

Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental  
Ed. Especial GIAU-UEM, Maringá – PR  
Santa Maria, v. 19, 2015, p. 03 - 09  
Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM  
ISSN : 22361170



## **Avaliação da drenagem urbana no entorno do Parque Florestal dos Pioneiros** Analyze the urban drainage system into the Pioneiros florest park

Carolina Garcia<sup>1</sup>, Andréa Sartori Jabur<sup>2</sup>, Cristhiane Michiko Passos Okawa<sup>3</sup>, Jesner Sereni Ildefonso<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Mestranda, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil

<sup>2</sup> Professora Doutora, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, PR, Brasil

<sup>3 4</sup> Professor Doutor, Departamento de Engenharia civil, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil

### **Resumo**

*A construção de cidades e a consequente impermeabilização do solo, associada às deficiências dos sistemas de drenagem, tais como obstrução de bocas de lobo e galerias, podem conduzir a problemas de erosões no ponto de descarga das águas pluviais. Erosões na descarga ocorrem quando a vazão de água precipitada é superior àquela para a qual a rede de drenagem foi dimensionada e/ou quando a vazão e velocidade da água no ponto de descarga assumem valores altos a ponto de carrear o solo ao redor. Em Maringá, Paraná, parte do sistema de drenagem descarrega no Parque dos Pioneiros, o que vem ocasionando problemas de erosão no local. O objetivo do presente trabalho foi analisar a rede de drenagem urbana que descarrega no Parque dos Pioneiros por meio de simulação de cenários usando programa computacional. Após a validação do modelo, nos cenários simulados, sugeriu-se, como medida mitigadora, aumento de 10% da área permeável em escala de lote. Com essa alternativa, houve diminuição de 27% no valor da vazão e de 26% no valor da velocidade de escoamento. Portanto, essa alternativa mostrou-se viável.*

**Palavras-chave:** Erosão urbana. Área permeável. Escoamento superficial.

### **Abstract**

*The construction of cities and the consequent soil impermeabilization associated to the deficiencies of the drainage systems, such as obstruction of sluice gates and drainage galleries, can lead to erosion problems at the discharge points of rainwater. Erosion in the discharge occurs when the precipitated water is higher than that for which the drainage system is designed or when the flow rate and water velocity at the discharge point assume elevated values to the point of carrying the soil around. In the city of Maringa, Parana state, part of the drainage system discharges into the Bosque dos Pioneiros, which has caused erosion problems on the area. The objective of this study was to analyze the urban drainage system that discharges into the Bosque dos Pioneiros by creating scenarios and running computational simulations. After validating the model for the different scenarios it has been suggested a 10% increase in the permeable area of the grove as a mitigation measure. It was observed a 27% decrease in the flow rate and 26% decrease in flow velocity by adopting these measurements. Therefore, this alternative proved to be feasible.*

**Keywords:** Urban erosion, permeable area, runoff flow.

## 1 Introdução

O aumento significativo da impermeabilização do solo nas cidades ocasiona a diminuição da taxa de infiltração das águas pluviais e o aumento do escoamento superficial. Associando a estes fatores a deficiência dos sistemas de drenagem urbana, nota-se a ocorrência de alagamentos e inundações, os quais podem resultar em perdas materiais e danos psicológicos aos atingidos.

Outro problema comumente ocasionado em áreas urbanas é a erosão nos pontos de descarga do sistema de drenagem de águas pluviais, especialmente se não houver dissipação da energia cinética no local de descarga.

Segundo Tucci (2007), a impermeabilização do solo e a canalização em redes de drenagem urbana aceleram o escoamento superficial, o que produz aumento da energia cinética. Ao atingir o ponto de descarga, gera o carreamento do solo causando a erosão urbana. O mesmo autor afirma que os grandes canyons urbanos que se formam devido à erosão do solo prejudicam o aproveitamento da área, tornando-a inservível.

