

EFEITO DA OCUPAÇÃO URBANA E DE OBRAS DE DRENAGEM SOBRE O HIDROGRAMA DE CHEIA DE UMA BACIA URBANIZADA: O CASO DA BACIA DO CÓRREGO DA SERVIDÃO EM RIO CLARO, SP.

Rodrigo Braga Moruzzi (Professor Doutor da UNESP, Campus de Rio Claro) E-mail: rmoruzzi@rc.unesp.br
Cenira Maria Lupinacci da Cunha (Professora Doutora da UNESP, Campus de Rio Claro)
Fabiano Tomazini da Conceição (Professor Doutora da UNESP, Campus de Rio Claro)
Luiz Henrique Pereira (Geógrafo, pós-graduando da UNESP, Campus de Rio Claro).

Resumo: O objetivo do artigo foi avaliar o efeito da ocupação urbana e de obras de drenagem em uma bacia sobre o hidrograma de cheia da mesma. Para tal, foi investigado o caso da bacia do Córrego da Servidão localizada em Rio Claro, SP. A condição de ocupação foi avaliada por meio da análise de fotografias aéreas em meio digital para obter a classificação da cobertura do solo urbano. Adicionalmente foi elaborado um modelo digital de elevação (*DEM*), para obtenção do mapa hipsométrico da área de interesse. De posse dessas informações a bacia foi subdividida e discretizada para aplicação de modelos hidrológicos. O modelo do Soil Conservation Service (SCS) foi empregado para conversão chuva-vazão. A propagação em reservatórios e canais foram avaliadas por meio dos modelos Pulz e Muskingum-Cunge não linear, respectivamente. O programa computacional denominado IPHS1 foi utilizado para simular o modelo proposto. Os resultados demonstraram que apesar da condição natural e morfológica da bacia não apontarem para riscos potenciais de inundação, a ocupação urbana seguida de obras no canal de macrodrenagem contribuíram para as cheias urbanas.

Palavras-chave: Drenagem urbana, cheias, ocupação urbana.

THE EFFECT OF URBAN OCCUPATION AND DRAINAGE FACILITIES ON THE FLOOD HYDROGRAPH IN AN URBAN WATERSHED: THE CASE OF SERVIDÃO STREAM IN RIO CLARO, SP.

Abstract: The main aim of the paper was to evaluate the effect of urban occupation and drainage facilities on the flood hydrograph in an urban watershed. For this, the case of the Servidão Stream located in Rio Claro-SP was investigated. Aerial photographs in digital media were used for the classification of urban land cover. Furthermore, the study produced a digital elevation model (DEM) to obtain a topographic map of the area of interest. With this information the watershed was divided and discretized for application of hydrological models. The Soil Conservation Service (SCS) was used to convert rainfall-runoff. The runoff propagation on reservoirs and channel was evaluated using Pulz and nonlinear Muskingum-Cunge models, respectively. The IPHS1 computer program was applied to run the mentioned models. The results showed that both the unplanned urban occupation and the works on the macro-channel contributed for urban flood, regardless of the natural condition and morphology of the basin do not indicate any potential risks of flooding.

Key words: Urban drainage, flood, urban occupation.

1. INTRODUÇÃO

Bacias hidrográficas têm sido envolvidas pelo crescimento de cidades, particularmente pela ocupação indevida de suas planícies de inundação, resultando em modificações significativas na cobertura do solo. Uma das respostas a esta “agressão ambiental”, são as ocorrências de inundações mais frequentes e catastróficas, como resultante da alteração da relação chuva x escoamento superficial direto das águas pluviais (MORUZZI et. al., 2007).

Em alguns casos, bacias hidrográficas sem predisposição a enchentes, tornam-se propensas a tal devido a intensidade das alterações de uso e ocupação do solo e de obras de drenagem desintegradas da dinâmica da água pluvial. Em muitos casos, a implantação de obras civis, com enfoque puramente na engenharia hidráulica, promove a aceleração do escoamento, acarretando tão e somente na transferência do problema para setores localizados a jusante. Neste sentido, torna-se premente a avaliação da dinâmica do escoamento no contexto da bacia hidrográfica e a verificação das condições de pré e pós-ocupação e seus

respectivos efeitos nos hidrogramas de cheias.

Assim, este trabalho apresenta um diagnóstico do efeito da ocupação urbana e de obras no canal principal de drenagem no hidrograma de cheias de uma bacia hidrográfica urbanizada de uma cidade média do interior do Estado de São Paulo. A bacia investigada, denominada Bacia do Córrego da Servidão, localiza-se na cidade de Rio Claro, SP, e apresenta sérios problemas de enchente, amplamente relatados pela imprensa local.

2. AS CARACTERÍSTICAS NATURAIS DA BACIA DO CÓRREGO DA SERVIDÃO

A bacia do Córrego da Servidão caracteriza-se por topografia suave, visto que se encontra sobre os terrenos arenosos vinculados a Formação Rio Claro, a qual capeia os topos subtabulares que compõem boa parte do interflúvio entre o Rio Corumbataí, do qual o Córrego da Servidão é afluente, e o Ribeirão Claro. A Formação Rio Claro é composta por conglomerados areníticos de várias classes granulométricas, amarelo-avermelhados, friáveis, por vezes com estratificações cruzadas e níveis centimétricos a decimétricos de argilitos (COTTAS, 1983).

