

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

DRENAGEM URBANA: ESTUDO DE CASO DE UM LOTEAMENTO EM CORONEL XAVIER CHAVES - MG

Arthur Santos Longati¹, Fernanda Alberico Resende¹, Andreza Aparecida Longati², Helbert Rezende de Oliveira Silveira¹.

¹Centro Universitário Presidente Tancredo de Almeida Neves, Avenida Dr. José Caetano de Carvalho, 2199 – Jardim Central - 36.307-251 - São João Del Rei - MG, Brasil, arthurlongati@gmail.com, fernanda.alberico@hotmail.com, herosrezende@yahoo.com.br.

²Universidade Federal de São Carlos/Departamento de Engenharia Química, Rodovia Washington Luís (SP-310), km 235 - 13565-905 - São Carlos - SP, Brasil, andrezaalongati@gmail.com.

Resumo

No contexto atual de competitividade econômica, as instituições que melhor se posicionam em termos de soluções na execução de projetos de drenagem obtêm importantes vantagens comparativas. Assim, o presente trabalho tem como objetivo projetar um sistema de drenagem para um loteamento em Coronel Xavier Chaves/MG a fim de atingir a sua eficiência, segurança e sustentabilidade. O estudo foi elaborado de forma a seguir as normas vigentes quanto aos cálculos, dimensionamentos e disposições dos componentes. Foram constatados um considerável número de dispositivos de drenagem para escoar as águas pluviais, e redes de drenagem com o diâmetro mínimo permitido para atender as demandas. Além disso, verificou-se a concordância do projeto com uma drenagem urbana segura e ambientalmente responsável. Portanto, o estudo da microdrenagem e macrodrenagem é essencial para a qualidade de vida da população que viverá no loteamento. Seu estudo é um assunto que abrange todas as parcelas da sociedade, tendo vieses tecnológicos, técnicos, legislativos, ambientais e educacionais.

Palavras-chave: Drenagem Urbana. Microdrenagem. Loteamento.

Área do Conhecimento: Engenharias - Engenharia Civil.

Introdução

A drenagem é parte essencial do bem-estar da sociedade, principalmente em centros urbanos, onde a maior parte da população brasileira está situada (TUCCI, 2003). Com o aumento vertiginoso das cidades, tem-se cada vez menos áreas permeáveis às águas pluviais, gerando assim inundações, enchentes, alagamentos, erosões de solo e até deslizamentos, problemas recorrentes em grandes centros urbanos. Ademais, a drenagem urbana está diretamente ligada com a saúde pública, uma vez que a precariedade ou inexistência destas obras podem causar doenças como leptospirose, malária, acidentes com animais peçonhentos, traumas psicológicos e físicos (CHRISTOFIDIS et al., 2019). Nesse aspecto, como medida tomada no âmbito do Saneamento Básico (SB) no Brasil, tem-se a lei 11.445/2007, regulamentada pelo decreto nº 7217/2010, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e define como serviço de SB, dentre outros, a drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das redes urbanas.

Em áreas urbanas, com o aumento do escoamento superficial devido a diminuição de áreas de infiltração, todo o ciclo da água é prejudicado. Já nas áreas rurais, o fluxo é retido pelo solo e escoado de maneira gradual, produzindo, assim, picos de enchentes moderados (TUCCI, 2007). Assim, para executar um processo de drenagem, é preciso conhecer os fenômenos naturais presentes na região, como o clima e a hidrologia. Além disso, o processo de drenagem pluvial quando desconhecido, pode resultar em grandes catástrofes naturais, resultando em perdas humanas e materiais. Dessa forma, um sistema de drenagem eficiente e econômico se faz vantajoso para toda sociedade envolvida.

O presente trabalho teve como objetivo projetar um sistema de drenagem para um loteamento localizado em área urbana isolada no município de Coronel Xavier Chaves/MG. Para isso, avaliou-se a topografia local, o regime de chuvas da região, dimensionou-se e projetou-se o sistema de drenagem. Por fim, o presente trabalho pode contribuir com a elaboração de projetos de infraestrutura ambiental e economicamente responsáveis.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Metodologia

De modo geral, as redes de drenagem de água da chuva são sistemas que integram os serviços de saneamento, capazes de receber e transportar líquidos superficiais por meio de sarjetas, tubulações, compostos de canais conectados entre si. Elas são equipamentos públicos que facilitam o escoamento das águas de chuva. Depois de captada pelas galerias pluviais, essa água é lançada em cursos d'água. Por ser simplesmente água pluvial, ela não passa por nenhum tratamento antes de ser direcionada para a natureza. Para dimensionar e projetar a rede de drenagem foram feitas as etapas seguintes.