No atual cenário mundial, busca-se agregar aos aspectos socioeconômicos a premissa de sustentabilidade na discussão sobre a gestão das águas pluviais urbanas. Deste modo, vem-se disseminando a aplicação de medidas de baixo impacto ambiental (Low Impact Development - LID). Tais medidas visam deter, armazenar e infiltrar as águas do escoamento superficial no meio urbano, reduzindo o impacto proveniente do desenvolvimento das cidades (ELLIOTT, TROWSDALE, 2007).

As iniciativas sustentáveis têm como objetivo a reversão ou minimização dos problemas criados por ações indevidas do homem sobre o ambiente, sendo assim, buscam a modificação da atitude humana visando à conservação de habitats naturais e à recuperação de áreas degradadas (FURRIELA, 2001).

Muitas técnicas de LID têm sido desenvolvidas, tais como a adoção de uso de telhados verdes, pavimentos permeáveis, jardins de inverno, sistemas de biorretenção, campinas, entre outras (QIN, LI, FU, 2013; BOWMAN et al., 2012).

Uma técnica de LID que pode ser aplicada é o aumento da área permeável em escala de lote. No entanto, para que essa medida seja efetiva, há necessidade de que haja uma legislação de controle do uso do solo que especifique qual a área mínima permeável a ser destinada para infiltração da água da chuva em cada lote e de que haja uma fiscalização eficiente por parte do poder público municipal.

Na cidade de Maringá, no estado do Paraná, parte do sistema de drenagem urbana deságua no interior do Parque Florestal dos Pioneiros, também conhecido como Bosque II, que está localizado na área central do perímetro urbano. Sabe-se, por estudos anteriores (ZAMUNER, 2001; POMPEU et al., 2013) que, devido à intensa urbanização de Maringá, tem ocorrido erosão nos pontos de descarga dentro do parque em função do aumento do volume e da velocidade das águas coletadas pela rede de drenagem urbana. No entanto, este parque está localizado em área nobre da cidade e tem grande valor histórico e cultural, podendo, caso seja revitalizado, ser transformado em atrativo turístico e fonte de recreação e lazer para a população.

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a rede de drenagem urbana que chega a um destes pontos de descarga, no interior do Parque Florestal dos Pioneiros.

## 2 Caracterização da área de estudo

O Parque Florestal dos Pioneiros abrange 59 hectares e representa 17,9% da área total da bacia hidrográfica do córrego Cleópatra. A Lei Municipal 1556/84 declarou o parque como "Área de Preservação Ambiental" (MARINGÁ, 2015).

Zamuner (2001) afirma que ocorreu, no ano de 2000, um rearranjo dos coletores de águas pluviais que chegam ao parque, por meio de implantação de anéis de desvio das águas. Houve a junção de diversos coletores em sete pontos de descarga, gerando problemas de erosões e assoreamento no parque. Na Figura 1 são apresentados os pontos de descarga. Nota-se que existem 5 pontos que deságuam no interior do Parque dos Pioneiros e outros 2 pontos a jusante do parque.