Estas características litológicas estão amplamente refletidas na densidade de drenagem da bacia do Córrego da Servidão. Assim, estabelecendo-se a relação entre o comprimento das drenagens e a área da bacia hidrográfica, conforme proposto por Morisawa (1968), constata-se que a referida bacia caracteriza-se por baixa densidade de drenagem o que implica em boa permeabilidade do terreno. Contudo, essa característica natural está muito comprometida, visto que a maior parte dos terrenos hoje encontram-se impermeabilizados devido a urbanização.

A questão da permeabilidade da área de estudo está ainda diretamente ligada às características pedológicas da bacia. Assim, os solos que ocorrem na bacia do Córrego da Servidão compõem-se de Latossolos Vermelho-Amarelo cujas características, analisadas nos poucos espaços não impermeabilizados da área, através de tradagens, indicam corresponder às unidades Coqueiro e Laranja Azeda, identificadas nos arredores do espaço urbano por Koffler, et. al. (1992) e descritas por Oliveira e Prado (1984).

O Latossolo Vermelho-Amarelo – unidade Coqueiro caracteriza-se por textura média ao longo do perfil, sendo que os teores de areia são responsáveis pela sua alta friabilidade e pequena plasticidade. Já o Latossolo Vermelho-Amarelo – unidade Laranja Azeda, apesar de ainda manter o caráter de textura média ao longo do perfil, apresenta grau de argila levemente superior ao da unidade Coqueiro. Contudo, o teor de areia fina ainda caracteriza a unidade Laranja Azeda como friável (OLIVEIRA e PRADO, 1984).

Em termos de contextualização geomorfológica da bacia do rio Corumbataí, um fato interessante a ser indicado, é que a calha do canal do Córrego da Servidão é altimetricamente sobrelevada em relação às calhas do rio Corumbataí e do Ribeirão Claro, que drenam ligeiramente paralelas entre si, a primeira situada à oeste e a segunda à leste desse Córrego. A calha do Córrego da Servidão, em grande parte de seu percurso situa-se altimetricamente em torno da cota 605/610 m, enquanto o Corumbataí e o Ribeirão Claro em 550 m e 570 m, respectivamente. Isto é indicativo que o canal do córrego da Servidão está em nível topográfico mais elevado que seus dois canais vizinhos, conferindo a esta bacia, pelo menos teoricamente, um maior potencial erosivo (MORUZZI et. al., 2007).

O canal do Córrego da Servidão, que apresenta direção geral norte-sul, possui duas mudanças de direção, no médio curso e baixo curso, próximo à sua foz, ambas com orientação NE/SW, sugerindo controle geológico estrutural. Esta contextualização geológica e

geomorfológica da bacia confere a ela uma forma alongada fora dos padrões convencionais. O índice de circularidade, calculado de acordo com a proposta de Christofolletti (1980), da bacia do Córrego da Servidão é de apenas 0,21, o que significa formato que pouco se aproxima da circularidade já que quanto mais próximo de 1, maior a circularidade da bacia. Assim, conforme também se pode observar na Figura 1, o formato alongado é predominante o que significa menor probabilidade de concentração do escoamento da água da chuva (SCHWAB et al.,1966).

A Figura 2 apresenta o modelo digital de elevação elaborado pela função “*topo to raster*” (ArcGis), o qual emprega um interpolador concebido especificamente para a criação de modelos digitais hidrológicamente corretos. Este procedimento consiste em inferir linhas de fluxo de escoamento superficial impondo restrições altimétricas ao seu redor, o que resulta em uma estrutura de superfície vinculada à rede de drenagem, condicionado maior precisão na modelagem das superfícies (ESRI, 2000).

Este modelo demonstra a topografia aplainada do terreno com pequeno encaixamento do vale o que implica em baixa energia do escoamento da água. Essa baixa energia está diretamente relacionada a permeabilidade dos terrenos que favorece a infiltração da água e, em condições naturais, diminui a contribuição de superfície recebida pelos cursos fluviais, enfraquecendo os processos de erosão destes.

Dessa forma, é possível afirmar que as características lito-pedológicas da bacia, associadas as características de formato e densidade de drenagem, indicam pouca probabilidade de ocorrência de problemas de drenagem. Contudo, o uso atual da terra, combinado a uma dinâmica pluviométrica intensa e a uma topografia de baixos declives, tem provocado recorrentes fenômenos de enchente nesta área.

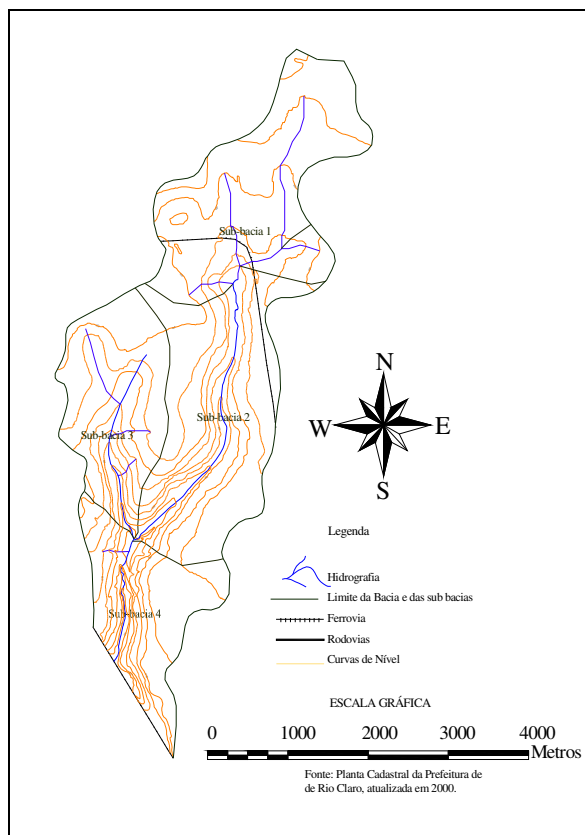


Figura 1 – A bacia do Córrego da Servidão.

