BARROS, M. T. L.; PALOS, J. C. F. (coord.). **Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no Município de São Paulo**. São Paulo: PMSP/CTH, 1999.

SMDU - Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana**. São Paulo: SMDU, 2012.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L.; BARROS, M. T. **Drenagem urbana**. Porto Alegre. ABRH, UFRGS, 1995.

## VERIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA MICRODRENAGEM URBANA NA AVENIDA BERLIM NO JARDIM EUROPA EM GOIÂNIA

SOUZA, Luiz Celso Teixeira de<sup>1</sup>; CEZAR, Murilo Faria<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudante do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA.

<sup>2</sup> Professor Especialista Orientador do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA.

Historicamente os serviços de saneamento básico estão relacionados com a saúde pública. O crescimento populacional, aliado à ocupação do solo dos centros urbanos sem o devido planejamento, acarreta prejuízos ao meio ambiente e à qualidade de vida da população. Este trabalho apresenta um estudo de caso realizado para micro drenagem no município de Goiânia, localizado em um trecho da Avenida Berlim, no Bairro Jardim Europa, quanto os problemas de infraestrutura ocasionados por chuvas intensas que sobrecarregam o sistema de drenagem local. O objetivo do presente estudo, foi verificar o funcionamento da drenagem para o trecho, avaliando a eficiência quanto a capacidade das unidades e dispositivos hidráulicos afim de apontar as possíveis falhas no dimensionamento, possível causador do escoamento superficial da via. Para investigação destes problemas foram estudados o planejamento urbano, o Plano Diretor, as políticas públicas na área de saneamento com ênfase na drenagem urbana das águas pluviais, saúde pública e meio ambiente. Para tal, a metodologia para a pesquisa compreendeu os estudos bibliográficos, verificação dos elementos operacionais de micro drenagem mediante a visita *in loco*, requisição de projetos junto à Prefeitura Municipal, e levantamento das informações hidrológicas para avaliação das vazões de projeto do sistema de micro drenagem existente, as quais foram confrontadas para verificar se os dispositivos atendem às necessidades atuais da drenagem pluvial. Como resultado verificou-se o sistema em questão apresenta falhas de operação devido à localização e falta de manutenção das bocas de bolo e tubulações. Após análise conclui-se que para a solução do escoamento superficial será uma efetiva gestão da rede de drenagem pluvial do trecho com a adoção das medidas cabíveis para a solução dos problemas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento. Águas pluviais. Infraestrutura. Saúde pública. Educação Ambiental

FOLHA DE APROVAÇÃO  
LUIZ CELSO TEIXEIRA DE SOUZA

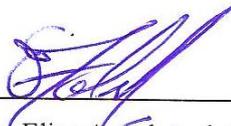
VERIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA MICRODRENAGEM URBANA  
NA AVENIDA BERLIM NO JARDIM EUROPA  
EM GOIÂNIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA, defendido e aprovado em 12 de novembro de 2018 pela banca examinadora constituída por:



---

Professor Especialista Murilo Faria Cezar  
Orientador



---

Professor Especialista Elias Anacleto de Toledo Junior  
Membro da banca



---

Professora Mestre Regina de Amorim Romacheli  
Membro da banca