

A UTILIZAÇÃO DA MODELAGEM SWMM PARA AUXILIAR EM PROJETOS DE DRENAGEM DE LOTEAMENTOS: ESTUDO DE CASO EM FEIRA DE SANTANA-BA**Diogenes Oliveira Senna⁽¹⁾**Eng. Civil, M.Sc, Professor Assistente do DTEC / UEFS e-mail: sennaeng@gmail.com**Geovane de Jesus Oliveira⁽²⁾**Eng. Civil, Empresa RCarvalho Ltda . e-mail: geovane.com.br17@hotmail.com**RESUMO**

A ausência ou ineficiência de planejamento e projetos quanto à ocupação e uso do solo para implantação de sistemas de manejo (drenagem) de águas pluviais é ainda um problema muito comum nas cidades, acarretando uma intensa impermeabilização e consequentes danos à sociedade e ao meio ambiente em períodos chuvosos. Por este motivo, o objetivo desse trabalho foi desenvolver um projeto executivo eficiente de drenagem urbana para loteamento no município de Feira de Santana, BA. Foram utilizadas ferramentas computacionais e softwares, tendo em vista a inexistência de normas técnicas e a diversidade de recomendações técnicas frente à elaboração de projetos de drenagem urbana. Para tal, inicialmente foi feito um estudo preliminar buscando informações topográficas do local, foram dimensionados os dispositivos de drenagem do sistema e, por fim, o escoamento foi modelado no programa SWMM (Storm Water Management Model) por meio de simulação que permitiu mostrar o comportamento do escoamento nos condutos quando submetido a uma precipitação de 210 mm durante 12 horas, como instrumento na tomada de decisão do projeto.

PALAVRAS-CHAVE: projeto de drenagem, modelagem SWMM.**INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento urbano em diversas cidades brasileiras ocorre de forma desordenada, impactando consideravelmente o meio ambiente. Segundo Villanueva et al.(2001) o processo de urbanização influencia no regime de escoamento natural de diversas bacias hidrográficas, pois aumenta a impermeabilização de grandes áreas para a construção de residências, ruas, calçadas, estacionamentos, etc., reduzindo a capacidade de armazenamento e infiltração natural da água de chuva e alterando e consequentemente aumentando o volume e a vazão de pico das águas pluviais, acarretando em enchentes, gerando doenças por veiculação hídrica e causando transtornos econômicos para os munícipes e gestores. Contudo, a drenagem e o manejo adequado dessas águas pluviais minimizam os consequentes danos provocados pela falta de um o crescimento planejado e sustentável dessas bacias hidrográficas no meio urbano. A Lei Nº 11.445 (BRASIL, 2007) define como o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas (coletadas) nas áreas urbanas.

A implantação de um sistema drenagem adequado para as áreas urbanas é absolutamente necessária à preservação e promoção da saúde pública em geral. O ponto de partida na determinação das soluções a serem adotadas tem como base a quantificação das descargas a partir de um criterioso estudo das características climáticas, pluviométricas e físicas da região.

A não elaboração de projetos ou mesmo a execução de sistemas de drenagem subdimensionados agravam os problemas de saneamento ambiental. Dessa forma, é necessário a elaboração de projetos para o manejo de águas pluviais dada às diversas informações e orientações existentes em manuais de drenagem diferenciando-se pelos diversos critérios adotados, bem como, a inexistência de normas específicas. Necessita-se utilizar de mecanismos que facilitem e que permitam analisar os acontecimentos muito antes do ocorrido se deve à crescente demanda e precariedade com que muitas das redes de drenagem vinham sendo dimensionadas e/ou executadas.

A modelagem hidrológica hidráulica SWMM permite-nos prever com um pouco mais de precisão o comportamento das redes de drenagem projetadas, sob diversos parâmetros, em trabalho, podendo com isso possibilitar a intervenção ainda na fase de projeto. Como o SWMM é um modelo dinâmico chuva-vazão que simula a quantidade e a qualidade do escoamento superficial, especialmente em áreas urbanas; pode ser utilizado para a simulação de um único evento chuvoso, bem como para uma simulação contínua de longo prazo.

Para Gomes & Paiva (2010), o modelo SWMM apresenta boa representação para a simulação da rede de drenagem, possibilitando que a simulação numérica pode ser usada como ferramenta tanto para o planejamento de projetos de drenagem urbana como para a avaliação dos impactos decorrentes, a fim de se obterem soluções mitigadoras para a minimização de impactos.