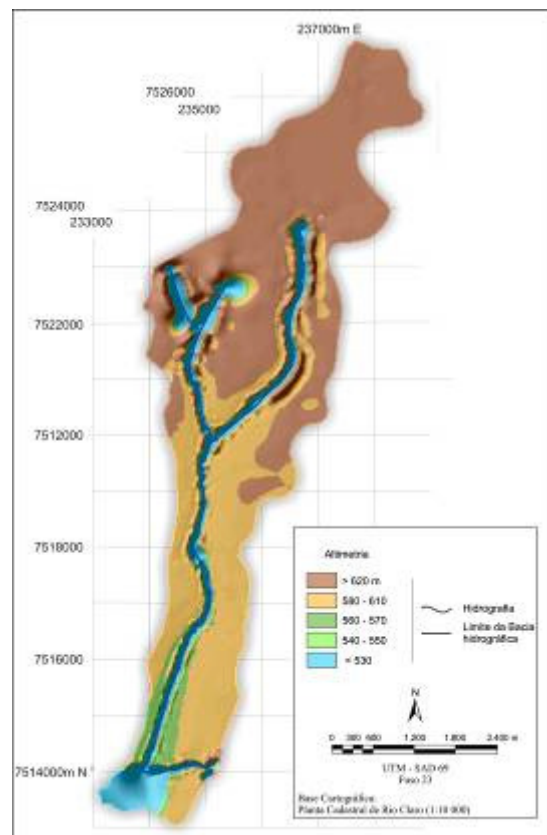


Figura 2 – Modelo Digital de Elevação da bacia obtido pela função “*topo to raster*”.

3. A OCUPAÇÃO URBANA, ASPECTOS HIDROLÓGICOS E AS OBRAS NO SISTEMA DE MACRODRENAGEM

A rede drenagem do Córrego da Servidão compõe um território com área aproximada de 19,6785 km² (1967,85 ha), com o eixo principal de fluxo na direção e sentido norte-sul. Conforme mencionado, sua forma é alongada na direção norte sul (cerca de 13,5 km de extensão) e sua maior laguna é de aproximadamente 2,5 km, em seu alto curso (MORUZZI et. al., 2007).

Os registros de ocorrência de enchentes urbanas na cidade de Rio Claro datam do início do processo de urbanização e foram relatados pela imprensa local em diferentes épocas. A intervenção direta no córrego da Servidão teve início no ano de 1971 com obras de retificação e canalização.

A intervenção direta no curso proporcionou um incremento das vazões escoadas, diminuindo o tempo de concentração na bacia e aumentando os problemas de enchente a jusante, maximizados pela crescente ocupação e impermeabilização da área. A disposição da malha urbana da cidade de Rio Claro na bacia está ilustrada na Figura 3.

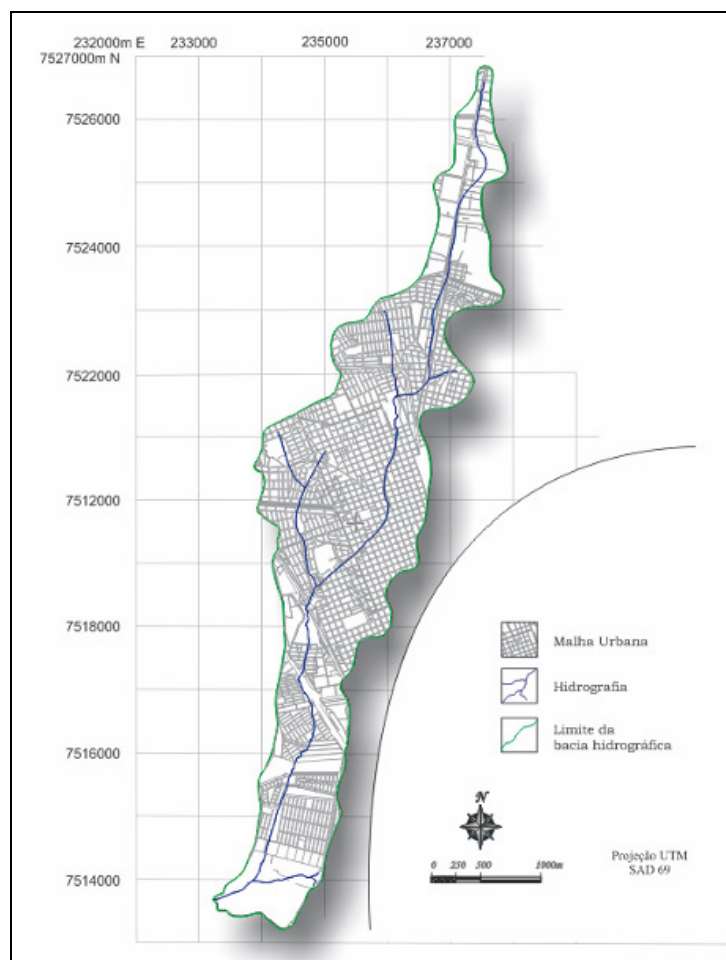


Figura 3 – Sobreposição do setor da malha urbana da cidade de Rio Claro na bacia do Córrego da Servidão. Extraído de Moruzzi et al. (2007).