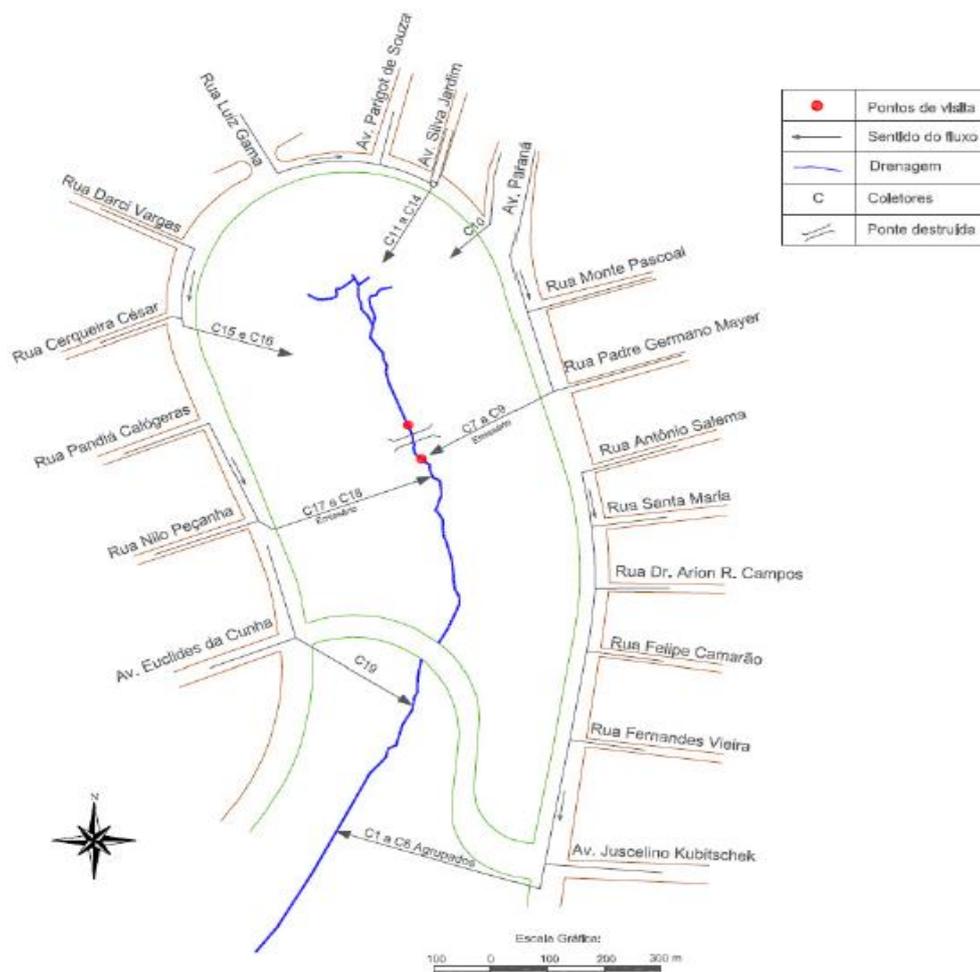


Figura 1 – Pontos de descarga de água pluvial no interior do Parque dos Pioneiros e a jusante.  
Fonte: Pompeu et al (2013).

Para este estudo foi traçada a sub-bacia seguindo as curvas de nível e a composição do sistema de drenagem existente, que tem como exutório o ponto de descarga que chega ao parque pelas ruas Pandiá Calógeras e Nilo Pecanha, conforme apresentado na Figura 2.