Cálculo da vazão de capacidade das Sarjetas através da Fórmula de Izzard (Equação 1):

$$Q_0 = K \cdot \sqrt{i} \quad (1)$$

Onde K é constante de Izzard para ruas com 7m de largura e igual 1,257 e I é a declividade da via.

O cálculo da vazão de contribuição, a partir das áreas de contribuição, conforme curvas de nível, limites de lotes e dispositivos de drenagem foi realizado segundo o Método Racional (Equação 2):

$$Q = C \cdot I \cdot A \quad (2)$$

Onde Q é a vazão de contribuição [m³/s], C é o coeficiente de escoamento para edificações com muitas superfícies livres e igual a 0,5, I é a intensidade média de precipitação para um tempo de retorno de 25 anos [m/s] e igual a $6,12 \cdot 10^{-5}$, e A é área de contribuição [m²]. Após esses cálculos, comparou-se a vazão de contribuição com a vazão de escoamento. Nos casos em que a vazão de contribuição foi inferior a vazão de escoamento, permaneceu-se com o escoamento superficial, ou seja, guias e sarjetas. Nos casos em que a vazão de contribuição ultrapassou a de escoamento ou ficou próxima, instalou-se dispositivos de drenagem como bocas de lobo e galerias.

Para o dimensionamento das galerias de águas pluviais (GAP), adotou-se as recomendações de projeto descritas conforme NBR 10844,1989: velocidade máxima de escoamento de 5m/s, velocidade mínima de escoamento de 0,75m/s, diâmetro mínimo de 500mm para ramais, diâmetro mínimo de 600mm para redes. Através da Equação da Continuidade (Equação 3), calculou-se a capacidade de escoamento da rede.

$$Q = V \cdot A_m \quad (3)$$

onde Q é a vazão da rede [m³/s], V é a velocidade média (m/s) e A_m é a área molhada [m²], a qual é calculada pela Equação 4:

$$R_h = A_m / P_m \quad (4)$$

onde R_h é o raio hidráulico [m], P_m é o perímetro molhado [m] e calculada segundo Equação de Manning (Equação 5) abaixo:

$$V = 1/n \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{i} \quad (5)$$

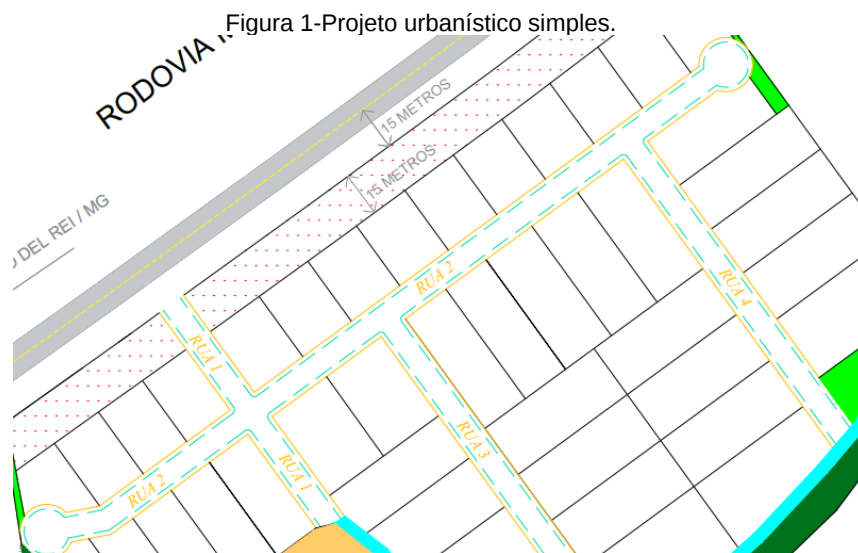
onde n é o coeficiente de rugosidade do concreto e igual 0,015. Por fim, calculou-se a quantidade de dispositivos necessários nas vias (Equação 6). Vale ressaltar que uma boca de lobo simples tem vazão de 60 l/s.

$$N_{\text{dispos.}} = Q_{\text{contrib}} / Q_{\text{dispos}} \quad (6)$$

onde N_{dispos} é o número de dispositivos, $Q_{\text{contrib.}}$ é a vazão de contribuição, Q_{dispos} é a vazão do dispositivo de drenagem. Logo, efetuou-se o dimensionamento e a disposição dos aparelhos de drenagem.