OBJETIVO

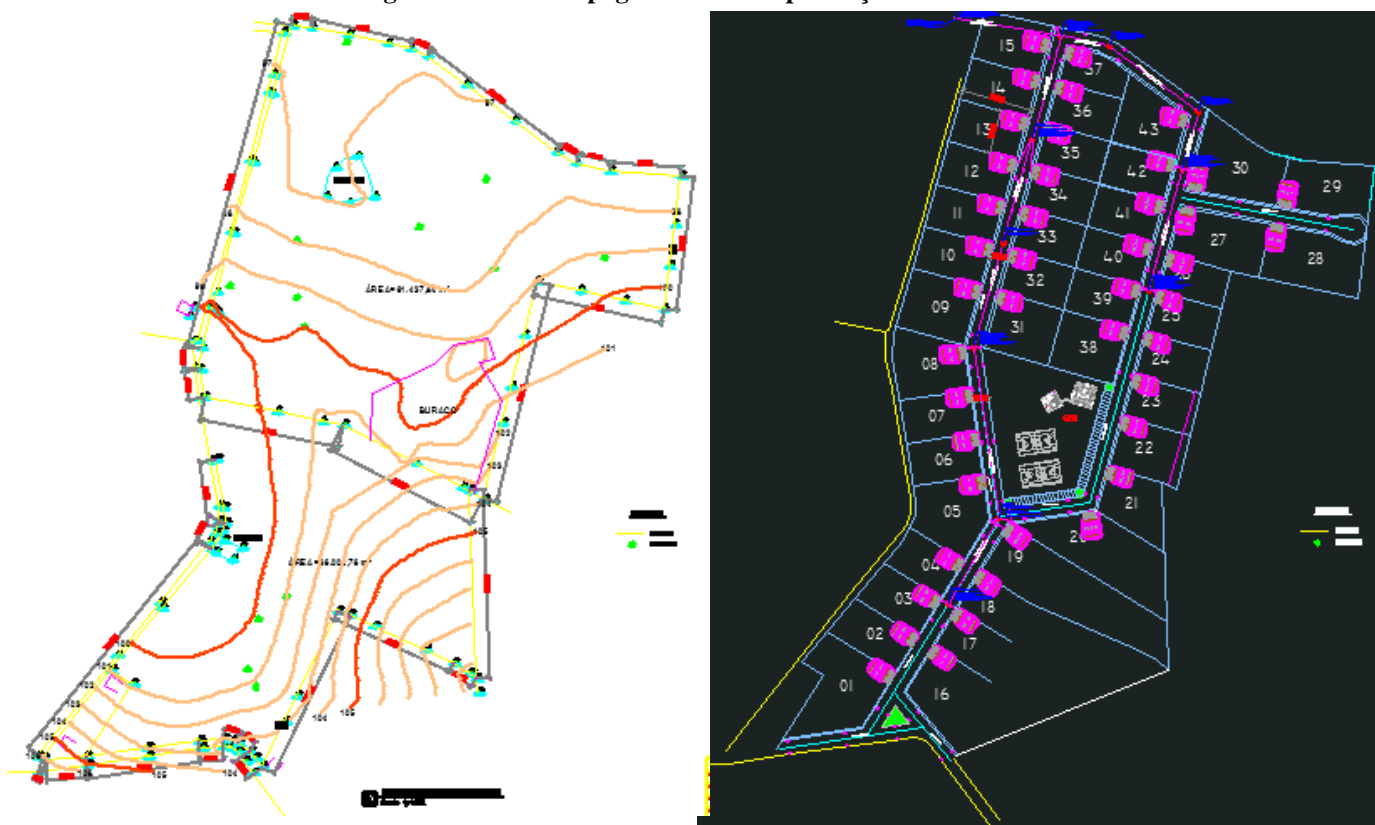
Elaborar um projeto executivo para drenagem de águas pluviais de um loteamento utilizando a modelagem SWMM como ferramenta computacional para a simulação de projeto.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

O loteamento, localizada no município de Feira de Santana-Bahia ($12^{\circ} 16' S$ e $38^{\circ} 58'$), conta com 43 lotes (dimensões aproximadas de 30x50m), cada um contendo uma unidade habitacional e uma população beneficiada estimada de no mínimo 172 habitantes. Nessa comunidade possuem áreas de lazer e seus arruamentos serão pavimentados com paralelepípedo onde será implantado um sistema de drenagem de águas pluviais. A Figura 1 mostra o levantamento topográfico e a planta de implantação do loteamento.

