

# ANÁLISE DA REDE DE DRENAGEM URBANA INSTALADA NA FACE NORTE DO BOSQUE II, EM MARINGÁ, PARANÁ

ANALYSIS OF DRAINAGE NETWORK INSTALLED ON THE WEST SIDE OF BOSQUE II IN MARINGÁ,  
PARANÁ

JULIANA MARTINS DE SOUZA<sup>1\*</sup>, LOURIVAL DOMINGOS ZAMUNER<sup>2</sup>

1. Acadêmica do curso de graduação em Engenharia Civil da Faculdade Ingá; 2. Engenheiro civil, Mestre pela Universidade Estadual de Maringá, docente do curso de graduação em Engenharia Civil da Faculdade Ingá.

\* Rua Henri Jean Viana Júnior, 49, Jardim Três Lagoas, Maringá, Paraná, Brasil. CEP: 87043-150. [juliana-alfa@hotmail.com](mailto:juliana-alfa@hotmail.com)

Recebido em 04/04/2016. Aceito para publicação em 17/06/2016

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a densa rede de drenagem artificial instalada na face Norte da cabeceira de drenagem do córrego Cleópatra, composta por sarjetas, bueiros, tubos de concreto e poços de visitas, construída ao longo da década de 1950; a insuficiência desta drenagem em retirar o excedente não captado das precipitações que escoam superficialmente e o lançamento concentrado desta rede de drenagem proveniente das precipitações em área de preservação permanente – o PARQUE FLORESTAL DOS PIONEIROS – BOSQUE II, em Maringá, e ao final propor um projeto de redimensionamento das galerias de águas pluviais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Drenagem urbana, escoamento superficial direto, urbanização.

## ABSTRACT

This The present work aims to evaluate the artificial system of watercourses network installed on the North face of the drainage headboard of Cleópatra stream, composed of culverts, storm drains, concrete pipes and drainage ditches; it was built along of fifty's decade, evaluating the concentrated release, the runoff and its insufficiency in removing water of precipitated rains, that after are thrown away in permanent preservation area – O Parque Florestal dos Pioneiros – Bosque II, Maringá.

**KEYWORDS:** Urban drainage, direct surface runoff, urbanization.

## 1. INTRODUÇÃO

A cidade de Maringá está situada no norte do Estado do Paraná e possui as coordenadas 23°27' de Latitude Sul do Equador e 51°57' de Longitude Oeste de Greenwich, exatamente na latitude do Trópico de Capricórnio, apresentando uma variação altimétrica em 450 e 600 metros. Ela foi fundada pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (CMNP) como parte do seu

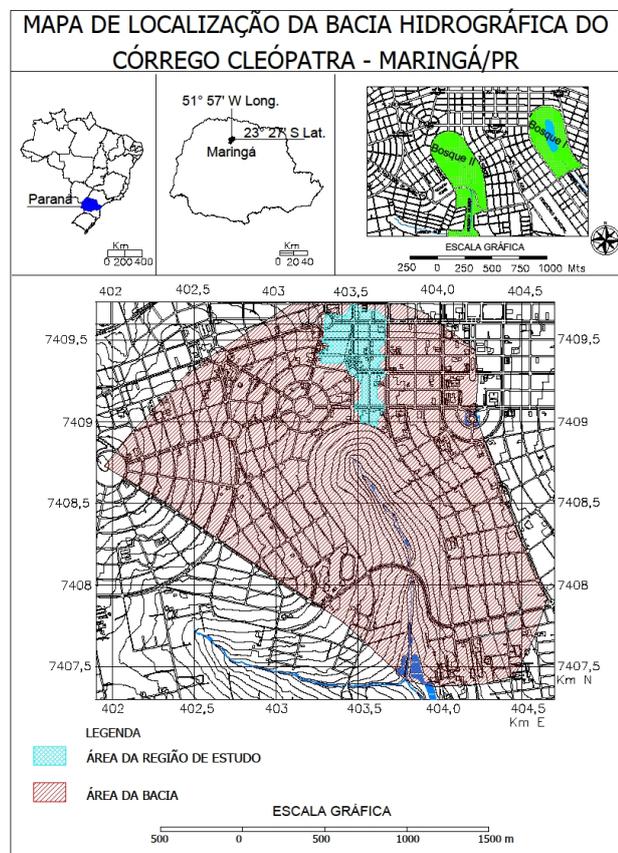
projeto pioneiro de colonização para a região norte do Paraná em 10 de maio de 1947<sup>1</sup>.

De acordo com Mendes (1992)<sup>2</sup> o traçado urbano-viário projetado para a cidade de Maringá contém características próprias, sendo definido por critérios técnicos de acordo com a topografia existente, apresenta solos argilosos, profundos, urbanização condensada nos espigões divisores de drenagem e com seu traçado da rede viária urbana em forma de “xadrez”. Esta forma possibilitou o posicionamento das vias perpendiculares às curvas de nível, causando com isso, quando de eventos chuvosos, a rápida concentração de vazões à jusante, juntamente com altas velocidades de escoamento. Neste projeto, foi previsto também, três grandes bosques, com o intuito de preservar a antiga vegetação original, e as áreas marginais à rede de drenagem foram consideradas de preservação permanente.