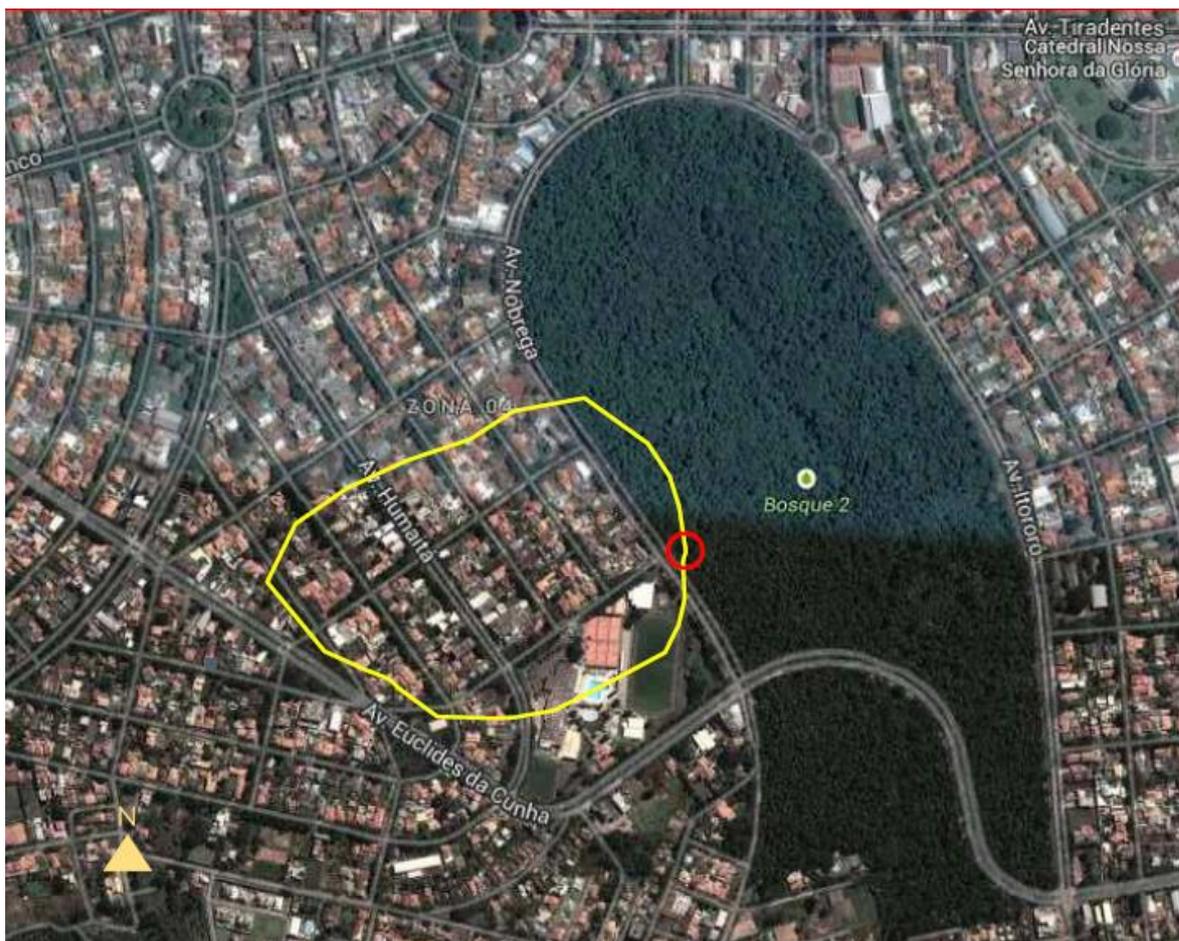


Figura 2 – Sub-bacia hidrográfica considerada como área de estudo.

Fonte: Google Maps (2014), modificado pelo autor.

### 3 Metodologia

Utilizou-se de Sistema de Informação Geográfica - SIG para definir e caracterizar fisicamente a bacia hidrográfica. Para tanto foram pesquisados, junto à Prefeitura de Maringá, os projetos já existentes da região estudada. Com posse dos projetos, fez-se o input dos dados para o software de análise e dimensionamento Bentley® SewerGEMS®.

Com o programa computacional (SewerGEMS da Bentley) foi possível analisar o cadastro digital da rede de drenagem e elaborar cenários de inundação urbana. Primeiramente foi realizada a validação do modelo e em seguida, foram simulados cenários alternativos, com modificações na região, analisando o desempenho da rede de drenagem.

Vale salientar que, para as simulações, foi aplicado o Método Racional e utilizada a equação de chuvas intensas da cidade de Umuarama, Paraná. Permitiu-se a adoção dos parâmetros da cidade de Umuarama por esta ter condições climáticas e topográficas semelhantes às da cidade de Maringá, para a qual não existe curva de intensidade-duração-frequência - IDF já validada.

Para este estudo, a relação direta entre a taxa de infiltração e o aumento da área permeável foi considerada como hipótese de trabalho. Adotou-se que a profundidade de trechos onde não havia dados disponíveis era de 1,30 m abaixo do nível do terreno e a capacidade de coleta na boca-de-lobo com abertura total e vazão máxima na tubulação de 75% o valor dos diâmetros de projeto.

Por fim, houve a proposição de medidas mitigadoras e/ou preventivas, com base nos resultados das simulações de cenários.

## 4 Resultados e Discussões

Inicialmente, foram lançados os dados de entrada no programa SewerGEMS, tais como o mapa topográfico da cidade, os loteamentos e a rede de drenagem da área.