Figura 1 – Planta topográfica e de Implantação do Loteamento



Dados do Projeto de Drenagem do Loteamento

A planta topográfica e de implantação nos fornece os dados iniciais necessários para o dimensionamento dos dispositivos utilizados nos sistemas de drenagem como poços de visitas (PV's), Condutores, bocas-de-lobo e grelhas. A tabela 1 apresenta as cotas topográficas do projeto de drenagem.

Tabela 1 - Cotas topográficas do terreno nos poços de visita

Nome	Cota de jusante (m)	Cota de montante (m)	Dist. entre montante e jusante (m)	Dist. entre justante o PV (m)	Diferença de nível	Cota do terreno no PV (m)	Cota do greide da rua (m)
PV 01	101,00	101,00	0,0000	0,0000	0,0000	101,0000	101,3000
PV02	100,75	100,75	0,0000	0,0000	0,0000	100,7500	101,0500
PV 03	100,00	101,00	124,2200	12,5400	0,1009	100,1009	100,4009
PV 04	98,00	99,00	29,3400	4,4400	0,1513	98,1513	98,4513
PV 05	98,00	99,00	34,2200	6,1300	0,1791	98,1791	98,4791
PV 06	96,00	97,00	109,4100	73,8800	0,6753	96,6753	96,9753
PV 07	97,00	98,00	138,9200	54,5000	0,3923	97,3923	97,6923
PV 08	97,00	98,00	138,9200	19,9200	0,1434	97,1434	97,4434
PV 09	96,00	98,00	86,5000	34,7000	0,8023	96,8023	97,1023
PV 10	96,00	96,00	0,0000	0,0000	0,0000	96,0000	96,3000
Exutório	95,00	95,00	0,0000	0,000	0,0000	95,0000	95,3000