O rápido processo de urbanização que afetou vários núcleos urbanos da região norte e noroeste do Estado do Paraná, decorrente das transformações ocorridas no campo a partir da década de 1970, contribuiu, segundo Moro (1988)<sup>3</sup>, para “agravar os problemas urbanos, sociais e econômicos dos polos regionais no norte do Paraná”. Em Maringá, esse crescimento foi acentuado, levando o rompimento dos princípios norteadores do projeto original proposto pela CMNP para a cidade – na década de 1960, a população urbana correspondia a 45,7% da população total; na década de 1970, era de 82,5% e, em 1990, já totalizava 95,5%. Atualmente, a população urbana de Maringá representa 98% da população total do município<sup>4</sup>. A localização da cidade de Maringá e da bacia hidrográfica em estudo pode ser vista na Figura 1.

As baixas densidades populacionais verificadas nos anos de 1947 a 1960 refletiam a fase inicial de ocupação em que grande parte do espaço urbano permanecia desocupado. Nas décadas seguintes (1970/1991), o crescimento urbano foi acompanhado de significativa vertica-

lização nas edificações de uso residencial, sobretudo nos anos 1980, uma vez que o aumento da população foi muito além daquele da área urbanizada, ocasionando significativo incremento na densidade habitacional<sup>5</sup>.



**Figura 1.** Mapa de localização da bacia hidrográfica do Córrego Cleópatra, destacando-se a área em estudo.

Desta forma, a cidade de Maringá ao longo de sua evolução urbana, sofreu alterações ambientais, e talvez uma das mais importantes a ser observada foi a retirada de sua vegetação original, proveniente da mata pluvial, para dar lugar as longas áreas de antropismo e implantação de conjuntos habitacionais, para abrigar este contingente de pessoas vindas de todas as partes do país.

Por conta disso, vários foram os impactos ambientais decorrentes desta transformação, dentre o qual destaca-se o escoamento superficial direto excedente em direção a área florestada – Bosque II. Nesta floresta, a cabeceira de drenagem dá origem ao córrego Cleópatra pertencente ao afluente do ribeirão Pinguim da bacia hidrográfica do rio Ivaí e, caracteriza-se por ser uma ampla bacia de captação de águas pluviais do seu entorno.

O Bosque II está situado em anel central do perímetro urbano da cidade de Maringá, limitando-se com as zonas urbanas 01, 02, 04, 05, 13, 17, 20 e 50, com a área de 59 ha, e mesmo devido a sua localização central na

cidade e de fácil acesso, o parque é fechado à visitação pública e ainda, não é dotado de nenhuma infraestrutura básica para atendimento a população.

Segundo Mota (1999)<sup>6</sup> o crescimento populacional e o aumento das cidades deveriam ser associados ao crescimento da infraestrutura urbana, evitando o surgimento de problemas de drenagem como alagamentos e inundações advindos das precipitações. A medida que a população cresce, vai ocupando áreas ao redor das bacias hidrográficas, por meio da construção de edificações, calçadas e pavimentação de ruas, produzindo a impermeabilização do solo, fatores esses que contribuem para a redução das superfícies de infiltrações e diminuindo o tempo de concentração e aumentando o escoamento das águas superficiais, apresentando como principal consequência a insuficiência das redes de galeria de águas pluviais instalada em retirar essas águas em circulação.

Contudo, para que não ocorra os problemas apresentados na rede de drenagem urbana é preciso ter um controle do escoamento das águas pluviais evitando prejuízos à população<sup>7</sup>. Essas águas de chuva inicialmente escoam superficialmente e são captadas por uma rede de drenagem urbana instalada que são projetadas prevendo a mudança no uso e ocupação do solo da bacia. Com o decorrer do tempo, considerando o aumento da urbanização e essas precipitações excedem os parâmetros considerados em projeto, a rede de drenagem artificial instalada torna-se insuficiente para coletar essas águas em excesso, ocorrendo o escoamento superficial direto. As consequências futuras na bacia hidrográfica devido a não contemplação destes fatores, como a impermeabilização do solo, faz com que os projetos técnicos de drenagem levem ao subdimensionamento das galerias de águas pluviais, e com isso causando sérios problemas a jusante, como inundações e enchentes nas cidades quando ocorrem chuvas intensas.

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico<sup>8</sup>, o sistema de drenagem tem grande importância no planejamento das cidades, pois o controle do escoamento das águas de chuva, evita sérios prejuízos à saúde, à segurança e ao bem-estar da sociedade.