A fim de poder exemplificar e esclarecer melhor a metodologia do trabalho, tem-se a Figura 1, com um projeto urbanístico da área onde será dimensionada a drenagem do loteamento. Lembrando que o dimensionamento é feito para as ruas de forma individual e, após isso, é analisado todo o conjunto.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições



Fonte: o autor.

Resultados

Por meio da metodologia descrita, obteve-se os resultados descritos na Tabela 1. Na Tabela 2 é apresentado o dimensionamento das galerias principais. Por fim, são apresentadas algumas partes e detalhes do projeto nas Figuras 2, 3, 4 e 5.

Tabela 1-Planilha de cálculos de dispositivos de drenagem.

Rua	Área de contribuição (m²)	Declividade (m/m)	Vazão de Contribuição (m³/s)	Vazão de escoamento superficial (m³/s)	GAP	Velocidade de escoamento	Capacidade da rede (m³/s)	Bocas de lobo
1 (início)	4483,1	0,061	0,137	0,311	Não			
1 (fim)	9123,6	0,061	0,279	0,311	SIM	4,5	0,9	2
2 (início)	17568,7	0,055	0,538	0,295	SIM	4,3	0,8	5
2 (fim)	8031,6	0,020	0,246	0,178	SIM	2,6	0,5	1
3	9576,2	0,074	0,293	0,341	SIM	4,5	0,9	4
4	11486,7	0,094	0,351	0,385	SIM	4,9	0,9	4

Fonte: o autor.

Tabela 2-Dimensionamento das galerias principais.

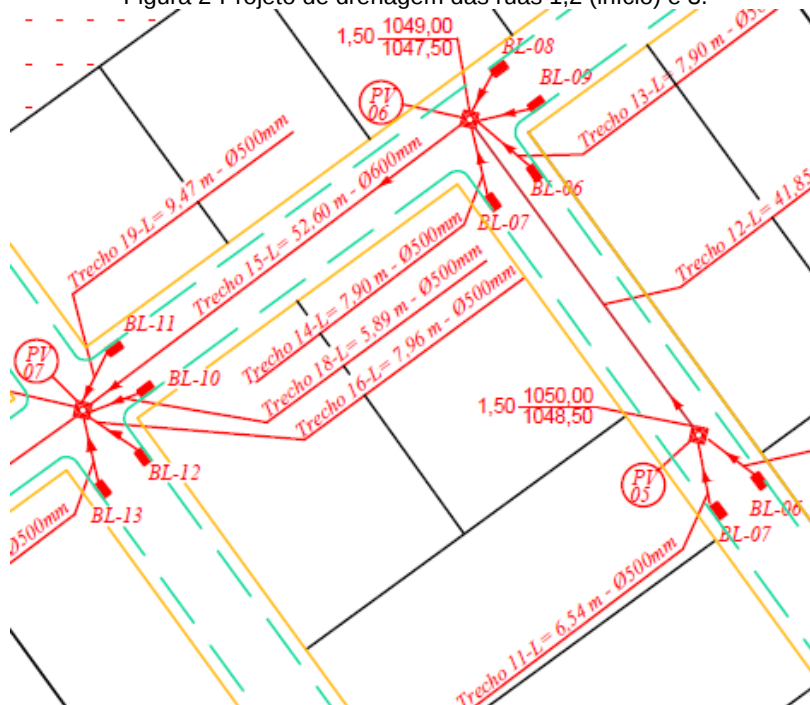
Trecho	Número de BL de contribuição	Vazão de Contribuição (m³/s)	Diâmetro da tubulação (mm)	Velocidade de escoamento (m/s)
3	2	0,188	600	0,67
6	4	0,376	600	1,33
8	5	0,470	600	1,66
12	2	0,188	600	0,67
15	6	0,564	600	1,99
20	10	0,940	600	3,33
23	11	1,034	600	3,66

