

## PROPOSIÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL SUSTENTÁVEL PARA A SUB-BACIA DO RIBEIRÃO ATLANTIQUE

---

Izabela Carvalho Braz<sup>1</sup>, Natália Ueda Yamaguchi<sup>2</sup>, Cleilton Novais da Silva<sup>3</sup>, Márcia Aparecida Andreazzi<sup>4</sup>, Janaina de Melo Franco Domingos<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduanda do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Maringá, Unicesumar - Maringá

<sup>2</sup>Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> do Programa de Mestrado em Tecnologias Limpas do Centro Universitário de Maringá, Unicesumar – Maringá, (natalia.yamaguchi@unicesumar.edu.br)

<sup>3</sup>Pós-doutoranda de Pós-graduação em Tecnologias Limpas do Centro Universitário de Maringá, Unicesumar – Maringá

<sup>4</sup>Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> do Programa de Mestrado em Tecnologias Limpas do Centro Universitário de Maringá, Unicesumar – Maringá

<sup>5</sup>Doutoranda de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, UNESP, Campus de Sorocaba

Recebido em: 08/04/2017 – Aprovado em: 10/06/2017 – Publicado em: 20/06/2017  
DOI: 10.18677/EnciBio\_2017A156

---

### RESUMO

Nas últimas décadas, os altos índices de urbanização combinados à falta de planejamento adequado têm gerado uma alta taxa de impermeabilização, alterando o ciclo hidrológico, logo, consequências negativas ao ambiente. Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo o estudo de uma sub-bacia localizada no município de Mandaguáçu – PR e a proposição de um projeto de drenagem urbana com medidas compensatórias sustentáveis. A coleta de dados foi realizada *in loco* e somada a métodos tradicionais de cálculo bem como a utilização de software de análise e dimensionamento de rede de drenagem pluvial Bentley® SewerGEMS®. Foram comparados os aspectos funcionais, ambientais, hidrológicos e urbanísticos em dois cenários de desenvolvimento. O cenário I sendo composto apenas por medidas higienistas, apresentando resultados insatisfatórios de vazão e velocidade e, potencializando o impacto no corpo hídrico receptor. Já o cenário II, composto por medidas ambientais, como bacias de retenção, sendo esta satisfatória e evitando possíveis consequências negativas à jusante devido à proposta de utilização da área em épocas de estiagem, apresentando um caráter multifuncional, pois possibilita ganhos urbanísticos e paisagísticos, associados a áreas de lazer. Ressaltando desta forma a importância de estudos comparativos e o emprego de medidas de preservação ambiental e populacional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Drenagem Urbana Sustentável, Impermeabilização, Planejamento urbano.

## **PREPOSITION OF SUSTAINABLE RAINWATER DRAINAGE PROJECT FOR THE SUB-BASIN OF RIBEIRÃO ATLANTIQUE**

### **ABSTRACT**

In the last decades, the high rate of urbanization combined with the lack of adequate planning has generated a high waterproofing rate, altering the hydrological cycle and therefore negative consequences for the environment. In this context, the objective of the present research was to study a subbasin located in the city of Mandaguaçu - PR and the proposition of an urban drainage project with sustainable compensatory measures. Data acquisition was realized in loco and added to traditional methods of calculation as well as the use of software of analysis and dimensioning of drainage network Bentley® SewerGEMS®. Functional, environmental, hydrological and urban planning were compared in two development scenarios. Scenario I was composed only by hygienists' measures, presenting unsatisfactory results of flow and speed and, potentializing the impact on the receiving water body. On the other hand, scenario II, composed by environmental alternatives, as detention basins, was satisfactory and avoided possible downstream negative consequences due to the proposed use of the area during drought periods, showing a multifunctional character, as it allows urban and landscape gains associated to leisure areas. Thus, the importance of comparative studies and the use of environmental and population preservation measures are emphasized.

**KEYWORDS:** Sustainable urban drainage, Waterproofing, Urban Planning.

### **INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento sustentável das cidades é colocado em risco pelo processo de urbanização desordenada. Isto ocorre devido a ocupações em áreas irregulares, ligações clandestinas de esgoto, geração de resíduos sólidos, desmatamento de vegetações, entre outros problemas, que afetam as bacias hidrográficas (BRASIL, 2003).