Na cidade de Maringá, Paraná, verificou-se situações críticas devido as altas intensidades de precipitações<sup>5</sup>. Esse fato somado a impermeabilização da área resultou um aumento significativo no volume e na velocidade das águas coletadas pela rede de drenagem urbana instalada ao redor da área florestada.

Assim, o presente trabalho trata de um estudo de caso realizado na face Norte do Parque Florestal dos Pioneiros, conhecido como Bosque II, que é uma área florestada situada na região central da cidade de Maringá, Paraná, que recebe as águas coletadas pela rede de drenagem e toda a parcela excedente do escoamento superficial advinda das chuvas intensas. O objetivo principal deste artigo foi avaliar o sistema de drenagem urbana de

águas pluviais implantado nesta região ao longo do tempo e os impactos causados decorrentes da ineficiência desta rede de drenagem urbana instalada em retirar o excedente não captado das precipitações que escoam superficialmente e o lançamento concentrado proveniente das precipitações em área de preservação permanente e, ao final, propor projeto de redimensionamento das galerias de águas pluviais.

Assim, a fim de atingir esse objetivo principal, foi necessário desenvolver algumas etapas: identificar os impactos causados pela urbanização na região em estudo relacionados com a drenagem urbana instalada; proceder o redimensionamento da galeria de águas pluviais por meio do Método Racional para o cálculo das vazões de projeto e, finalmente, comparar este projeto de redimensionamento da galeria com a rede instalada.

Desta forma, esse trabalho enfatiza a importância da realização do planejamento das áreas urbanas com a implementação de políticas públicas de saneamento básico que priorizem o manejo correto das águas pluviais a partir da drenagem urbana com o propósito de reduzir as inundações provocadas por grandes precipitações; os impactos causados no meio social, econômico, ambiental e na qualidade de vida das pessoas que residem nas áreas urbanas.

## Referencial Teórico

A seguir, serão apresentados conceitos e definições dos métodos utilizados neste trabalho.

### Drenagem

Segundo Tucci (2000)<sup>9</sup>, “drenagem é um conjunto de ações que tem como objetivo resguardar a população dos impactos decorrentes das inundações e possibilitar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, ágil e sustentável.”

Para Philippi Jr. (2005)<sup>10</sup> rede de drenagem é a associação de medidas, infraestrutura e instalações que consiste no transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas, devendo constar nos Planos Diretores com informações hidrológicas e meteorológicas confiáveis para execução de projetos de drenagem urbana.

### Bacia Hidrográfica

A bacia hidrográfica é definida como um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formadas pelo curso natural da água de precipitação que converge os escoamentos para um único ponto de saída denominado exutório<sup>11</sup>.

Da mesma forma Targa (2008)<sup>12</sup> define a bacia hidrográfica como sendo o conjunto de terras limitadas por divisores de águas contendo uma rede de drenagem no seu interior e que drena a água para um único ponto de-

nominado exutório. Esse sistema de drenagem da bacia é composto de nascentes dos cursos de água, principais e secundários, denominados afluentes e subafluentes.

### Tempo de Retorno

O tempo de retorno ou período de retorno é o inverso da probabilidade de um evento hidrológico ser igualado ou excedido em um ano qualquer<sup>13</sup>. Assim, quanto maior o tempo de retorno de uma obra de drenagem maior será o grau de proteção econômica conferido à população. A Tabela 1 mostra o tempo de retorno adotado neste trabalho.

O período de retorno para projeto de drenagem urbana segundo DAEE/CETESP (1980)<sup>14</sup>, em publicação de 1980, conforme TUCCI (1995)<sup>15</sup>, estabelece a determinação dos tempos de recorrência, em função da ocupação da obra, referenciados na tabela abaixo: é feita em função do tipo e da importância da mesma para a população que a utiliza, e em função da sua localização e do seu entorno. Destacam-se aqui alguns fatores que devem ser considerados nessa escolha como: densidade de população da região; volume de tráfego do sistema viário do local; proximidade de equipamentos públicos ou comunitários como escolas, hospitais, estádios, estações ferroviárias ou de metrô, terminais de ônibus, aeroportos, “shoppings”, etc.; tipo e porte da obra; recursos financeiros envolvidos no empreendimento, podendo serem vistos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Tempos de retorno em função da ocupação. Fonte: (DAEE/CETESP apud Tucci, 1995)

Abrangência	Ocupação	Tempo de Retorno - (anos)
Microdrenagem	Residencial	2
	Comercial	5
	Áreas com edifícios de serviços públicos	5
	Aeroportos	2 a 5
Macro-drenagem	Áreas comerciais e artérias de tráfego	5 a 10
	Áreas comerciais e residenciais	50 a 100
	Áreas de importância específica	500

### Tempo de Concentração ( $t_c$ )

É definido como sendo o tempo necessário para que uma gota de água precipitada no local mais distante que cair em uma bacia hidrográfica chegue ao seu exutório<sup>16</sup>.