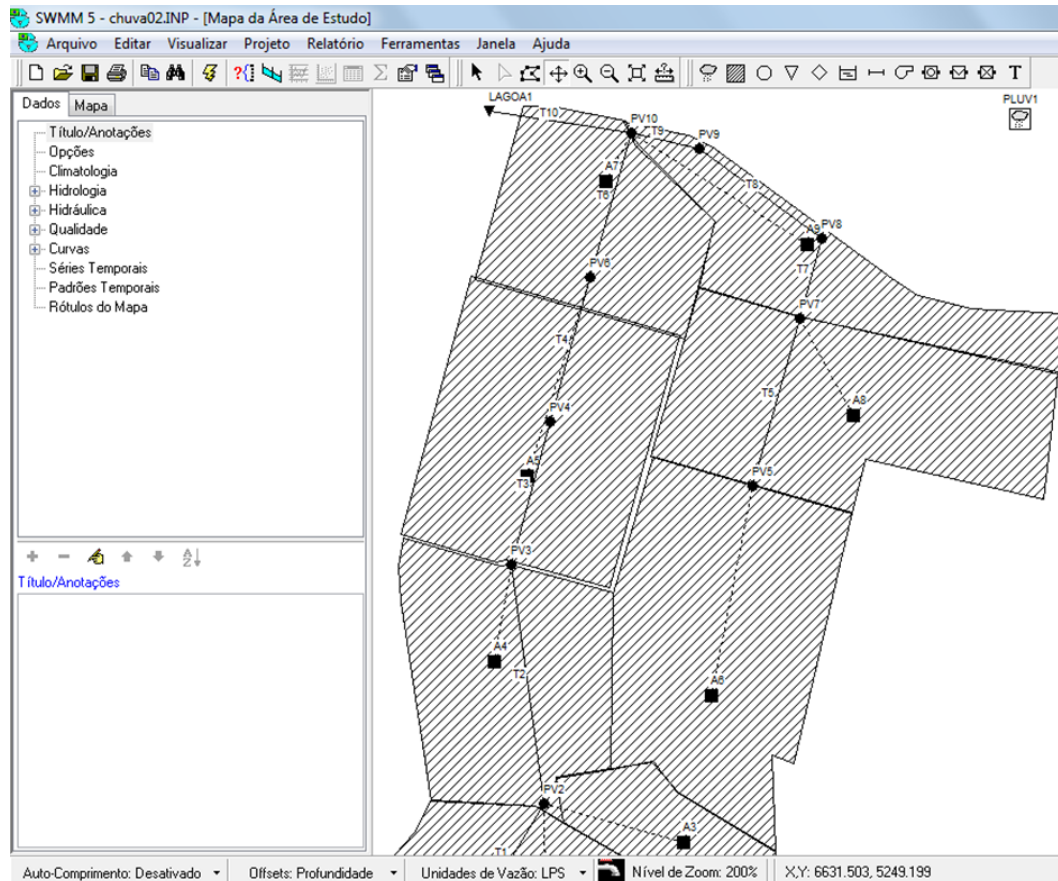
Discretização das sub-bacias

Inicialmente procedeu-se com o lançamento das sub-bacias de contribuição e toda a rede de drenagem com os parâmetros preliminarmente adotados no projeto, exportando-as do AutoCAD e redimensionando para serem utilizadas como imagem de fundo no SWMM. Após a aplicação da imagem como plano de fundo, tratamos de discretizar a sub-bacia utilizando a imagem como parâmetro e assim dividindo-a em 9 sub-bacias que são áreas de terras contendo uma mistura de superfícies permeáveis e não permeáveis cujo escoamento é drenado para um ponto de saída comum podendo ser um nó.

O SWMM contém um conjunto de ferramentas que possibilitam a modelagem hidráulica, como tubos, canais e unidades de armazenamento. Após a inserção da imagem do AutoCAD como plano de fundo, foi possível realizar divisão das sub-bacias, nesta etapa reconstruiu-se no programa a rede de drenagem, buscando sempre uma atenção para as curvas de nível do projeto original, pois esta é uma das etapas mais importantes do processo de simulação.

O projeto analisado atende uma área de aproximadamente 103.031,84 m² (10,3 ha). Para aplicação do SWMM, a área foi discretizada em 9 sub-bacias, 10 condutos e 10 poços de visita (junções), sendo que todo o escoamento superficial das sub-bacias é lançado através do roteamento do fluxo nos condutos que posteriormente o destinará para um ponto final do sistema de drenagem (Lagoal/exutório).

Figura 2 – Discretização das sub-bacias da área



Para cada objeto inserido foi incluído seus dados originais de projeto como comprimento do conduto, seção, profundidade, cota das junções, série temporal e área das sub-bacias

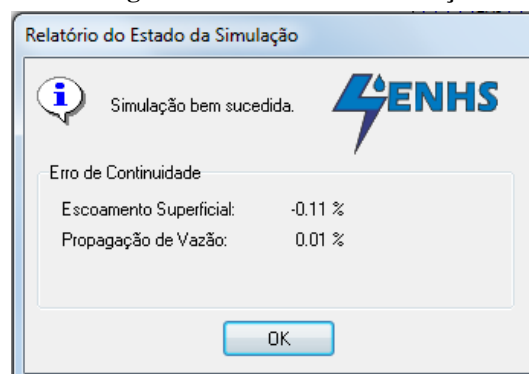
DISCUSSÃO E RESULTADOS

O modelo computacional SWMM 5 foi utilizado como uma ferramenta de análise para este trabalho, simulando o comportamento do projeto de todo o sistema de drenagem de águas pluviais da comunidade Residencial Chácaras, localizado em Feira de Santana.

O resultado apresentado levou em consideração, para efeito da análise, apenas um evento principal teórico, que permitiu fornecer dados importantes para o entendimento da dinâmica das cheias nos condutos estudados, considerando que os mesmos estavam em perfeitas condições de funcionamento, ou seja, completamente desobstruídos.

Ao simularmos o projeto no programa, este faz o processamento dos dados inseridos gerando assim, uma janela que exibe informações da simulação, conforme mostrado na figura 3, indicando que a simulação foi bem sucedida ocorrendo erros mínimos sendo -0,11% para escoamento superficial e 0,01% de propagação de vazão (fluxo de roteamento).

Figura 3. Resultado da simulação



Através de suas ferramentas o SWMM possibilita a visualização de uma forma interessante da animação do projeto simulado, mostrando-nos de forma clara e resumida o comportamento do escoamento do fluxo na rede de drenagem. Desta forma, é possível observar se algum trecho da rede sofreu alagamento, nos dando ainda o momento exato em que este aconteceu. O programa utiliza de um recurso que possibilita visualizar o perfil do sistema com efeito animado. Nas figuras 4,5 e 6, observa-se graficamente que na simulação do escoamento, mesmo após 12 horas de precipitação, com um volume de 210 mm em cada bacia, não houve transbordo em nenhum dos poços de visita (junções) da rede, ou seja, a cota máxima prevista em projeto não foi atingida. Isto implica, de acordo com as condições previstas nesta análise, que o canal atende as especificações para o qual foi projetado, podendo ainda atender condições de maiores proporções em volume de precipitações.