Porém, este processo de mudanças e crescimento ocorreu em sua gênese de forma desordenada, o que acarretou implicações negativas ao ambiente e a sociedade. Segundo COLODEL & GARCIAS (2016) fatores como a impermeabilização de áreas como ruas e calçadas, bem como obras de drenagem para mudanças dos cursos d'água torna-se um problema urbano, pois alteram o fenômeno natural do ciclo hidrológico.

Entre as principais alterações do ciclo hidrológico destacam-se, o aumento do volume e da velocidade de escoamento superficial, a redução da infiltração no solo e a possibilidade de diminuição do nível do lençol freático por falta de infiltração no solo e alimentação do aquífero (TUCCI, 2012; DOUBLEDAY et al., 2013; MARCHIONI & BECCIU, 2014; SALVADORE et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2016). Desse modo, as alterações no ciclo hidrológico acarretam prejuízos não apenas de cunho social, como também econômico e ambiental, porém passíveis de serem minimizados.

Assim, o planejamento em drenagem urbana que pode ser composto por sistemas não estruturais e/ou estruturais, em que o primeiro tem como base a legislação, zoneamentos das áreas, sistemas de alertas e seguros (DECINA & BRANDÃO, 2016), e o segundo, se refere a ações que envolvem obras de engenharia como dragagem, desassoreamento e correção de margens visando a melhoria do fluxo hidrológico (POMPÊO, 2000), esses métodos podem ser usados como complementares, ou ainda auxiliados por medidas sustentáveis, buscando

alternativas que promovam o aumento da capacidade de infiltração e diminuam efeitos negativos nos recursos hídricos receptores, promovendo melhorias para a sociedade como um todo.

TUCCI (2008) descreve algumas fases do desenvolvimento das águas urbanas. Constatando que no ano de 1970 os países mais desenvolvidos estavam incluídos na fase higienista, na qual os projetos apresentavam características de canalizar o escoamento, reduzindo doenças e impactos a jusante. Mais tarde, esta fase foi modificada, evidenciando a preocupação com o desenvolvimento sustentável, por meio da elaboração de projetos que buscavam o aumento da urbanização, preservando o escoamento e a infiltração natural. Porém, segundo o autor, o Brasil ainda não se enquadra nesta fase, em virtude, principalmente, da ausência de planejamento e controle no que se refere às catástrofes hidrológicas.

Por conseguinte, com a finalidade de reduzir os impactos de escoamento no Brasil, as técnicas compensatórias em drenagem urbana ganharam destaque, sendo que estas podem ser consideradas soluções urbanísticas ambientalmente mais adequadas para o manejo das águas pluviais em áreas urbanizadas (VASCONCELOS et al., 2016).

As técnicas compensatórias de drenagem são métodos alternativos aos convencionais que visam, principalmente, a retenção e a infiltração da água precipitada (BAPTISTA et al., 2011). Estas técnicas reduzem o escoamento superficial, e caracterizam-se como tecnologias de baixa complexidade e de menor impacto ambiental (OLIVEIRA et al., 2016) auxiliando no desenvolvimento sustentável das áreas urbanas (BAPTISTA et al., 2011). Além disso, as técnicas também são consideradas alternativas por considerarem os impactos da urbanização de forma global, tomando a bacia hidrográfica como base de estudo, e buscando compensar os efeitos da urbanização (GONÇALVES et al., 2016). A compensação ocorre mediante o controle na fonte da produção de excedente de água evitando-se a transferência rápida à jusante (BAPTISTA et al., 2011).

No entanto, apesar dos avanços das pesquisas internacionais sobre o emprego das técnicas compensatórias, no Brasil estas metodologias ainda são pouco difundidas. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi propor dois projetos de drenagem empregando medidas compensatórias, em uma zona residencial, localizada em Mandaguaçu/ PR, fazendo o estudo comparativo, determinando desta forma o melhor cenário, propondo um projeto urbano de drenagem sustentável.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi realizado no período compreendido entre março a outubro de 2014 em uma área localizada no perímetro urbano municipal na cidade de Mandaguaçu/PR. O município de Mandaguaçu situado no norte central do estado do Paraná (23°20'49" latitude Sul e 52°05'42" longitude Oeste). Esta área encontra-se em processo de loteamento urbano, porém apresenta problemas a serem diagnosticados quanto à drenagem pluvial.

