

IX-012 – SIMULAÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM FUNÇÃO DO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO EM LAVRAS, MG

Jéssica Soares Freitas⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras.

Luiz Fernando Coutinho de Oliveira⁽²⁾

Engenheiro Agrícola pela Universidade Federal de Lavras. Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras. Doutor Engenheiro Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa. Professor do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras. Bolsista em Produtividade pelo CNPq.

Camila Marques Generoso⁽³⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras.

Caio Vinícius Paiva Pereira⁽⁴⁾

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras.

Endereço⁽¹⁾: Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras - Lavras - MG - CEP: 37200-000 - Brasil - Tel: (35) 3829-1028 - e-mail: jessica_soares_freit@engambiental.ufla.br

Endereço⁽²⁾: Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras - Lavras - MG - CEP: 37200-000 - Brasil - Tel: (35) 3829-1679 - e-mail: coutinho@deg.ufla.br

Endereço⁽³⁾: Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras - Lavras - MG - CEP: 37200-000 - Brasil - Tel: (35) 3829-1679 - e-mail: cmg@engambiental.ufla.br

Endereço⁽⁴⁾: Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras - Lavras - MG - CEP: 37200-000 - Brasil - Tel: (35) 3829-1028 - e-mail: caiovpp@engambiental.ufla.br

RESUMO

Devido à expansão urbana acelerada no Brasil é presente e visível a degradação dos recursos naturais, o que acarreta em graves problemas ambientais e sociais e gera graves desequilíbrios na qualidade de vida da população. Os solos, que antes eram compostos por uma vegetação natural hoje se tornaram impermeáveis devido às áreas urbanas, sendo expostos a um manejo inadequado, provocando erosão e dificultando a infiltração da água favorecendo o escoamento superficial. Portanto, faz-se necessário um planejamento urbano prevendo a existência de áreas disponíveis à infiltração da água no solo de forma a reduzir os problemas relacionados à drenagem urbana. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo a simulação do escoamento superficial para vários cenários de ocupação do solo em uma área de expansão da área urbana da cidade de Lavras, MG. Os resultados das simulações apontaram para um aumento de 52,1 a 136,1% do volume de água escoado quando toda a área da bacia for ocupada, para períodos de retorno entre 5 a 50 anos.

PALAVRAS-CHAVE: Vazão de pico, Hidrograma, Impermeabilização.

INTRODUÇÃO

As atividades antrópicas relacionadas ao uso da terra, como a remoção da vegetação, desmatamento, emprego de práticas agrícolas indevidas, construção de prédios e urbanização interferem e modificam o comportamento da bacia hidrográfica. Essas atividades, mesmo realizadas fora da área dos canais, estendem-se para a bacia, acarretando em consequentes transformações na drenagem dos rios (Borges et al., 2012).

Por meio do intenso processo de urbanização das cidades brasileiras, principalmente na formação de regiões metropolitanas, tem gerado muitos problemas de infraestrutura urbana, especialmente em relação à drenagem de águas pluviais. A causa dos problemas está na impermeabilização do solo, desmatamento da vegetação, ocupação das várzeas, estruturação do sistema viário em vias de fundo de vale, erosão e assoreamento, lixo, poluição, retificação e canalização de rios, agravados ainda pela ausência de planos urbanísticos específicos, e que tem como consequência enchentes que geram impactos econômicos e sociais, em todas as atividades e funções da cidade, e praticamente a vida dos habitantes (Andrade & Santos, 2010).

Dentre os efeitos mais graves da impermeabilização da superfície destacam-se: maiores picos de vazão e maiores volumes, maiores picos a jusante, assoreamento de canais e galerias, entupimento de bueiros,

degradação da qualidade da água, doenças de veiculação hídrica, maiores custos de utilidades públicas e perdas e prejuízos às populações que sofrem com as inundações (Tucci, 2009). Resultados obtidos por Moraes et al. (2012) indicaram que o aumento da impermeabilização devido a expansão da área urbana do município de Rio Claro foi o principal responsável pelos primeiros eventos de inundação. Assim, apesar da classificação hidrológica dos solos e da baixa probabilidade natural de concentração de escoamento, refletida pelo baixo índice de circularidade, a topografia plana quando submetida à impermeabilização dificulta o escoamento das águas, criando situações de inundação.