Figura 4. Gráfico do escoamento da precipitação no canal (Perfil 1).

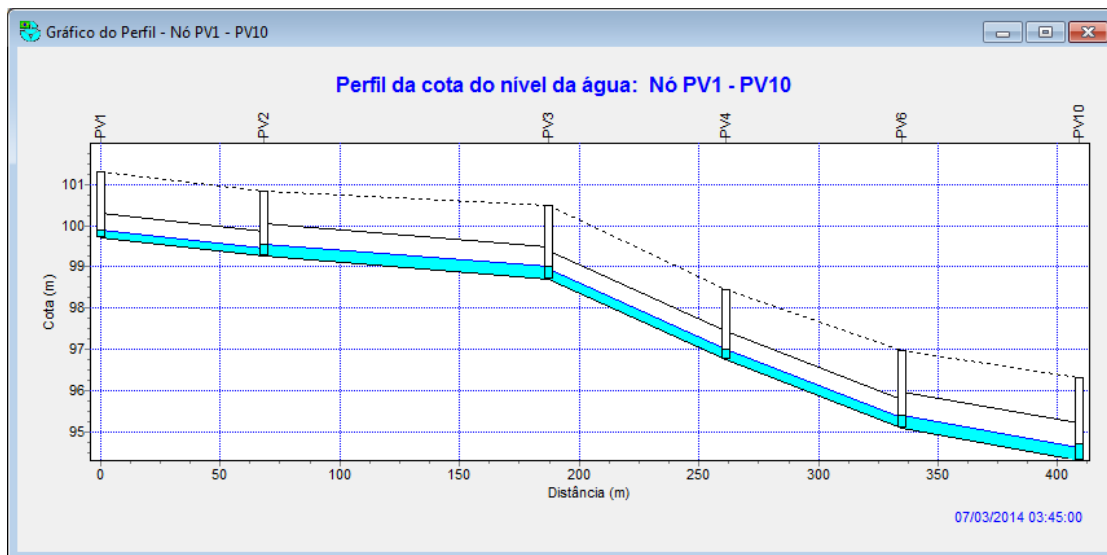


Figura 5 - Gráfico do escoamento da precipitação no canal (Perfil 2).