### Intensidade da Precipitação (i)

Conforme Villela e Matos (1975)<sup>17</sup>, para a determinação da intensidade pluviométrica de uma região é necessário compreender a relação entre intensidade “versus” duração “versus” frequência. Relacionando essas três grandezas físicas da chuva e levando em consideração dados históricos de estações pluviométricas, ob-

tém-se as chamadas equações de chuvas intensas.

### **Método Racional**

Este é um método que propõe uma relação entre a precipitação e o escoamento superficial, considerando as influências da cobertura vegetal, da classe de solos, da declividade, do tempo de retorno e da intensidade da precipitação ocorrida<sup>16</sup>. O Método Racional utilizado na determinação da vazão máxima de projeto para bacias pequenas, com até 2 km<sup>2</sup>, considera-se também que a precipitação é uniformemente distribuída em toda bacia hidrográfica e que coeficiente de infiltração é constante, isto é, que a permeabilidade permanece constante em toda bacia hidrográfica. Ainda, adota-se que o tempo de duração da chuva é numericamente igual ao tempo de concentração da bacia hidrográfica<sup>18</sup>. Esse método foi desenvolvido para quantificar as vazões máximas<sup>19</sup>.

### **Coefficiente de Escoamento Superficial (C)**

O coeficiente superficial (C), também conhecido por coeficiente de *runoff* é definido como sendo a razão entre o volume total de escoamento superficial no evento e o volume total precipitado<sup>20</sup>. Vários autores apresentam tabelas com valores de coeficiente superficial de acordo com o tipo de cobertura vegetal do solo local e características físicas da região.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizada a seguinte documentação: fotografias da área em estudos em épocas de períodos chuvosos; levantamento planialtimétrica da bacia em questão na escala de 1:2000 fornecido pela Prefeitura Municipal de Maringá – PMM; planta de locação da drenagem urbana instalada na área em estudo na escala 1:20.000 fornecida pela PMM.

O estudo foi dividido em etapas: na primeira foi realizado um levantamento bibliográfico através de consulta a livros, artigos e outras publicações que tratam do assunto; posteriormente, foi realizada a coleta de dados que resumiu-se na busca das informações *in loco*, como fotos do local de estudo em dias em que ocorrem as grandes precipitações, resultando os fenômenos de alagamentos; na sequência, foi realizado um levantamento prévio da galeria de águas pluviais instalada para análise e compreensão do funcionamento do sistema de drenagem no local em estudo; e finalmente, foi executado um redimensionamento da rede pluvial baseado no traçado das galerias existentes, e comparando-a com a tubulação existente no local, levando-se em consideração a sequência abaixo relacionada:

### **Determinação da bacia de drenagem da área de estudo**

Definiu-se inicialmente os divisores da bacia de estudo, utilizando o levantamento topográfico da região e

demarcando, com auxílio do software AUTOCAD 2015, a linha que liga pontos de cotas de mesmo valor, por meio de planta planialtimétrica fornecida pela PMM.

### **Lançamento do traçado das galerias**

Este estudo visa o redimensionamento de um sistema de drenagem superficial aproveitando o traçado original, e utilizando-se de componentes de drenagem, tais como: traçado das galerias, bocas de lobo, caixas de inspeção e ligação e poços de visita, fazendo as seguintes verificações:

1. Se as bocas de lobo estão nos pontos topograficamente mais baixos do sistema, para impedir alagamentos e águas paradas.
2. Verificar se os espaçamentos entre as bocas de lobo estão no máximo 80 metros, de acordo com o recomendado pelo Decreto 346/2015 (PMM/SEMOP, 2015)<sup>22</sup>.
3. Verificar se há poços de visita nos pontos nos quais existem mudanças de direções, de declividade, de diâmetro e nos cruzamentos das vias públicas.

### **Identificação do sentido de escoamento por meio de setas**

Analisando as curvas de nível foi possível registrar o sentido do escoamento superficial com pequenas setas.

### **Determinação e numeração de pontos convenientes no sentido crescente das vazões**

No traçado da galeria foi identificado e numerados alguns pontos convenientes.

### **Identificação das cotas superficiais de cada ponto**

Foi verificado as cotas de cada ponto adotado por meio da planta planialtimétrica da região.

### **Medição da extensão de cada trecho:**

Foi utilizado o software AUTOCAD 2015 para executar a medida da extensão de cada trecho entre os pontos numerados.

### **Determinação das áreas de contribuição para cada trecho pelo método do trapézio**

Assinalou-se as áreas de contribuição de cada trecho das galerias, entre dois pontos consecutivos de maneira adequada e conveniente, utilizando o software AUTOCAD 2015.

### **Determinação do tempo de retorno**

De acordo com a Tabela 01, adotou-se um Tempo de Retorno de 10 anos.

### **Determinação do tempo de concentração**

O tempo de concentração foi obtido utilizando a

equação de Kirpich, (Equação 1) para bacias menores que 0,5 km<sup>2</sup> e declividade entre 3 e 10%:

$$tc = 57 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385} \quad (\text{Equação 1})$$

sendo:

L = comprimento do talvegue, em metros;

H = diferença de nível da bacia hidrográfica, em metros.