Segundo Cunha et al. (2009) o plano diretor é o instrumento básico da política de desenvolvimento urbano e obrigatório para as cidades com mais de 20 mil habitantes. Um dos objetivos deste é definir as diretrizes básicas para expansão urbana, uso e ocupação do solo urbano, parcelamento e implantação de infra-estrutura urbana. A proposta aqui delineada está inserida nesse contexto, permeando esses objetivos, uma vez que o diagnóstico da drenagem urbana é importante para a eficiência das orientações sobre a ocupação da terra que devem constar no plano diretor do município.

Em vista do exposto, este trabalho teve como objetivo a simulação do escoamento superficial em uma área em processo de urbanização, inserida na bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho, na cidade de Lavras, MG com a finalidade de se obter a vazão e tempo de pico e o volume de água escoada, para diferentes períodos de retorno, parâmetros importantes no projeto de drenagem de águas pluviais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, foi selecionada uma encosta com diferentes pendentes, pertencente ao bairro Pitangui na cidade de Lavras, MG, que se encontra em fase de urbanização. Esta área está inserida na bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho, em que na sua face esquerda, em relação à seção de controle, situada dentro do campus da Universidade Federal de Lavras, está passando por um processo de recuperação de suas áreas de preservação ambiental. Por outro lado, a face esquerda, encontra-se em fase de urbanização, o que tem proporcionado o aumento nas vazões de pico na seção de controle e de erosão do solo nos fundos de vale. Para a realização deste trabalho foi individualizado a área de estudo, utilizando para tal, imagem de satélite da qual foram extraídas suas dimensões e declividades das diferentes pendentes que compõem a encosta, bem como as áreas atualmente ocupadas por edificações e as remanescentes com a vegetação natural, no caso pastagem (Figura 1).

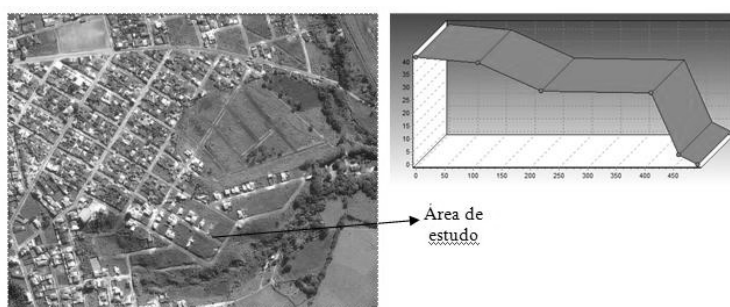


Figura 1. Localização da área de estudo e esquema das pendentes.

Com a finalidade de se determinar a taxa de infiltração estável, foram retiradas 3 amostras de solo com o auxílio do amostrador de Uhland, que posteriormente foram saturadas. Após a saturação, as amostras foram montadas em um permeâmetro de carga constante e depois de estabelecido um regime de escoamento permanente foram determinadas as taxas de infiltração estável empregando-se a equação de Darcy. Foram feitas para cada amostra 3 repetições, totalizando 9 determinações e obtendo-se assim no final uma média, a qual foi empregada nas simulações.

Empregou-se nas simulações o aplicativo Hidrograma 2.1 desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos (GPRH, 2012), considerando uma encosta irregular. Nas simulações foram consideradas 3 condições de cobertura do solo, ou seja: 0% de urbanização (solo coberto com a vegetação natural), 69% de urbanização (situação atual de cobertura com edificações) e 100% de urbanização, para 4 períodos de retorno (5, 10, 25 e