A Figura 1 representa a sub-bacia (contorno em vermelho), onde está inserida a área de loteamento (contorno amarelo) e outro futuro empreendimento, Jardim Fracasso (contorno azul), que compreende toda a área de estudo.



**FIGURA 1.** Área de estudo.

Fonte: Adaptado de Google Earth (2014).

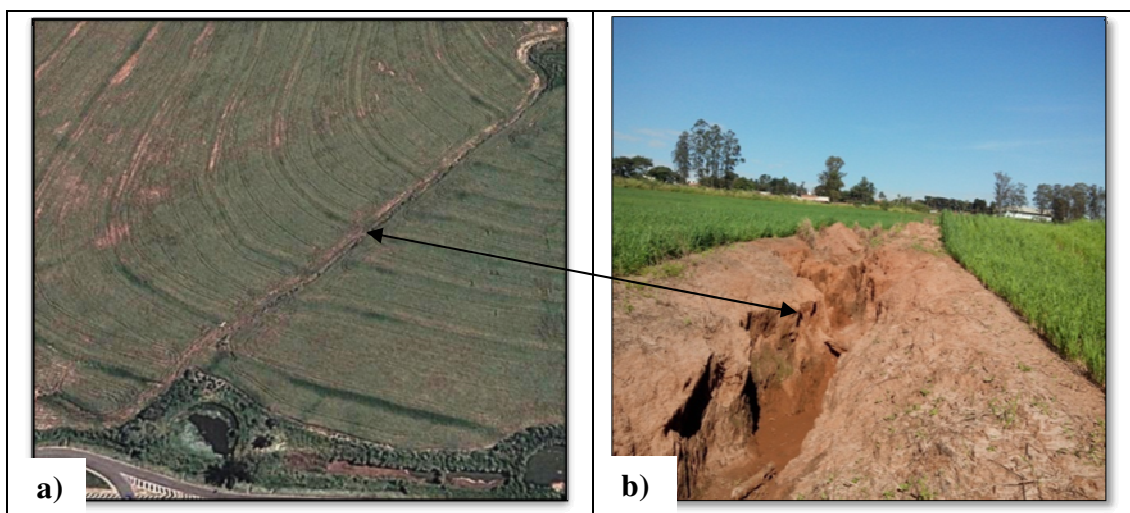
Para o levantamento topográfico foi realizada a coleta *in loco* utilizando-se o equipamento de satélite de navegação, o RTK (Posicionamento cinemático em tempo real), composto por uma estação de base fixa, estação móvel e palm. Esta técnica faz a interação de satélites a um rádio-modem. A base fixa recebe o sinal dos satélites disponíveis, sendo no mínimo quatro, e retransmite a estação móvel que calcula e gera com precisão milimétrica a sua posição. No Palm foram feitas as anotações de pontos como referências e ali ficam gravados para posteriormente serem transferidos para o computador em formato representando as curvas de nível no local de estudo.

Além disso, foi realizado um levantamento bibliográfico através de pesquisas junto a bancos de dados do INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ (2014), Departamento de Estradas e Rodagens-DER (2005), Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes DNIT (2011) e TUCCI (2000), em que foi possível elaborar um memorial com os principais itens e utilizá-los no software de análise e dimensionamento Bentley® SewerGEMS®. Após a verificação e o posicionamento da área de estudo, procedeu-se a etapa de entrada de dados em software de análise e dimensionamento da rede de drenagem.

A partir dos dados obtidos, foram elaborados dois cenários de estudo sob o ponto de vista da funcionalidade, ambiental, hidrológico e urbanístico da sub-bacia, em que: Cenário I, medidas higienistas, técnicas convencionais, e Cenário II, com instalação de técnicas compensatórias (TCs). Os parâmetros utilizados para a comparação dos cenários foram vazão (L/s), vazão máxima (L/s), declividade (%) e velocidade (m/s). A análise desses parâmetros permitiu a comparação entre os cenários propostos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O estudo prévio *in loco* da sub-bacia evidenciou alguns pontos críticos quanto a avaliação de irregularidades no entorno. Em relação as bacias de detenção existentes na margem da rodovia, percebeu-se que estas já não suportavam a vazão de pico de cheia que recebiam, e geravam erosão do tipo ravinas que iniciava na parte inferior da mesma seguindo toda a extensão do lote. A Figura 2 ilustra estes processos erosivos.