Do ponto de vista climático, a área de estudo situa-se em faixa zonal do tipo Cw, conforme classificação de Köppen, caracterizado por verões chuvosos e invernos mais secos. Dados pluviométricos foram obtidos do posto DAEE D4 012, localizado no Horto Florestal de Rio Claro, próximo à cidade de Rio Claro, que possui série histórica que abrange 1936 a 2004 (Figura 4). Os demais postos e seus dados podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados dos postos pluviométricos analisados no município de Rio Claro, SP. Fonte: SIGRH

Posto/Prefixo	Bacia	Altitude (m)	Latitude	Longitude	Período de anos	No. de anos
D4-012	Rib Claro	600	22°17'	47°33'	1936-2006	73
D4-016	Corumbataí	600	22°20'	47°29'	1953-2006	54
D4-042	Corumbataí	670	22°17'	47°33'	1939-1960	21
D4-112-1	Rib. Claro	626,5	22°22'	47°36'	1995-2004	10

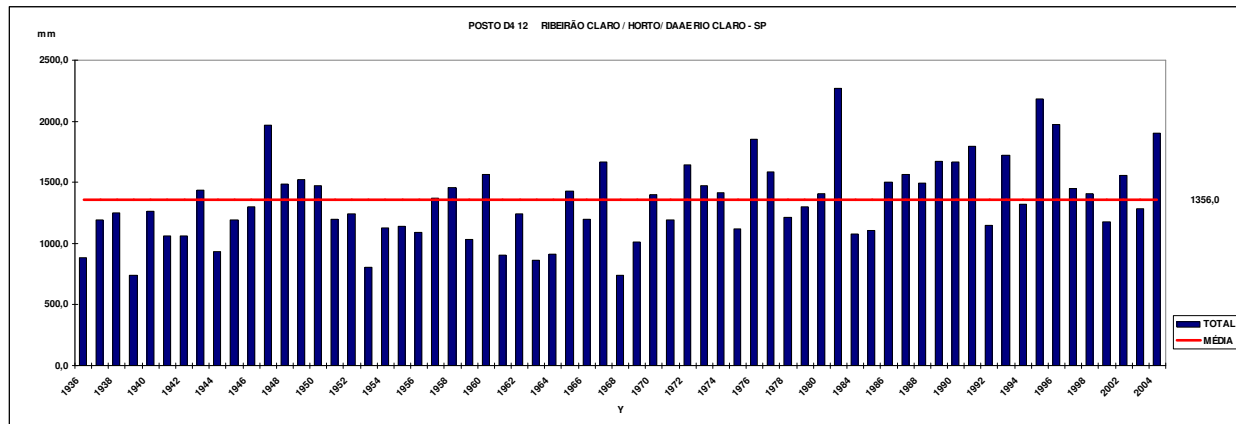


Figura 4 – Série histórica de dados pluviométricos de um dos quatro postos pluviométricos de Rio Claro (posto DAEE/SP D4 012.). Extraído de Moruzzi et al. (2007).

Com os dados dos postos apresentados na Tabela 1 e, de acordo com metodologia apresentado em Moruzzi e Oliveira (2009), foi obtida a equação de chuvas intensas para Rio Claro, SP conforme Equação 1 e Figura 5.

$$I = \frac{560,9.T^{0,141}}{(7,4 + d)^{0,65}} \tag{1}$$

onde:

I= intensidade de chuva (mm.h⁻¹)

T= período de retorno (anos)

d= duração da chuva (minutos)

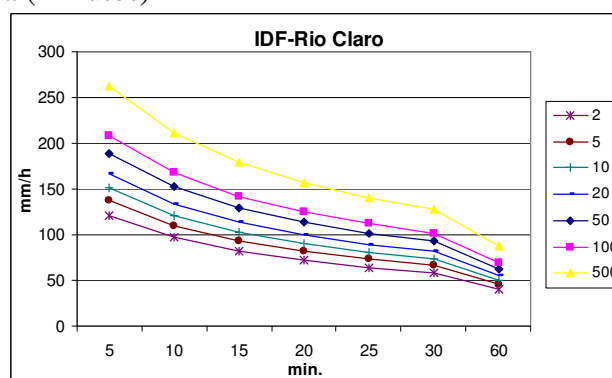


Figura 5 – Curva I.D.F obtida para o município de Rio Claro por meio da obtenção das médias máximas, de ajuste de função de densidade de probabilidade e de regressão não linear.

A equação de chuvas intensas foi empregada para geração dos hidrogramas para os períodos de retorno (TR) de 5 e 20 anos com duração de chuva de 1 hora. A chuva foi desagregada, separada e propagada nas bacias, reservatório e canais de macrodrenagem por meio dos modelos hidráulicos e hidrológicos.

4. AVALIAÇÃO DOS CENÁRIOS PRÉ-OCUPAÇÃO E DA CONDIÇÃO ATUAL NOS HIDROGRAMAS DE CHEIA DA BACIA

Parte das considerações tecidas a seguir foram apresentadas em Moruzzi e Lupinacci (2009) e Moruzzi et. al (2009), sendo reapresentadas para fins de compreensão. A chuva de projeto foi determinada a partir da equação de chuvas intensas apresentada na Equação 1. Foram investigadas precipitação de 1 hora de duração para tempos de recorrência de 5, 20, 50 e 100 anos.