50 anos). No aplicativo, existe implementado as relações intensidade-duração-frequência, em que para o estudo em questão, foi selecionado a relação ajustada para Lavras, MG, para a determinação das intensidades de precipitação máximas para os diferentes períodos de retorno. Os parâmetros hidráulicos relacionados com a rugosidade da encosta e do canal de drenagem também estão implementados no programa em um banco de dados, e as informações relativas às pendentes e ao canal (comprimento, área, declividade e forma) são dados de entrada. No Hidrograma 2.1, a área de estudo é discretizada em células, em que na sua concepção a lâmina de água escoada superficialmente é obtida pela equação do balanço volumétrico nas células e a sua propagação pelo modelo de ondas cinemáticas. Como saída das simulações, tem-se o hidrograma gerado pela chuva intensa no canal de drenagem, bem como a vazão e tempo de pico, volume de água escoada superficialmente.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os valores das vazões (Q) e tempos de pico (t) no canal de drenagem, bem como os volumes de água escoada superficialmente (V), simulados para diferentes períodos de retorno (TR) e condições de cobertura de solo. Observe-se que, para uma mesma condição de cobertura, houve um aumento na vazão de pico e no volume de água escoado com o período de retorno, com redução do tempo de ocorrência da vazão máxima, o que permite a seleção dos parâmetros de projeto em função dos riscos exposto pela estrutura de drenagem em função do TR. Analisando a condição atual de urbanização da área em estudo em comparação com a condição inicial do loteamento (0% de urbanização) verifica-se um aumento porcentual nos valores de V de 85,4; 59,3; 41,6 e 33,6% para os períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos, respectivamente, devido ao processo de impermeabilização do solo favorecendo o escoamento superficial em detrimento da redução da infiltração da água no solo. Este efeito fica mais evidenciado para um processo de urbanização completa da área, chegando aos percentuais de aumento dos valores de V de 136,1; 93,5; 65,0 e 52,1% para os mesmos períodos de retorno. Portanto, os valores obtidos nas simulações são indicativos de que uma urbanização sem planejamento implica em aumento de propensão de cheias nas áreas à jusante do loteamento e de riscos para os bairros que se encontram nas margens do Ribeirão Vermelho, o que reforça a importância da manutenção de áreas verdes no loteamento e nos lotes e da utilização de pavimentações permeáveis que favorecem a infiltração de água no solo.

Tabela 1. Valores de vazão e tempo de pico e volume de água escoada, simulados pelo Hidrograma 2.1 para diferentes períodos de retorno e cobertura do solo.

TR	0% de urbanização			69% de urbanização			100% de urbanização		
	Q (m ³ s ⁻¹)	V (m ³)	t (min)	Q (m ³ s ⁻¹)	V (m ³)	t (min)	Q (m ³ s ⁻¹)	V (m ³)	t (min)
5	0,28	500,47	26,69	0,47	927,72	24,59	0,55	1181,49	24,04
10	0,45	822,49	24,80	0,64	1310,07	22,90	0,72	1591,32	22,50
25	0,71	1368,68	22,39	0,90	1938,41	21,09	0,98	2257,79	20,84
50	0,94	1888,04	20,91	1,14	2522,38	19,96	1,22	2872,02	19,81

A Figura 1 apresenta os hidrogramas das vazões geradas no canal de drenagem da área em estudo para diferentes períodos de retorno e ocupação do solo pelo processo de urbanização. Observe-se na referida figura que as vazões de pico se elevam com o processo de urbanização devido à impermeabilização das áreas disponíveis para a infiltração de água. Como a área abaixo do hidrograma representa o volume de água escoada superficialmente, verifica-se na Figura 1 que, o processo de urbanização além de proporcionar uma elevação na vazão de pico, proporciona um maior tempo de ocorrência de escoamento de água no canal de drenagem e redução no tempo de pico. Este comportamento se agrava com o aumento da intensidade da chuva, responsável pela geração do escoamento superficial, o que pode ser observado na Figura 1 quando se aumenta o período de retorno.