### Determinação da intensidade pluviométrica

Para a determinação da intensidade de chuvas, empregou-se a equação de chuvas intensas para Maringá (Equação 2), deduzida por Soares & Soares (2000)<sup>21</sup>, válida para durações de até 120 minutos.

$$i = \frac{2085 * T^{0,213}}{[tc + 10]^{1,09}} \quad (\text{Equação 2})$$

sendo:

i = intensidade máxima de precipitação em (mm/h);

T = tempo de recorrência (período de retorno), em anos;

tc = tempo de concentração, em min.

### Determinação do coeficiente de Runoff

De acordo com o Decreto 346/2015 (PMM/SEMOP, 2015)<sup>22</sup>, que regulamenta as Diretrizes Básicas para Elaboração de projetos de drenagem envolvendo pavimentação e galeria de águas pluviais em Maringá, **o percentual de cálculo de vazão de projeto de saída de água (m<sup>3</sup>/s), deverá obedecer ao coeficiente de escoamento superficial (C = 0,90) a ser adotado para áreas pavimentadas ou cobertas neste trabalho.**

### Calculo de vazão de projeto pelo método racional:

A obtenção da vazão pelo MÉTODO

RACIONAL é dada pela Equação 3:

$$Q_{\text{máx}} = 0,278 * C * i * A \quad (\text{Equação 3})$$

sendo:

Q<sub>máx</sub> = vazão de projeto, em m<sup>3</sup>/s;

i = intensidade pluviométrica, em mm/h;

A = área drenada da bacia, em km<sup>2</sup>;

C = coeficiente de runoff.

### Calculo do diâmetro nominal:

Para o dimensionamento do diâmetro nominal da tubulação foi utilizada a equação de Manning, Equação 4:

$$Q = \frac{1}{n} * R_H^{2/3} * Am * \sqrt{i}$$

(Equação 4)

sendo:

Q = Vazão, em m<sup>3</sup>/s;

η = Coeficiente de Manning, de acordo com Porto (1998)<sup>23</sup> utilizado para tubos de concreto = 0,015;

i = declividade da seção de estudo, em porcentagem;

Am = área molhada;

R<sub>H</sub> = Raio hidráulico, em m = D/4;

A área molhada é substituída pela equação da área da circunferência, em m<sup>2</sup>;

$$Am = \frac{\pi * D^2}{4} \quad (\text{Equação 5})$$

5)

Resultando na seguinte equação:

$$D = \left(\frac{Q * n}{0,312 * \sqrt{i}}\right)^{3/8} \quad (\text{Equação 6})$$

Em que:

D = diâmetro do tubo (em m);

η = Coeficiente de Manning, de acordo com Porto (1998)<sup>23</sup> utilizado para tubos de concreto = 0,015;

i = inclinação (m/m) que é calculado pela equação 7;

$$i = \frac{H}{L}$$

(Equação 7)

R<sub>H</sub> = Raio Hidráulico, em m.

$$R_H = \frac{\pi * D}{4}$$

(Equação 8)

Na sequência, foram feitas as seguintes verificações recomendadas pelo Decreto 346/2015 (PMM/SEMOP, 2015)<sup>22</sup>:

- Tubulações circulares e de concreto a seção plena;
- Velocidade mínima de 0,75 m/s;
- Declividade mínima de 1,5% nos tubos de diâmetro (φ) 40 cm; 1,2% nos tubos de diâmetro (φ) 60 cm e 0,5% nos tubos de diâmetro (φ) 80 cm para impedir o assoreamento no interior dos mesmos;
- Velocidade máxima: 5,00 m/s podendo ser aumentado para, no máximo, 7 m/s.

### Cálculo de diâmetro comercial

Para a determinação do diâmetro comercial adotado-se o maior e mais próximo do valor nominal calculado, levando-se em consideração a determinação constante no Decreto 346/2015<sup>22</sup>, estabelecendo que as tubulações de redes de drenagem de águas pluviais devem ter o diâmetro mínimo de 60 cm.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da etapa de busca das informações *in loco*, nos dias em que ocorrem os excessos de escoamento superficial direto advindo das chuvas intensas observada na área de estudo podendo ser vista na Figura 2.