A chuva excedente foi obtida por meio do algoritmo do Soil Conservation Service – SCS (2004) para 6 intervalos de tempo de 600s. O método de Pulz foi utilizado para verificar o efeito do lago de cabeceira no hidrograma e o modelo de Muskingum-Cunge não linear para condutos fechados foi empregado para propagação da onda de cheia em canais. Os referidos modelos foram combinados por meio dos módulos com base a Metodologia de Modelagem Orientada a Objetos aplicada a Sistemas de Recursos Hídricos, apresentada por Viegas Filho (2000), empregando o programa computacional denominado IPHS1, apresentado em Tucci et. al. (1989).

A bacia foi discretizada em 4 sub-bacias, conforme divisão apresentada na Figura 1. A discretização da bacia foi realizada levando em consideração as ocupações, locais de interesse e obras hidráulicas.

A sub-bacia 1 apresenta contribuição concentrada no reservatório de retenção de cabeceira existente, denominado Lago Azul. O córrego da Servidão foi dividido em dois trechos (1 e 2) consecutivos, iniciando no reservatório. O trecho de água (Trecho 1) que liga o reservatório de retenção ao ponto de controle possui a sub-bacia 2 com contribuição distribuída ao longo do canal. Ao ponto de controle liga-se de forma concentrada a sub-bacia 3, denominada Bacia do Wenzel. Finalmente, ao trecho de água 2, que liga o ponto de controle ao exutório, foi conectada a sub-bacia 4 de forma distribuída. A Figura 6 apresenta a subdivisão da bacia analisada. A Tabela 2 apresenta as características das sub-bacias pertencentes a bacia do Córrego da Servidão.

Tabela 2 – Principais características das sub-bacias que compõem o trecho estudado da bacia do Córrego da Servidão. Extraído de Moruzzi et. al. (2009)

Sub-bacias	Área (km ²)	Declive do Terreno (%)	Declive do Canal (%)	Uso e Ocupação
1	4,22	0,89	0,79	16,35% Distrito Industrial. 4,02% Espaços abertos (condições médias) 79,63% Uso residencial (até 500 m ²)
2	4,33	1,27	0,68	2,5 % Distrito Industrial. 3,23 % Espaços abertos (condições médias) 94,27 % Uso residencial (até 500 m ²)
3	2,72	1,58	1,5	5,5 % Distrito Industrial. 7,72 % Espaços abertos (condições médias) 86,78 % Uso residencial (até 500 m ²)
4	2,34	2,46	0,66	24 % Terreno para plantio. 2,99 % Espaços abertos (condições médias) 73,01 % Uso residencial (até 500 m ²)

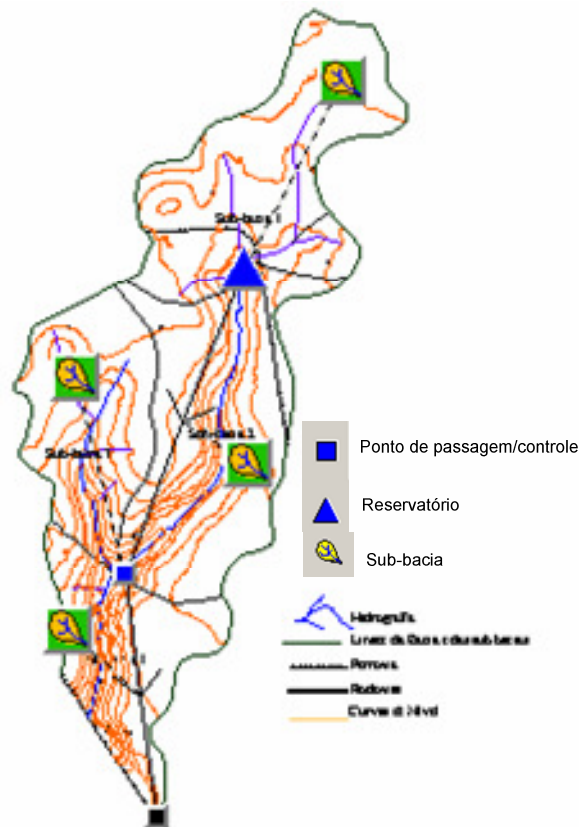


Figura 6- Subdivisão do IPHS1 para representação da discretização das sub-bacias que compõem a bacia do córrego da Servidão, objeto do estudo.

Conforme apresentado em Moruzzi et al. (2009), o declive do terreno foi reconhecido a partir da média da declividade calculada em perfis transversais estabelecidos de acordo com a variação da equidistância das curvas de nível sobre a planta topográfica da área. Já o declive do canal foi calculado a partir do comprimento e das altitudes relativas entre nascente e foz destes. O reservatório de retenção possui área em planta aproximada de 400mx80m com crista do vertedor de saída localizada a 0,5m acima do nível de água máximo de armazenamento e com 2m de comprimento de soleira. A cota máxima do reservatório localiza-se a 2m do nível de água máximo. Uma comporta de 1m² foi posicionada para auxiliar a extravasão do sistema. O canal do trecho 1 do córrego da Servidão possui 3626m de comprimento com 25m de desnível, área transversal retangular de 3m de altura por 4m de largura com coeficiente de Manning (n) de 0,02. Os excessos foram propagados superficialmente na rua na qual foi adotada n de 0,013. O canal do trecho 2 possui 1514m de comprimento com 10m de desnível, área de seção transversal igual ao trecho 1 e n de 0,04, considerado devido ao acúmulo de sedimentos transportados para o referido trecho. Da mesma forma que no trecho 1, os excessos do trecho 2 do canal foram propagados superficialmente na rua para o valor de n de 0,013.