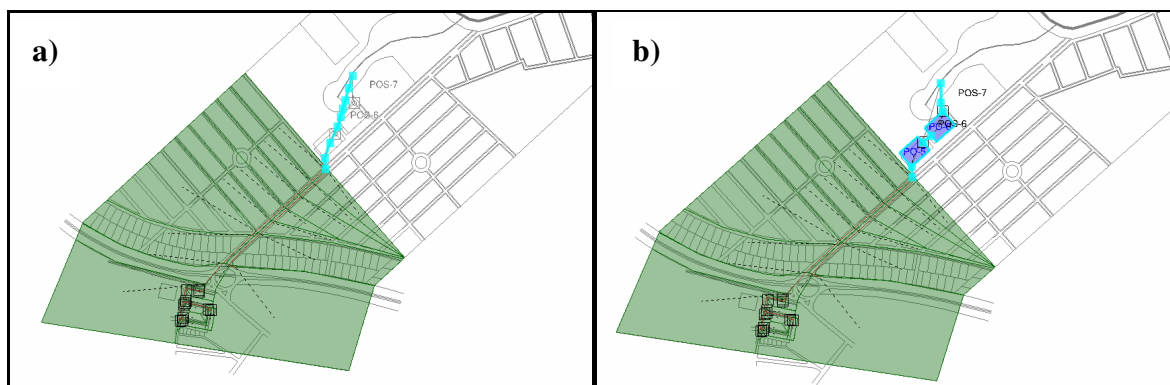
**FIGURA 2.** Processos erosivos na área de estudo, vista de satélite (a) e *in loco* (b).  
 Fonte: (a) Adaptado de Google Earth (2014). (b) autores.

Constatou-se que os dispositivos de macrodrenagem, as bacias de retenção pré-existent, foram subdimensionadas para a finalidade de caráter emergencial, e devido a este motivo, mostraram-se ineficientes na vazão de pico.

Em relação ao projeto de drenagem, na proposta do projeto da área de estudo (Figura 1), foi criado um *layout* com a subdivisão dos elementos principais, bem como a condução da galeria até ao corpo receptor Ribeirão Atlântique, conforme apresentado na Figura 3. O ponto de lançamento encontra-se em conformidade com o Código Florestal, Lei nº. 12651/2012, nos limites de 50 metros da localização da nascente (BRASIL, 2012). Neste contexto, foram propostos dois cenários (Figura 4).



**FIGURA 3.** Loteamento (a), galeria (b) e lançamento do emissário (c).  
 Fonte: autores.



**FIGURA 4.** Cenário I (a) e Cenário II (b).

Fonte: autores.

A proposta do cenário I contemplou as especificações dos documentos supracitadas na metodologia visando as condições de condução das águas pluviais de forma direta até o corpo receptor, observado na Figura 4a. A área delimitada em verde na Figura 4a corresponde a toda a área de contribuição para o dimensionamento da galeria e emissário contendo: 37 poços de visita (PV), entre estes, 20 poços de queda (PQ), 11 bocas de lobo, não contemplando os futuros dispositivos de drenagem do loteamento a margem direita da rodovia. Todo o cálculo foi executado para que não fosse necessário fazer corte e aterro do terreno, apenas os cortes necessários para a passagem de tubulações, PVs e PQs.