**Figura 2.** Registro fotográfico da Av. XV de Novembro, esquina com à Av. Silva Jardim, em fevereiro de 2015. Autor: desconhecido

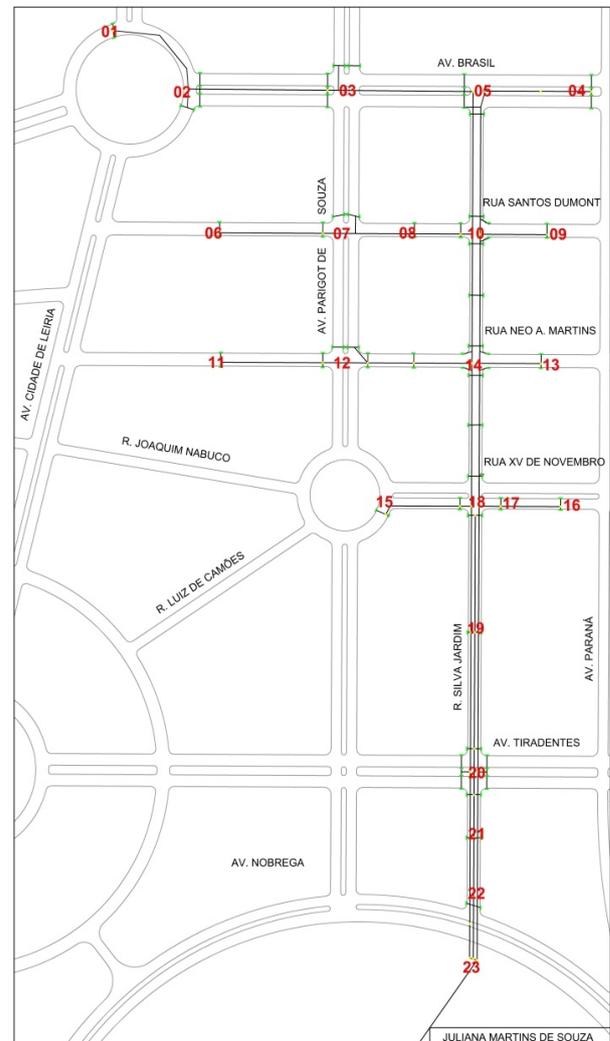
A foto acima evidencia os escoamentos superficiais provocados por chuvas intensas que ocorrem na região de estudo, devido a insuficiência da drenagem urbana instalada em retirar toda a precipitação, ocorrendo o escoamento superficial direto.

O resultado do traçado da galeria de águas pluviais existente para análise e compreensão do funcionamento do sistema de drenagem na área em estudo está apresentado na Figura 3.

Os dados para o redimensionamento da rede de drenagem urbana proposta foram inseridos numa planilha eletrônica utilizando-se do software EXCEL, que tornou o trabalho mais prático pela rapidez na obtenção os resultados, podendo serem vistos na Tabela 2.

Nesta planilha foram inseridos: tempo de retorno; áreas de contribuição; coeficiente de *runoff*; extensão dos trechos das ruas; diferença de nível entre um ponto e outro; equação de Kirpich para determinar o tempo de concentração; equação da chuva para obter o índice pluviométrico; utilização da equação do Método Racional para obtenção das vazões de pico e equação de Manning

para finalmente encontrar o diâmetro nominal e adotar o diâmetro comercial do tubo. Foram obtidas também as inclinações dos trechos da tubulação e a velocidade da água.



**Figura 3.** Traçado da rede galeria de águas pluviais existentes na região de estudo.

De posse do diâmetro comercial adotado para tubulação foi possível montar um quadro comparativo entre os diâmetros instalados na região de estudo e os diâmetros calculados por este trabalho, considerando o artigo 3º do Decreto Municipal 346/PMM, que determina que o diâmetro mínimo para rede de galeria de águas pluviais deve ser 60 cm, como pode serem vistos na Tabela 3.

A Tabela 3 mostra o comparativo entre o diâmetro da tubulação de drenagem urbana instalada na face Norte do Bosque II, na zona de estudo, e o diâmetro redimensionado encontrado.