5. AVALIAÇÃO DOS CENÁRIOS PRÉ-OCUPAÇÃO E DA CONDIÇÃO ATUAL NOS HIDROGRAMAS DE CHEIA DA BACIA

A avaliação do cenário pré-ocupação da bacia restringiu-se a obtenção do hidrograma obtido pela transformação chuva-vazão utilizando o método do SCS para separação do escoamento. Partiu-se da hipótese que a inundação das planícies presentes na várzea do córrego em sua condição natural não ocasionavam transtornos. As Figuras 7, 8, 9 e 10 apresentam esses resultados.

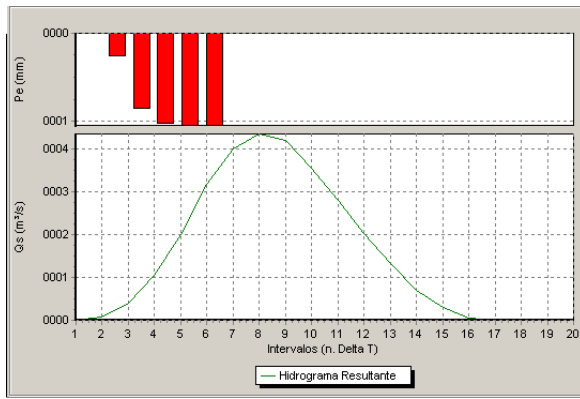


Figura 7- Chuva efetiva para TR de 5 anos e Hidrograma resultante para o cenário pré-ocupação na Sub-bacia 1 que compõe a bacia do córrego da Servidão.

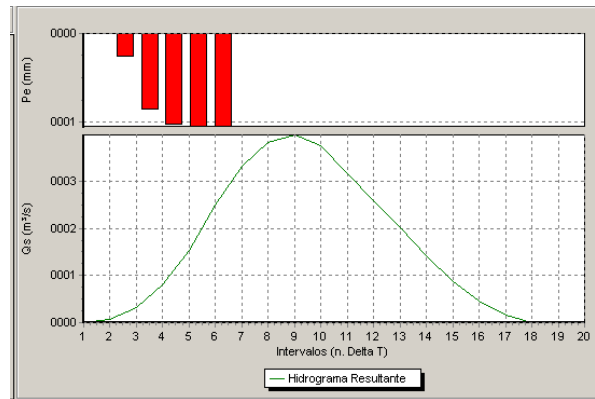


Figura 9- Chuva efetiva para TR de 5 anos e Hidrograma resultante para o cenário pré-ocupação na Sub-bacia 2 que compõe a bacia do córrego da Servidão.

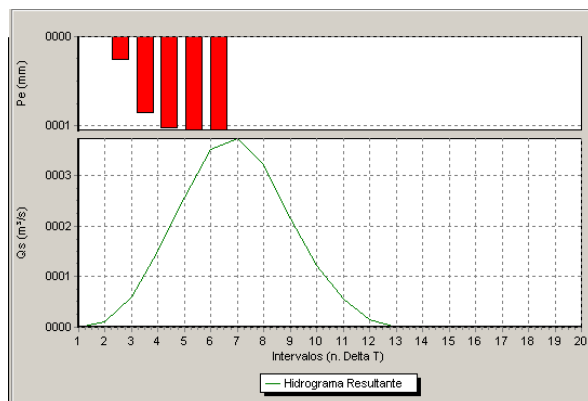


Figura 9- Chuva efetiva para TR de 5 anos e Hidrograma resultante para o cenário pré-ocupação na Sub-bacia 3 que compõe a bacia do córrego da Servidão.

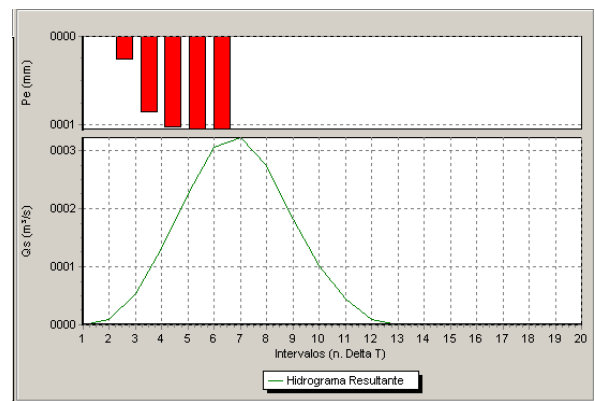


Figura 10- Chuva efetiva para TR de 5 anos e Hidrograma resultante para o cenário pré-ocupação na Sub-bacia 4 que compõe a bacia do córrego da Servidão.

Por meio da análise das Figuras de 7 a 10 verifica-se que o pico de vazão da-se em torno de $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ para todas as sub-bacias investigadas (CN 70). Essas condições foram drasticamente alteradas pela ocupação do solo e sua impermeabilização. As Figuras de 11 a 14 apresentam os hidrogramas das mesmas sub-bacias para a mesma chuva de projeto, considerando a condição de ocupação atual (CN 89). O incremento do pico foi da ordem de 4 a 5 vezes quando comparados a condição pré-ocupação.