A disposição do traçado da rede de drenagem e a declividade dos cursos d'água definem a maior ou menor velocidade com que a água de chuva atinge as calhas naturais e deixa a bacia (BERTOLINI & CHEREM, 2016). Através dos resultados de dimensionamento, verificou-se que em trechos com tubulações com diâmetro de 400 mm, a declividade variou de 1,5% (mínimo) até 10,43% devido às curvas de nível, com velocidade máxima entre estes de 4,4 m/s. Nos trechos com diâmetros de 600 mm a declividade alternou de mínima a 7,19%, apresentando velocidade máxima de 4,25 m/s. No único trecho onde se verifica o diâmetro de 800 mm, a declividade é de 5,3% e conseqüentemente a velocidade de 6,67 m/s. Observou-se que para diâmetros de 1.000 mm a declividade manteve-se entre 4,04% e 5,14%, e velocidade máxima 6,98 m/s. Para diâmetro de 1.200 mm declividade foi de mínima até 4,41%, e velocidade de 7,00 m/s. Nos trechos com 1.500 mm a declividade variou de 1,5% até 2,68% e velocidade máxima de 6,64 m/s. Para o maior diâmetro, 2.000 mm, a declividade partiu da mínima a 1,88%, com velocidade máxima de 7,00 m/s. O que indica que em todo o trajeto da tubulação não houve velocidade superior aos limites máximos permitidos de 7,00 m/s pelo Instituto de Águas do Paraná.

O cenário II foi criado como alternativa diferenciada, ou seja, utilizando uma medida compensatória eliminando parte do emissário final, não lançando diretamente toda a água coletada no corpo receptor. Esta medida compensatória consistiu em adotar duas bacias de detenção, como mostra o *layout* na Figura 4b.

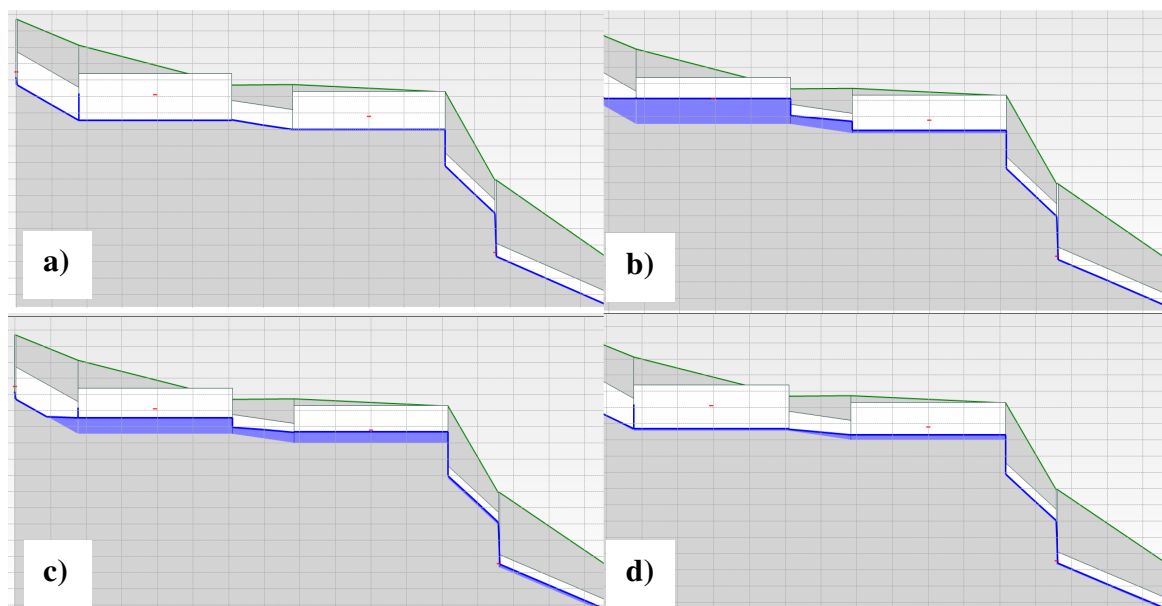
As bacias de detenção, segundo ANDRADE (2012), são dispositivos artificiais nas quais se armazena um volume de água por variação de tempo, ou seja, são dimensionadas para que no período de estiagem esta permaneça seca, sendo caracterizada por amortecer os picos de cheias através da detenção, estando diretamente relacionada então, a redução da vazão a jusante. O presente cenário é composto por duas bacias de detenção, contendo as especificações na Tabela 1.