Fonte: o autor.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

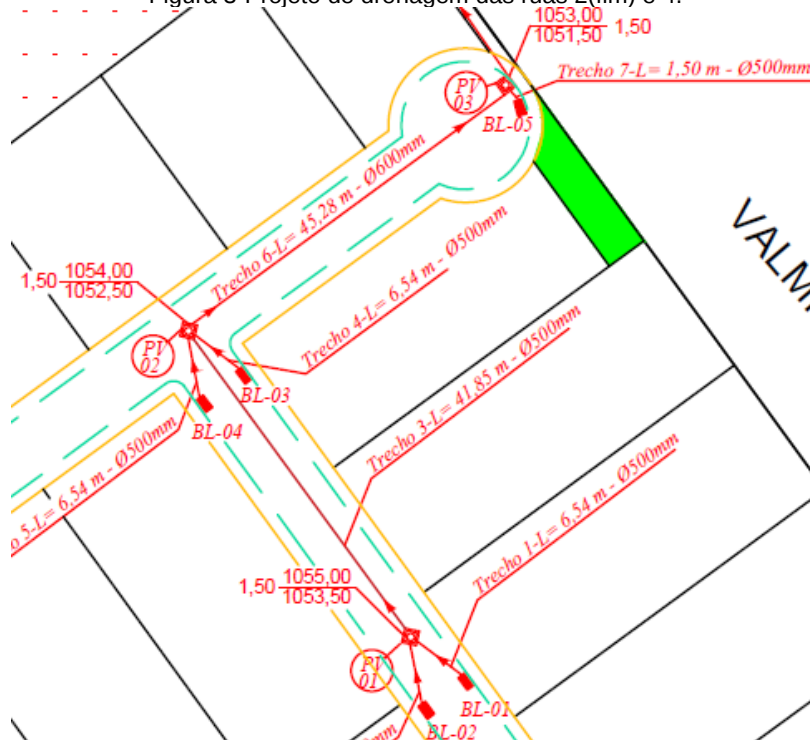
Assim, conforme todos cálculos, dimensionou-se toda a rede de drenagem e sua disposição dentro do loteamento. Vale ressaltar que as galerias foram dispostas no centro das vias, como pode ser observado nas Figuras 2 e 3.

Figura 2-Projeto de drenagem das ruas 1,2 (início) e 3.



Fonte: o autor.

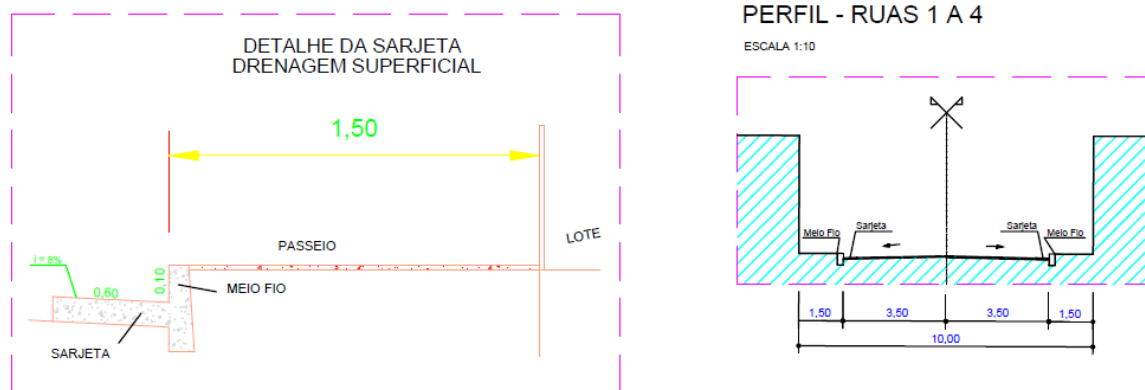
Figura 3-Projeto de drenagem das ruas 2(fim) e 4.



Fonte: o autor.