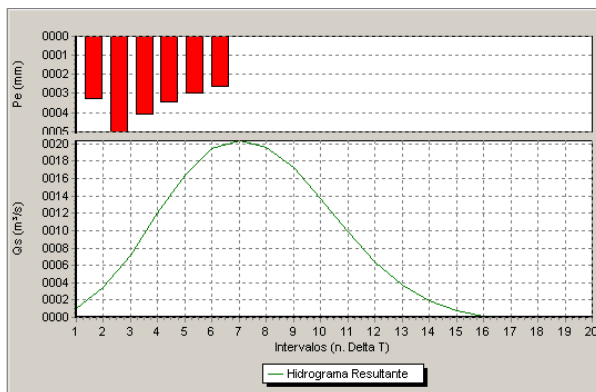


Figura 11- Chuva efetiva para TR de 5 anos e Hidrograma resultante para o cenário atual na Sub-bacia 1 que compõe a bacia do córrego da Servidão.

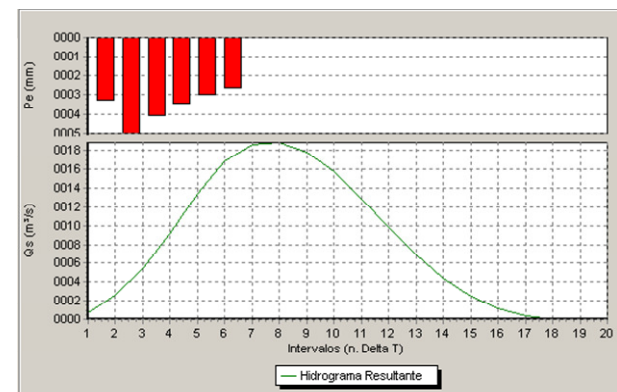


Figura 12- Chuva efetiva para TR de 5 anos e Hidrograma resultante para o cenário atual na Sub-bacia 2 que compõe a bacia do córrego da Servidão.

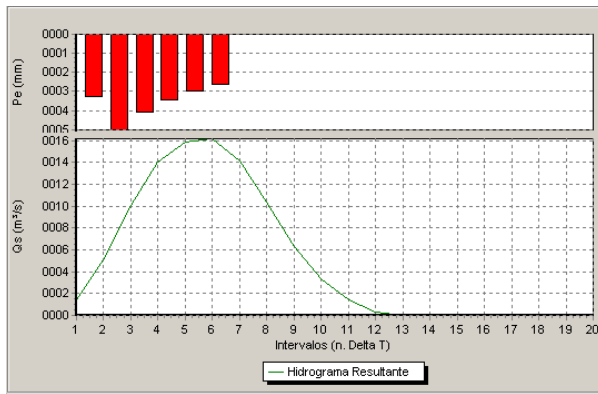


Figura 13- Chuva efetiva para TR de 5 anos e Hidrograma resultante para o cenário atual na Sub-bacia 3 que compõe a bacia do córrego da Servidão.

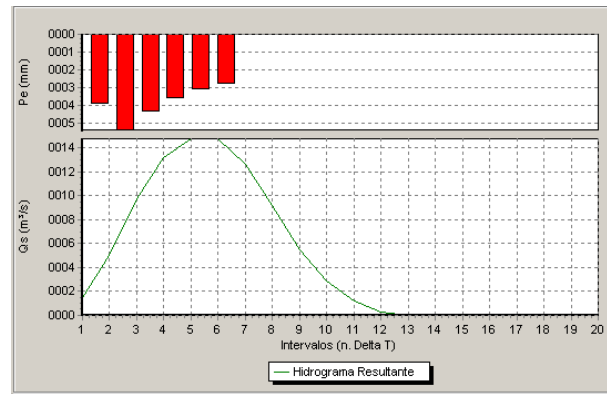


Figura 14- Chuva efetiva para TR de 5 anos e Hidrograma resultante para o cenário atual na Sub-bacia 4 que compõe a bacia do córrego da Servidão.

Para a condição de ocupação atual foi verificado o amortecimento no reservatório de retenção existente a jusante da sub-bacia 1. As Figuras 15 e 16 apresentam os hidrogramas de cheias para a condição de entrada e saída do reservatório, considerando os tempos de recorrência de 5 e 20 anos.

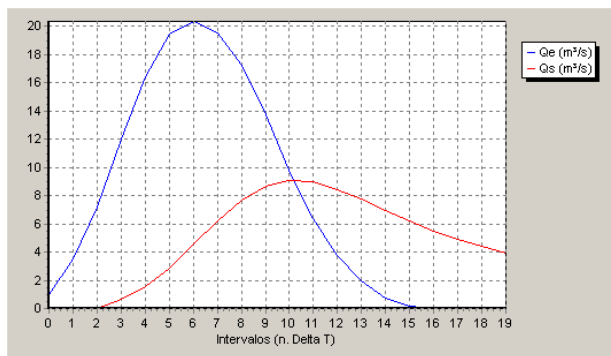


Figura 15- Hidrograma resultante de entrada (Qe) e saída (Qs) para TR de 5 anos e com intervalos de 600 s para o reservatório de retenção localizado na cabeceira da bacia do córrego da Servidão para as condições de ocupação atual.