**TABELA 1.** Dimensionamento das bacias de detenção.

DESCRIÇÃO	BACIA 1	BACIA 2
Lateral a (m)	60,00	60,00
Lateral b (m)	80,00	80,00
Altura (m)	2,00	1,50
Altura máxima de cheia (m)	1,56	0,80

A água coletada no decorrer da sub-bacia chega a bacia um com uma tubulação de descarga de 2.000 mm de diâmetro e uma vazão de 13.221,65 L/s. Armazenando no primeiro dispositivo em um tempo máximo de 18 minutos, chegando a ser preenchida por 7.374,742 L. Para escoar para a bacia dois, foi dimensionada uma tubulação de diâmetro 1.200 mm e vazão já reduzida para 1.974,76 L/s. Na bacia dois, o armazenamento máximo alcançado foi de 3.785,531 litros, levando até 81 minutos no processo final. Já a saída da bacia dois até a jusante passa por uma rede de emissário, sendo direcionada para o corpo hídrico numa vazão final de 632,13 L/s, cerca de 20% a menos que o cenário I apresentou, e em uma tubulação com 800 mm de diâmetro.

Na Figura 5 é possível avaliar a simulação de cheia das bacias. Na Figura 5a é possível observar a situação anterior ao início da precipitação. Após 30 minutos a bacia um encontra-se em seu ponto máximo alcançado aos 18 minutos, escoando a água para a tubulação subsequente, conforme observa-se na Figura 5b. Na Figura 5c, observa-se a bacia dois, aos 80 minutos, em sua vazão máxima, e a bacia um já se mostra menos preenchida. Na Figura 5d, após cinco horas do início da precipitação, a bacia um encontra-se vazia e a bacia dois em nível baixo, escoando lentamente a água para as tubulações seguintes.



**FIGURA 5.** Trecho sem precipitação (a), após 30 minutos de precipitação (b), 80 minutos de precipitação (c) e após cinco horas após o início da precipitação (d).

Fonte: autores.

As bacias de detenção, como mencionado anteriormente, são caracterizadas por terem utilidade em períodos de precipitação, não apresentando função para o

projeto em momentos de estiagem, porém é admissível afirmar outra finalidade às bacias nesta ocasião. Por serem projetadas em ambientes urbanos, onde é necessário local de recreação para a população, no espaço das bacias de detenção pode vir a ser projetado um campo de futebol ou até mesmo parques, onde a vegetação rasteira pode ser implantada, contribuindo também para a preservação do solo presente (LIMA et al., 2006; GONÇALVES et al., 2016).

Para essas medidas de utilização, são necessárias algumas precauções, como fechamento com grade nas saídas de tubo que chegam às bacias, para que não haja acidentes, e a elaboração de um plano de manutenção, para que seja permitida a rápida recuperação de características de recreação. Com isto, cria-se um ambiente mais agradável e funcional para a população. Visando a validação da medida compensatória proposta foi comparado ambos os cenários (cenário I e cenário II) nos itens de diâmetro de tubo, vazão e velocidade dos últimos três tramos, de acordo com a Tabela 2.

**TABELA 2.** Relação entre os tramos finais para os cenários I e II

Projeto	Tramo	Comp <sup>a</sup> (m)	Diam <sup>b</sup> (mm)	Vazão (L/s)	Vazão máxima (L/s)	Declividade (%)	Vel <sup>c</sup> (m/s)
CENÁRIO I	TR- 45	26,82	2.000	13.081,1	17.929,5	1,67	6,7
	TR- 46	41,15	2.000	13.063,8	19.021,0	1,88	7,0
	TR- 47	43,89	2.000	13.038,6	17.269,8	1,55	6,5
CENÁRIO II	TR- 42	34,75	1.200	1.974,7	4.513,3	1,61	3,3
	TR- 39	28,65	800	632,2	3.816,4	10,02	6,0
	TR- 37	62,48	800	632,1	2.591,7	4,62	4,6

<sup>a</sup> Comp=comprimento; <sup>b</sup> Diam= diâmetro <sup>c</sup> Vel=velocidade

Observa-se no cenário I que as tubulações dos últimos trechos apresentaram maior diâmetro comercial para redes de drenagem em concreto, ponto crítico, pois, caso aconteça uma variação ou aumento nos picos de cheia com o passar do tempo serão necessários reforços nas linhas paralelas à mesma e conseqüentemente, prejudicando a jusante.

Outro problema seria se o tempo de retorno escolhido, quando superior ao utilizado no cálculo, poderia gerar conseqüências negativas como o extravasamento, causando pressão interna às paredes da tubulação, potencializando a ocorrência de enchentes, e ainda, quando somado ao alto nível de vazão, velocidade e propagação do remanso, podendo causar o afogamento das bocas de lobo (ROCHA & BACK, 2008).