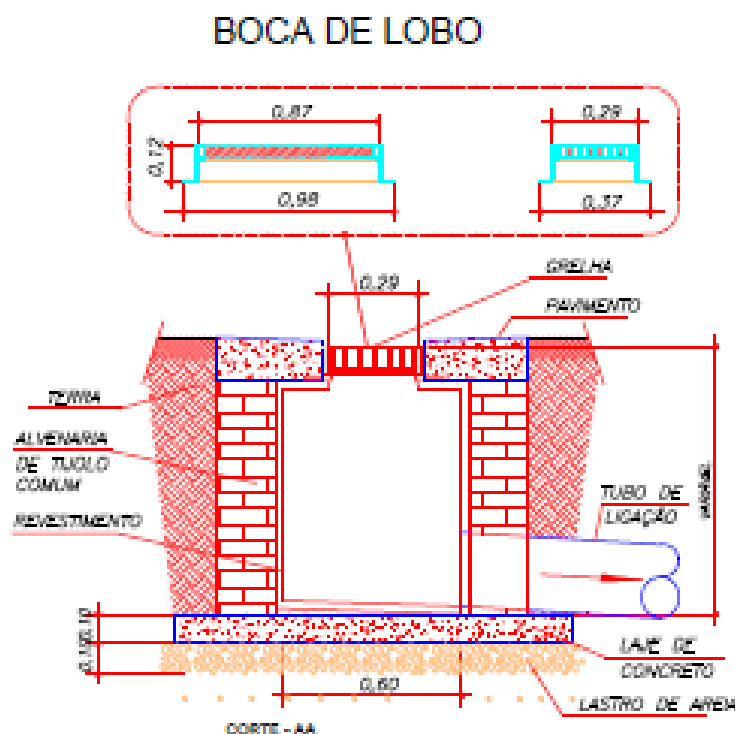
A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Figura 4-Detalhamento de sarjetas e perfis de ruas.



Fonte: o autor.

Figura 5-Detalhamento de boca de lobo.



Fonte: o autor.

Discussão

Apurou-se que a parte inicial da rua 1 não tem necessidade da utilização de galerias de água pluvial, visto que o escoamento superficial é suficiente para canalizar a água pluvial. Entretanto, nas ruas restantes é mandatório a instalação de dispositivos de drenagem profunda, conforme Tabela 2 e Figuras 2 e 3. Verifica-se também que o número de bocas de lobo tem relação direta com a vazão de contribuição e, por conseguinte, com a área de contribuição de cada trecho, ou seja, quanto maior a área, maior a quantidade de bocas de lobo para conduzir esse escoamento pluvial.

Vale destacar que as sarjetas possuem dimensionamento e localização específicas para conduzir o fluxo de água pluvial às bocas de lobo, uma vez que as ruas escoam a água para as laterais devido a sua superelevação. A partir dos detalhamentos (Figuras 4 e 5), observa-se que os dispositivos de drenagem profunda são projetados de forma a ter o melhor rendimento no escoamento dos fluidos, a

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

maior vida útil e mais fácil manutenção. Os detalhamentos das Figuras 4 e 5 possuem também a função de que a execução seja do modo projetado e calculado. Ademais, todo o escoamento da água pluvial se destina ao sistema de drenagem da rodovia que, por sua vez, tem como destino um córrego natural próximo.

A partir da análise do que foi exposto, é possível perceber que o presente trabalho visou a elaboração de um projeto de drenagem urbana seguro, ambientalmente responsável e com uma análise detalhada dos componentes estruturais existentes.

Conclusão

O estudo da drenagem urbana, o qual foi exposto neste trabalho, é de extrema importância para os desenvolvimentos sustentável e humano, que são atendidos por meio da prestação desse serviço básico e, também, para que se materialize a garantia do aumento da segurança e da qualidade de vida do cidadão. Além da manutenção que deve ser sempre provida pelos órgãos responsáveis para que não haja tragédias, acidentes e prejuízos financeiros, é necessário, também, que a população colabore para evitar o entupimento e a inutilização das estruturas de drenagem, como, por exemplo, as bocas de lobo. Nesse sentido, é essencial que os resíduos sólidos e os lixos sejam devidamente descartados, para o funcionamento correto e produtivo da drenagem urbana como previsto em projeto. Com isso, é perceptível que o escoamento pluvial urbano é um assunto extremamente importante e abrange todas as parcelas da sociedade, tendo vieses tecnológicos, técnicos, legislativos, ambientais e educacionais.

Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Instalações Prediais de Águas Pluviais– NBR 10844**. Rio de Janeiro, 1989.

BRASIL. LEI Nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em 06 de março de 2022.

CHRISTOFIDIS, D., ASSUMPÇÃO, R. S. F. V., KLIGERMAN, D. C. **A evolução histórica da drenagem urbana: da drenagem tradicional à sintonia com a natureza**. Saúde debate 43 (spe 3). 2019.

TUCCI, C. E. M. Drenagem Urbana. **Ciência Cultural**, vol. 55, nº 4, São Paulo, 2003.

TUCCI C. E. M. BERTONI, J. C. **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 2003.

TUCCI, Carlos EM. Inundações urbanas. **Porto Alegre: ABRH/Rhama**, v. 11, 2007.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, CNPq e FAPESP (Processos #2019/15851-2 e #2016/10636-8).