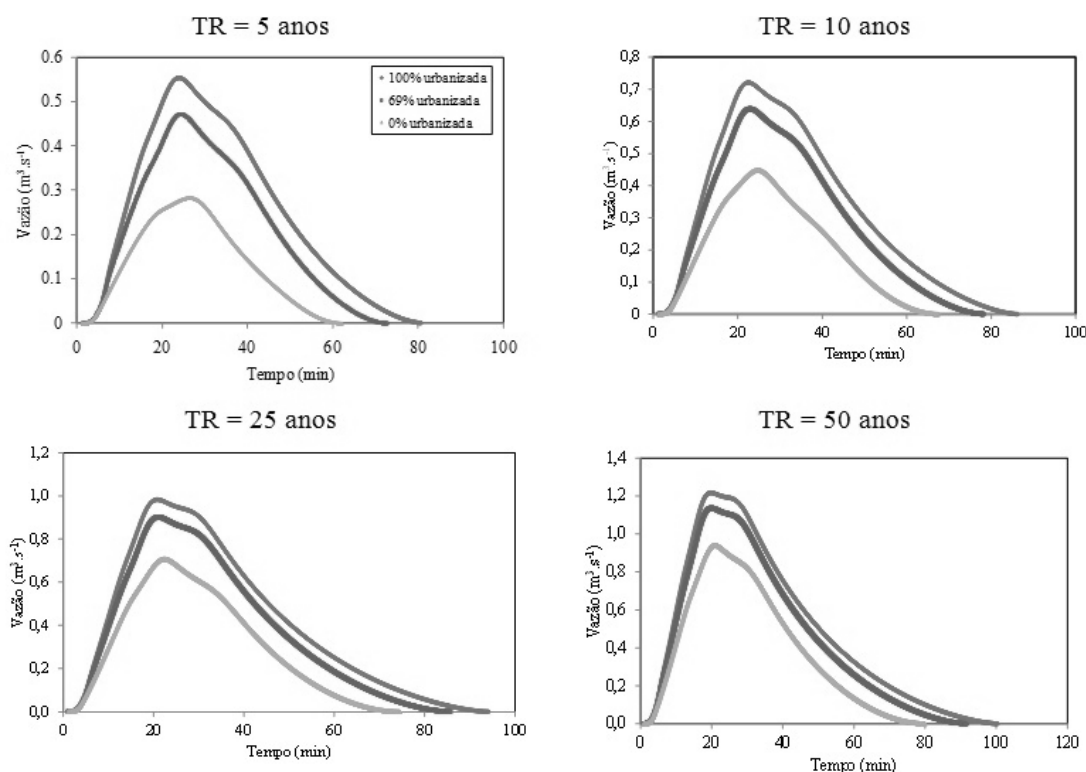


Figura 2. Hidrograma no canal de drenagem para as diferentes coberturas do solo e períodos de retorno.

CONCLUSÕES

O processo de urbanização na bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho em Lavras, MG, sem um adequado planejamento da ocupação do solo, poderá agravar os picos de cheia na bacia, comprometendo os moradores nas áreas mais baixas da bacia, com aumento em torno de 52,1 a 136,1% do volume de água escoado quando toda a área da bacia for ocupada.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo aporte financeiro para a apresentação deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUIAR, L.S.G.; TARGA, M.S.; BATISTA, G.T. Escoamento superficial na bacia hidrográfica do Ribeirão Itaim. Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v.2, n.1, p.44-56, 2007.
2. ANDRADE, R.L.; SANTOS, M.A.S. Análise dos problemas de drenagem urbana nos bairros. Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 5. Anais...Macéio, 2010.
3. BORGES, R.C.; VIEIRA, P.C.; SIMÕES FILHO, F.L.; LAPA, C.M.F. Efeito da ocupação urbana na drenagem da bacia rio Faria-Timbó, RJ. Revista Eletrônica do Curso de Geografia, n.19, p.72-85, 2012.
4. CUNHA, C.M.L.; MORUZZI, R.B.; BRAGA, R. Diagnóstico dos elementos de drenagem da área urbana de Rio Claro-SP: subsídios para o plano diretor. Revista de Estudos Ambientais, v.11, n.2, p.88-100, 2009.
5. GPRH. Hidrograma 2.1. <http://www.ufv.br/dea/gprh/>. Acesso disponível em 23 de junho de 2012.
6. MACHADO, R.E.; VETORAZZI, C.E.; CRUCIANI, D E. Simulação de escoamento em uma microbacia hidrográfica utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 8, n. 1, p. 147-155, 2003.

7. MORAES, I.C.; CONCEIÇÃO, F.T.; CUNHA, C.M.L.; MORUZZI, R.B. Interferência do uso da terra nas inundações da área urbana do córrego da Servidão, Rio Claro (SP). Revista Brasileira de Geomorfologia, v.13, n.1, p. 187-200, 2012.
8. TARGA, M.S.; BATISTA, G.T.; DINIZ, H.N.; DIAS, N.W.; MATOS, F.C. Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v.7, n.2, p. 120-142, 2012.
9. TUCCI, C.E.M. Gerenciamento da drenagem urbana. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.7, n.1, p.5-27, jan./mar. 2002.
10. TUCCI, C.E.M. Hidrologia: Ciência e aplicação. Porto Alegre: UFRGS/ ABRH, 2009. 943p.