Já no cenário II as verificações são diferenciadas, devido às bacias de detenção, que captam a água da rede é lançada gradativamente a jusante, a vazão calculada foi significativamente inferior, fazendo com que chegue ao corpo hídrico de forma menos agressiva quando comparada ao cenário I. Conseqüentemente, a vazão, velocidade e o diâmetro da tubulação também foram reduzidos. Este cenário evidencia a possibilidade reduzida de efeitos nocivos ao corpo receptor, pois, as bacias além de reterem a água, amenizando a vazão de chegada à jusante, cria uma área permeável, o que contribuiu para boa infiltração e reposição do lençol freático, suprindo parte do que seria antes impermeabilizado com a locação das



futuras residências nos loteamentos. Todavia, este cenário demonstrou um menor impacto ambiental, seja em toda a sub-bacia em estudo como também à jusante.

### CONCLUSÃO

Observou-se que a ausência de planejamento quanto à expansão urbana no município de Mandaguçu-PR, fez com que as ações de drenagem higienistas, tomadas no passado, fossem agora avaliadas com medidas compensatórias.

A avaliação dos resultados mostrou que o cenário I foi ineficiente para implantação. No entanto, no Cenário II, apuraram-se resultados diferenciados, visto que a implantação da solução alternativa, incluindo aspectos técnicos de engenharia como um contexto de preservação ambiental, em duas bacias de detenção, funcionou como dispositivos amortecedores de vazão. Assim, a proposta do cenário II seria viável tecnicamente e menos agressiva ao meio ambiente.

### AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICETI) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

### REFERÊNCIAS

ANDRADE, V. R. A. **Proposta de Metodologia de cálculo para reservatórios de detenção em bacias hidrográficas urbanizadas**. 2012. 153 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) Escola de Engenharia de São Carlos – São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-26092012-152554/pt-br.php>> .

BERTOLINI, W. Z.; CHEREM, L. F. S. Relação entre o relevo e a rede de drenagem na análise da condição de equilíbrio no alto rio Piranga (MG). **Geografias**, v. 12, n. 1, p. 102-118, 2016. Disponível em: <<http://www.igc.ufmg.br/portaldeperiodicos/index.php/geografias/article/view/779/573>> .

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Caderno de debate: Agenda 21 e Sustentabilidade nas Cidades**. Brasília: MMA, 2003. <[http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/\\_arquivos/caderno\\_verde.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/caderno_verde.pdf)>

BRASIL. **Lei nº. 12651/2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. De 25 de março de 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)> .

BAPTISTA, M.; BARRAUD, S.; NASCIMENTO, N. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. 2ª edição. Porto Alegre: ABRH, 2011, 318 p.

COLODEL, B.; GARCIAS, C., M. Proposição de um instrumento de gestão do escoamento superficial: estudo aplicado na bacia hidrográfica do rio Belém. **Enciclopédia Biosfera**, v.13, n. 23, p. 1073-1084, 2016. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2016a/agrarias/Proposicao.pdf>>. doi: 10.18677/Enciclopedia\_Biosfera\_2016\_091.

DECINA, T. G. T.; BRANDÃO, J. L. B. Análise de desempenho de medidas estruturais e não estruturais de controle de inundações em uma bacia urbana. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n.1, p. 207-217, 2016. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/S1413-41520201600100116134>. doi: 10.1590/S1413-41520201600100116134

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Álbum de projetos: tipos de dispositivos de drenagem**. 4ª Edição, 2011. Disponível em: [http://www1.dnit.gov.br/ipr\\_new/..%5Carquivos\\_internet%5Cipr%5Cipr\\_new%5Cmanuais%5Calbum\\_proj\\_tipos\\_disp\\_dren\\_versao\\_14.02.2007.pdf](http://www1.dnit.gov.br/ipr_new/..%5Carquivos_internet%5Cipr%5Cipr_new%5Cmanuais%5Calbum_proj_tipos_disp_dren_versao_14.02.2007.pdf)

DER - Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná. **Drenagem: dispositivos de drenagem pluvial urbana**. Especificações de Serviços Rodoviários, 2005. Disponível em: [http://www.der.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/pdf\\_Drenagem/ES-D12-05DispositivosDrenagemPluvialUrbana.pdf](http://www.der.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/pdf_Drenagem/ES-D12-05DispositivosDrenagemPluvialUrbana.pdf).