**Tabela 2.** Redimensionamento da rede de galerias de águas pluviais.

REDIMENSIONAMENTO MICRODRENAGEM - REGIÃO BOSQUE II										
PONTOS	MONT. (m)	JUS. (m)	DIST (Km)	Tc (min)	Tr (anos)	i (mm/ho)	Q (m³/s)	i (%)	Ø DIAM (m)	VELOC. (m/s)
1-2	554,64	553,16	0,10	3,43	10	200,61	0,18	1,48	0,37	1,45
2-3	553,16	550,02	0,12	3,10	10	206,18	0,68	2,67	0,55	2,39
3_5	550,02	548,20	0,11	3,54	10	198,87	1,00	1,65	0,69	1,99
4-5	549,50	548,20	0,11	3,88	10	193,64	0,31	1,22	0,47	1,09
05_10	548,20	546,83	0,11	3,94	10	192,76	1,53	1,25	0,85	1,95
6-7	552,00	549,30	0,10	2,70	10	213,33	0,29	2,72	0,39	2,29
7-8	549,30	548,30	0,05	1,94	10	228,10	0,88	1,87	0,64	1,75
08_10	548,30	546,83	0,05	1,48	10	238,06	1,02	3,05	0,62	2,04
9-10	547,50	546,83	0,06	2,35	10	219,86	0,12	1,21	0,33	0,93
10_14	547,10	545,90	0,10	3,73	10	195,89	2,89	1,20	1,09	2,56
11-12	551,10	548,40	0,10	2,71	10	213,12	0,19	2,71	0,34	1,53
12_14	548,40	545,90	0,10	2,82	10	211,10	0,62	2,49	0,53	2,18
13-14	546,53	545,90	0,05	2,22	10	222,44	0,12	1,22	0,33	0,93
14_18	545,90	544,30	0,11	3,77	10	195,27	3,99	1,44	1,19	3,53
15_18	546,20	544,30	0,07	2,05	10	225,78	0,07	2,73	0,23	0,96
16-17	545,20	544,55	0,05	1,97	10	227,53	0,12	1,38	0,33	0,99
17-18	544,55	544,30	0,02	1,08	10	247,56	0,27	1,23	0,45	0,95
18-19	544,30	543,11	0,10	3,64	10	197,31	4,66	1,22	1,31	2,64
19-20	543,11	540,30	0,11	2,92	10	209,32	5,29	2,61	1,19	4,68
20-21	540,30	539,40	0,05	1,94	10	228,15	6,63	1,74	1,39	3,75
21-22	539,40	537,30	0,05	1,25	10	243,48	7,16	4,49	1,20	6,33
22_23	537,30	534,50	0,05	1,13	10	246,35	7,44	5,93	1,15	6,58
23_24	534,50	533,30	0,08	2,87	10	210,15	6,46	1,50	1,42	3,66

**Tabela 3.** Diâmetros das tubulações calculados e os diâmetros comerciais adotados.

TRECHO	DIÂMETRO INSTALADO	DIÂMETRO CALCULADO	DIÂMETRO ADOTADO
1-2	0,40	0,40	0,60
2-3	0,40	0,60	0,60
3_5	0,40	0,80	0,80
4-5	0,40	0,60	0,60
05_10	2 Ø 0,60	2 Ø 0,80	2 Ø 0,80
6-7	0,30	0,40	0,60
7-8	0,40	0,80	0,80
08_10	0,40	0,80	0,80
9-10	0,40	0,40	0,60
10_14	2 Ø 0,60	2 Ø 0,80	2 Ø 0,80
11-12	0,40	0,40	0,60
12_14	0,40	0,60	0,60
13-14	0,40	0,40	0,60
14_18	2 Ø 0,60	3 Ø 0,80	3 Ø 0,80
15_18	0,40	0,30	0,60
16-17	0,40	0,40	0,60
17-18	0,40	0,60	0,60
18-19	2 Ø 60 + Ø 0,80	3 Ø 0,80	3 Ø 0,80
19-20	2 Ø 60 + Ø 0,80	3 Ø 0,80	3 Ø 0,80
20-21	2 Ø 60 + Ø 0,80	3 Ø 0,80	3 Ø 0,80
21-22	2 Ø 60 + Ø 0,80	3 Ø 0,80	3 Ø 0,80
22_23	2 Ø 60 + Ø 0,80	3 Ø 0,80	3 Ø 0,80
23_24	2 Ø 1,20	2 Ø 1,20	2 Ø 1,20

#### 4. CONCLUSÃO

Conclui-se que, com este dimensionamento realizado, constatou-se a diferença entre os diâmetros calculados neste trabalho pelo redimensionamento realizado e os existentes das galerias de águas pluviais na região de estudo, que muito possivelmente deveu-se ao intenso processo de urbanização desencadeado no entorno da área e que impermeabilizou o solo, resultando num incremento de vazão, e com isso a rede de drenagem ins-

talada passou a não mais comportar o volume de águas pluviais a ser transportado, necessitando assim de galerias (tubulações) com diâmetros maiores para retirar o excedente das águas precipitadas a fim de evitar os escoamentos superficiais diretos, como bem mostrou a Figura 2. Entretanto, por uma visita expedita ao local da área de estudo constatamos ainda, que há várias bocas de lobo entupidas por dejetos diversos e aquelas deterioradas pelo longo tempo de exposição e uso, contribuindo sobremaneira para o aumento do escoamento superficial direto.

De acordo com dados obtidos na PMM, o sistema de drenagem existente foi projetado numa época em que se levou em consideração o coeficiente de escoamento superficial como sendo  $C = 0,60$  para uma época que havia solos permeáveis na área de estudo, entretanto, o coeficiente de escoamento superficial utilizado no presente redimensionamento foi de  $C=0,90$ , para atender a determinação do artigo 1º do Decreto Municipal 346/2015, já citado.

#### AGRADECIMENTOS

A elaboração deste trabalho somente tornou-se possível com a colaboração e incentivo de diversas pessoas. Por este motivo gostaria de expressar minha gratidão para aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para que esse sonho se tornasse realidade. A todos quero manifestar os meus sinceros agradecimentos.

Minha gratidão, em primeiro lugar a Deus por estar comigo em todos os momentos, a minha família especialmente ao meu pai José Aguiar de Souza e à minha mãe Belanize, pela sólida formação pessoal dada até hoje, os meus eternos agradecimentos.