Foram criados seis cenários neste programa. No cenário 1, utilizou-se tempo de retorno (TR) de 3 anos e tempo de duração da chuva (t) de 5 minutos. Esses valores foram adotados baseados em informação da Prefeitura Municipal de Maringá, que usou esses valores para o cálculo da rede de drenagem quando ela foi instalada. Já o valor do coeficiente de escoamento superficial (C) foi calculado por meio da equação de Schueler, apresentada por Tomaz (2013), como se observa na Equação 1.

$$C = 0,05 + 0,009 * A_i \quad (1)$$

Sendo C o coeficiente de escoamento superficial e  $A_i$  a área impermeável (%).

Com imagens de satélite da área de estudo, obtidas por meio do Google Earth, verificou-se que a área impermeável é de cerca de 71% da área da bacia hidrográfica. Assim, pela Equação 1, obteve-se o valor de 0,689 para o coeficiente de escoamento superficial.

No cenário 2, admitiu-se que 10% do volume de água precipitada fique retido no lote, devido ao aumento da área permeável em escala de lote. Dessa maneira, estima-se que a área impermeável seja diminuída na mesma proporção para que haja menor escoamento superficial, visto que este está associado à impermeabilização do solo. Assim, a área impermeável assumida para a elaboração do cenário 2 foi de 61% da área da bacia hidrográfica em estudo. Nos cenários 1 e 2, foram adotados TR de 5 anos e t de 5 minutos.

Em relação ao cenário 3, considerou-se o coeficiente de escoamento atual de 0,689 (valor previamente calculado e utilizado no cenário 1). Alterou-se o tempo de retorno para 3 anos, que é o tempo de retorno utilizado pela Prefeitura Municipal de Maringá para o cálculo do sistema de drenagem do município e manteve-se a duração da chuva de 5 minutos.

Para o cenário 4, admitiu-se a alternativa de retenção de 10% de água pluvial nos lotes, assim manteve-se o valor do coeficiente de escoamento calculado no cenário 2 de 0,508. Nos cenários 3 e 4, foram adotados TR de 3 anos e t de 5 minutos.

No cenário 5, considerou-se o coeficiente de escoamento atual de 0,689 (calculado no cenário 1) e alterou-se o tempo de retorno para 10 anos, por este valor representar maior risco de ocorrência e já ser uma realidade para as situações que se observam em Maringá. Foi adotado TR de 10 anos e t de 10 minutos.

E no cenário 6, foram mantidas as configurações estabelecidas no cenário 5, tempo de retorno de 10 anos e duração da precipitação de 10 minutos, e alterou-se o coeficiente de escoamento para 0,508, ou seja, adotando a retenção em escala de lote de 10% da precipitação.

Na Tabela 1, observa-se um resumo dos parâmetros adotados em cada cenário: tempo de retorno (TR), coeficiente de escoamento superficial (C) e duração da precipitação (t).

Tabela 1 – Parâmetros adotados em cada um dos cenários simulados

PARÂMETROS	CENÁRIOS					
	1	2	3	4	5	6
TR (anos)	5	5	3	3	10	10
t (min)	5	5	5	5	10	10
$A_i$ (%)	71	61	71	61	71	61
C	0,689	0,508	0,689	0,508	0,689	0,508

### 4.1 Resultados obtidos

Os valores da vazão e da velocidade no ponto de descarga para cada um dos cenários podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 – Vazões e velocidades obtidas para cada cenário

Cenário	Q (l/s)	V (m/s)
1	5.776,19	11,26
2	4.255,66	8,31
3	5.430,01	10,44
4	3.934,73	7,70
5	6.483,23	12,48
6	4.743,78	9,20

A Tabela 3 esboça os percentuais de diminuição da vazão e da velocidade quando foram comparados os cenários que consideram 71% de área impermeável com os cenários nos quais é aplicada a medida mitigadora proposta (retenção das águas pluviais com aumento de área permeável em 10%).

Tabela 3 – Resumo dos percentuais de diminuição

Cenários	Redução (%)	
	Q	V
1-2	25,97	26,20
3-4	27,54	26,25
5-6	26,83	26,28

Comparando os cenários 1 (que simula a situação atual da área de estudo) e 2 (no qual estuda-se a aplicação de retenção de 10% em escala de lote), percebe-se que houve redução de cerca de 1.500 l/s, o que equivale a uma redução de cerca de 25,97% no valor da vazão. Quanto à velocidade do escoamento, a redução também foi de cerca de 26,20%.