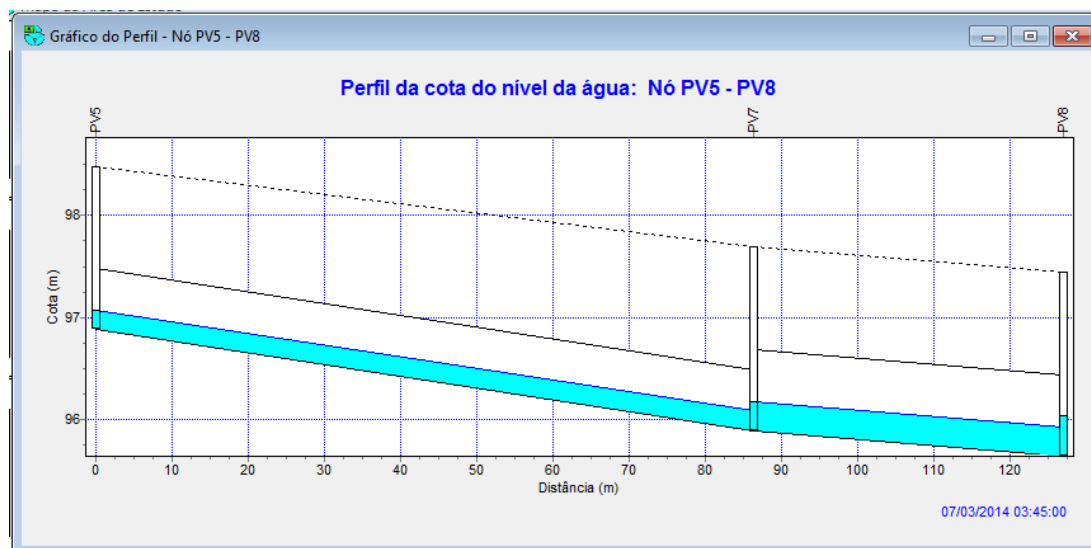
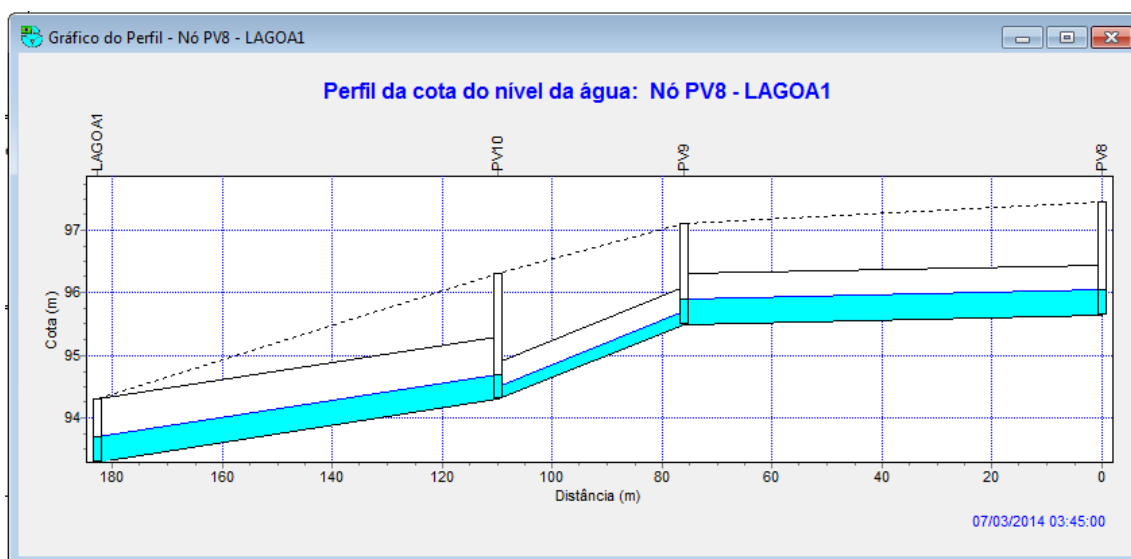


Figura 6 - Gráfico do escoamento da precipitação no canal (Perfil 3).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O SWMM (STORM WATER MANAGEMENT MODEL) é uma ferramenta fundamental que vem ajudando muito no processo de planejamento e gerenciamento de projetos, como analisado neste estudo. Durante a concepção do projeto, a ferramenta computacional possibilita prever os eventuais erros identificando os impactos futuros que projeto poderá sofrer à medida que houver um crescimento urbano.

Neste trabalho, concluímos que a rede de drenagem analisada se comportou de forma consistente ao ser submetido à simulação considerando um volume de precipitação teórico de 210 mm com tempo de 12 horas, e não apresentando pontos críticos de seção plena ou alagamentos. Levando em consideração que, mesmo tendo sido submetido a uma chuva intensa, os perfis dos condutos apresentaram pouco mais da metade de sua seção preenchida pela água, isto permite provar que o sistema de drenagem projetado deverá atender as necessidades do Loteamento.

Os resultados apresentados nesta pesquisa demonstraram o êxito da modelagem hidráulica e hidrológica, por meio do SWMM, como ferramenta indispensável na tomada de decisão de projetos de drenagem loteamentos.

REFERÊNCIAS (máximo seis)

VILLANUEVA, A.O.N., TASSI, R., ALLASIA, D.G., BENFICA, B.; TUCCI, C. (2011) *Gestão da drenagem urbana, da formulação à implementação*. Revista de Gestão de Águas da América Latina, v. 8, n. 1, p. 5-18.

BRASIL. Lei 11 445 de 05 de janeiro de 2007. Brasília/DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil//> Acesso em: 18 de junho de 2014.

VINAGRE et al. (2013) *Simulação Hidráulica de Rede de Macrodrenagem na orla Fluvial de Belém do Pará com o Uso do Programa SWMM*. Urbanização & meio ambiente. Maisa Sales Gama Tobias e Alberto Carlos de Melo Lima (Orgs.). – Belém: Unama, v.2

GOMES, A.P. & PAIVA, E.M.C.D (2010). *Acumulação e transporte de sedimentos na microdrenagem: monitoramento e modelagem*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos v.15, n.4, p. 45-55.