Agradeço ao meu esposo, Danilo Zanelli, que esteve ao meu lado, entendendo-me nos momentos de ausência, e dando-me apoio. Ao professor Lourival Domingos Zamuner, meu orientador, pelo incentivo e orientação que me foram concedidos durante essa jornada. Aos colegas e professores do curso de Engenharia Civil da Faculdade Ingá, por tudo o que com eles aprendi e por compartilharem momentos de alegrias e angústias no decorrer do curso. Aos colegas e amigos do setor de Infraestrutura / Secretaria de Obras Públicas / Prefeitura Municipal de Maringá, pelo apoio e fornecimento de dados. A todos muito obrigada.

#### REFERÊNCIAS

- [1] Luz F. O fenômeno urbano numa zona pioneira: Maringá. 1. ed. Maringá: A Prefeitura, 1997. 217p.
- [2] Mendes CM. O edifício no jardim – Um plano destruído. Tese (Doutoramento), apresentada ao Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo, 1992.
- [3] Moro DA. O êxodo rural e o crescimento populacional da cidade de Maringá no período de 1970 a 1980. Boletim

- de Geografia. Maringá: Imprensa Universitária-UEM, ano 06, nº 01, junho/1988.
- [4] IBGE. Sinopse do Censo Demográfico 2010 Paraná. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=41&ados=0>. Acesso em 20/05/2015
- [5] Zamuner LD. Erosão Urbana em Maringá - Pr: o caso do Parque Florestal dos Pioneiros – Bosque II. 2001. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2001.
- [6] Mota S. Urbanização e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: ABES, 1999.
- [7] Chernicharo CAL, Costa AMLM. Drenagem Pluvial. In: Manual de Saneamento e Proteção Ambiental Para os Municípios. Vol. 2 – Saneamento. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995; 161–79.
- [8] Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB). Brasil. 2008. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicao\\_evidencia/pnsb2008/PNSB\\_2008.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicao_evidencia/pnsb2008/PNSB_2008.pdf). Acesso em: 04 Maio 2015.
- [9] Tucci CEM. Hidrologia: ciência e aplicação. 2. ed. Porto Alegre: ABRH/UFRGS, 2000; 943 p.
- [10] Philippi Júnior A. Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um Desenvolvimento Sustentável. Barueri: Manole. 2005.
- [11] Tucci CEM. (Organizador). Hidrologia: Ciência e Aplicação, 3ª edição, Porto Alegre, Editora da UFRGS/ABRH. 2004.
- [12] Targa MS, Batista GT, Diniz HD, Dias N. W.; Matos, F. C. Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. *Ambi-Agua*, Taubaté. 2012; 7 7(2):120-42. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.905>
- [13] Baptista, M.; Nascimento, N.; Barraud, S. Técnicas compensatórias de drenagem urbana. 2. ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recurso Hídricos (ABRH), 2005.
- [14] DAEE. Armazenamento e Drenagem urbana: Manual de projeto. São Paulo: Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE / Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, Cap. X, p. 459-468, 1980.
- [15] Tucci CEM, Barros MT, Porto RL. (org). Drenagem Urbana. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS. 1995, 414p.
- [16] Pinto NLS, Holtz ACT, Martins JÁ, Gomide FLS. 2013. Hidrologia básica. São Paulo: Edgard Blucher,
- [17] Villela SM, Mattos A. Hidrologia **aplicada**. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil. 1975.
- [18] Fendrich R. Canais de drenagem em pequenas bacias hidrográficas. 1. Ed. Curitiba: O Autor. 2008.
- [19] Tucci CEM. Inundações urbanas. Porto Alegre: ABRH/RHAMA. 2007.
- [20] Tucci CEM. Coeficiente de escoamento e vazão máxima de bacias urbanas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. 2000; 5(1). Disponível em: [https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/9a818d16238d04c9674fbae116886b57\\_2d480034b4ce4f77a944aefabdf104ac.pdf](https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/9a818d16238d04c9674fbae116886b57_2d480034b4ce4f77a944aefabdf104ac.pdf). Acesso em 03/04/2015
- [21] Soares PF, Soares DAF. Chuvas intensas em Maringá: Metodologia e aplicação. In: ENCONTRO TECNOLÓGICO DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA DE MARINGÁ, 1., 2000, Maringá. *Anais... DEC/CTC/UEM*, 2000; 342-350.
- [22] PMM - ORGÃO OFICIAL Nº2251. Lei Complementar nº 766 – Decreto nº346/2015. Disponível em: [http://venus.maringa.pr.gov.br/arquivos/orgao\\_oficial/arquivos/oom%202251.pdf](http://venus.maringa.pr.gov.br/arquivos/orgao_oficial/arquivos/oom%202251.pdf). Acesso em 12/05/2015
- [23] Porto RM. Hidráulica Básica. USP. São Carlos, 1998. 2ª edição.