Entre os cenários 3 (que considera a situação atual da área de estudo com tempo de retorno de 3 anos) e 4 (no qual aplica-se a medida mitigadora proposta de retenção de 10% das águas precipitadas e considera tempo de retorno de 3 anos) a redução foi de 1.495,28 l/s, ou seja, 27,54%. Em relação à velocidade de escoamento, a redução foi de 26,25%.

Confrontando os valores obtidos nos cenários 5 (para o qual simula-se a situação atual à área impermeável da região e considera-se o tempo de retorno de 10 anos) e 7 (no qual adotou-se tempo de retorno de 10 anos e aplicou-se a medida proposta), observou-se que a vazão decresceu em 26,83%, o que equivale a 1.739,45 l/s e a velocidade de escoamento em 26,28%.

## 5 Conclusões

A adoção de uma medida não estrutural mostrou-se efetiva na diminuição da vazão e da velocidade que chegam à descarga.

Para a implementação da proposta apresentada, observa-se que a execução e construção de grandes obras que gerariam um considerável custo e produziriam quantidade elevada de resíduos não seriam necessárias. Por outro lado, aumentar a área permeável nos lotes em 10%, apresenta dificuldade de fiscalização da manutenção da área permeável ao longo do tempo.

Vale ainda salientar que, com a contenção do processo erosivo do local, torna-se possível a revitalização do Bosque II, podendo transformá-lo em um grande atrativo turístico e em fonte de recreação e lazer para a população, beneficiando a qualidade de vida da comunidade.

Recomenda-se que sejam realizadas análises econômicas da medida proposta, bem como que sejam adotadas outras medidas não estruturais que, combinadas com a alternativa adotada, possam resultar em uma mitigação ainda maior nos valores de vazão e velocidade no ponto de descarga da drenagem urbana nessa área.

## Referências

- Bowman T, Tyndall JC, Thompson J, Kliebenstein J, Colletti JP. Multiple Approaches to Valuation of Conservation Design and Low-Impact Development Features in Residential Subdivisions. *Journal of Environmental Management*. 2012;104:101-113.
- Elliott AH, Trowsdale SA. A Review of Models for Low Impact Urban Stormwater Drainage. *Environmental Modelling & Software*. 2007; 22: 394-405.
- Furriela RB. Educação para o consumo sustentável. In: *Ciclo de Palestras sobre Meio Ambiente - Programa Conheça a Educação* [Internet]; 2001; Brasília, Brasil. 2001 [cited 2014 nov 06]. Available from: <http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/ciclodopalestras.pdf>.
- Maringá, 2015. Atrativos Turísticos. [cited 2015 ago 11]. Available from: <http://www2.maringa.pr.gov.br/turismo/?cod=atrativos-turisticos/32>.
- Pompeu CR, Kuroda CY, Albuquerque RHC, Fusinato VA, Okawa CMP. Caracterização de uma região crítica à erosão na cidade de Maringá – PR. In: *Encontro Tecnológico da Engenharia Civil e Arquitetura*. [CD-ROM]; 2013 out 1-3; Maringá, Brasil.
- Qin H, Li Z, Fu G. The Effects of Low Impact Development on Urban Flooding Under Different Rainfall Characteristics. *Journal of Environmental Management*. 2013;129: 577-585.
- Tomaz P. Novo método de cálculos de vazão. *Livros Digitais*. 2013 [cited 11 ago 2015]. Available from: <http://www.pliniotomaz.com.br/livros-digitais/>.
- Tucci CEM. *Inundações urbanas*. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007.
- Zamuner LD. *Erosão Urbana em Maringá-Pr: o caso do Parque Florestal dos Pioneiros–Bosque II, em Maringá* [dissertation]. Maringá: Universidade Estadual de Maringá/UEM; 2001.