DOUBLEDAY, G.; SEBASTIAN, A.; LUTTENSCHLAGER, T.; BEDIANT, P. Modeling hydrologic benefits of low impact development: a distributed hydrologic model of The Woodlands, Texas. **Journal of The American Water Resources Association**, v. 49, n. 6, p. 1444-1455, 2013. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jawr.12095/abstract>. doi: 10.1111/jawr.12095

GONÇALVES, M.L.; BAPTISTA, L.F.S.; RIBEIRO, R.A. O uso de técnicas compensatórias de drenagem para controle dos impactos da urbanização. **Fórum ambiental**. V.12, n.1, p-92-106, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17271/1980082712120161366>. doi: 10.17271/1980082712120161366

INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. **Sistemas de informações hidrológicas**. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/>.

LIMA, H. M.; SILVA, E. S.; RAMINHOS, C. Bacias de retenção para gestão do escoamento: métodos de dimensionamento e instalação. **Rem: Revista Escola Minas**, v. 59, n. 1, p. 97-109, 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0370-44672006000100013>. doi: 10.1590/S0370-44672006000100013

MARCHIONI, M.; BECCIU, G. Permeable pavement used on sustainable drainage systems (SUDs): a synthetic review of recent literature. **Urban Water II**, v. 139, p. 183-194, 2014. Disponível em: <https://www.witpress.com/elibrary/wit-transactions-on-the-built-environment/139/26224>. doi: 10.2495/UW140161

OLIVEIRA A. P., BARBASSA, A. P., GONÇALVES, L. M. Aplicação de técnicas compensatórias de drenagem na requalificação de áreas verdes urbanas em Guarulhos – SP. **Cidades Verdes**, v.04, n.09, 2016, p. 87-101, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17271/231786044920161385>. doi: 10.17271/231786044920161385

POMPÊO, A. C. Drenagem Urbana Sustentável. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 01, p. 1-23, 2000. Disponível em: <[http://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=46&SUMARIO=656&ST=drenagem\\_urbana\\_sustentavel](http://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=46&SUMARIO=656&ST=drenagem_urbana_sustentavel)>. doi: 10.21168/rbrh.v5n1.p15-23

ROCHA, A. F.; BACK, A. J. A. Drenagem urbana como área de atuação da agrimensura. **Tecnologia e Ambiente**. v. 14, p. 69-90, 2008. Disponível em: <<http://periodicos.unesc.net/tecnoambiente/article/view/1092/1053>>.

SALVADORE, E.; BRONDERS, J.; AND BATELAAN, O.: Hydrological modelling of urbanized catchments: A review and future directions. **Journal of Hydrology**, v. 529, p. 62–81, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.06.028>>. doi:10.1016/j.jhydrol.2015.06.028

TUCCI, C. E. M. Coeficiente de Escoamento e Vazão Máxima de Bacias Urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 01, p. 1-68, 2000. Disponível em: <[http://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=46&SUMARIO=661&ST=coeficiente\\_de\\_escoamento\\_e\\_vazao\\_maxima\\_de\\_bacias\\_urbanas](http://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=46&SUMARIO=661&ST=coeficiente_de_escoamento_e_vazao_maxima_de_bacias_urbanas)>. doi:10.21168/rbrh.v5n1.p15-23

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estud. av.**, São Paulo , v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142008000200007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200007&lng=en&nrm=iso)>. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200007>.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da drenagem urbana**. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012. Disponível em: <[http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38004/LCBRSR274\\_pt.pdf?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38004/LCBRSR274_pt.pdf?sequence=1)>.

VASCONCELOS, A. F.; MIGUEZ, M. G.; VAZQUEZ, E. G. Critérios de projeto e benefícios esperados da implantação de técnicas compensatórias em drenagem urbana para controle de escoamentos na fonte, com base em modelagem computacional aplicada a um estudo de caso na zona oeste do Rio de Janeiro. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n.4, p. 655-662, 2016. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522016146469>>. doi: 10.1590/S1413-41522016146469