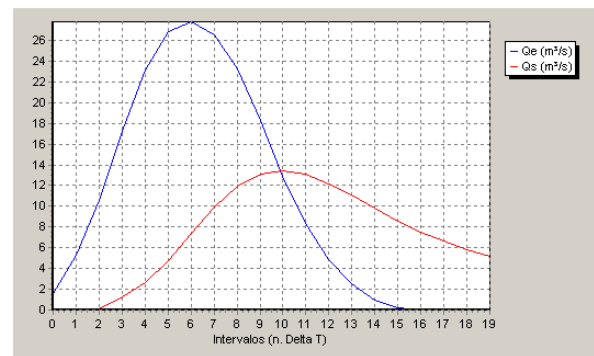


Figura 16- Hidrograma resultante de entrada (Qe) e saída (Qs) para TR de 20 anos com intervalos de 600 s para o reservatório de retenção localizado na cabeceira da bacia do córrego da Servidão para as condições de ocupação atual.

O reservatório reduz a cerca da metade o pico de vazão e retarda o tempo de pico em cerca de 66% em relação ao hidrograma de entrada. Todavia, conforme observado em Moruzzi e Lupinacci (2009), a localização do reservatório não é favorável a amortização do pico no contexto da bacia do Córrego da Servidão. Ademais, verifica-se pela análise da Figura 17 que a cota máxima de enchente supera a cota máxima do reservatório de retenção, inundando a área adjacente ao reservatório.

Mesmo considerando as obras de retificação do canal de macrodrenagem finalizadas na década de 1970, verifica-se que existe propagação de excessos na rua, decorrentes da limitação do canal e da falta de manutenção. As vazões propagadas na Figura 18 são decorrentes de uma chuva de projeto com TR de 20 anos, no limite inferior, portanto dos valores recomendados para tal obra.

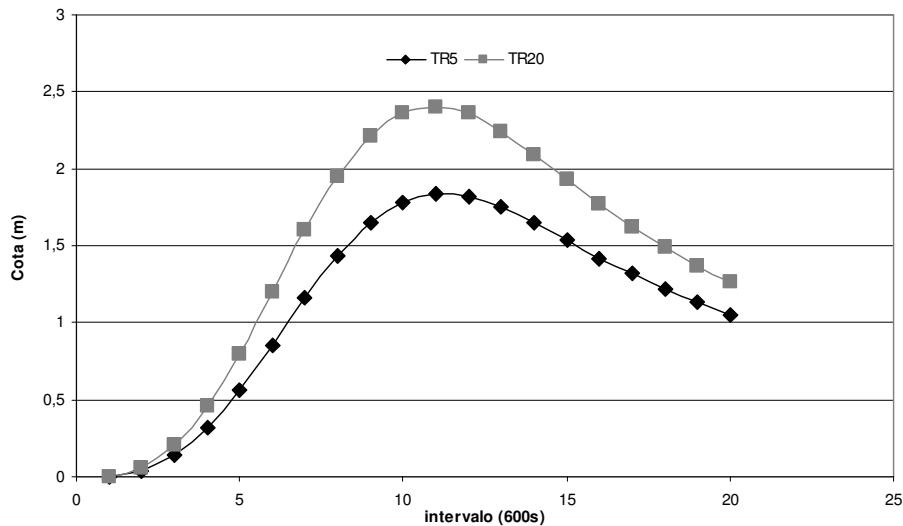


Figura 17- Cotas do reservatório de retenção localizado na cabeceira da bacia do córrego da Servidão (Lago Azul) para chuvas de TR de 5 e 20 anos com intervalos de 600 s para as condições de ocupação atual.

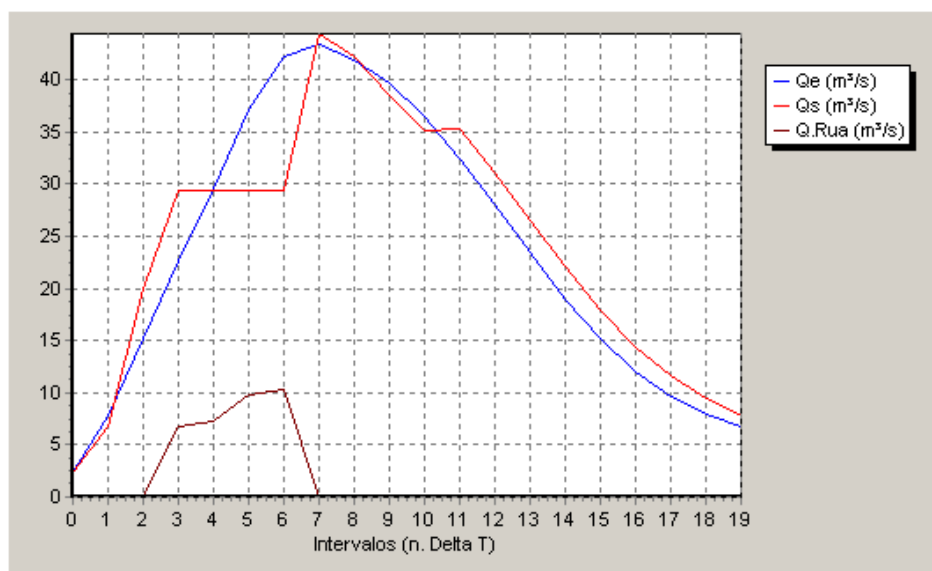


Figura 18- Hidrograma resultante da propagação do escoamento e dos excessos no trecho 2 do canal do córrego da Servidão para TR de 20 anos e com intervalos de 600 s para as condições de ocupação atual.

Fica evidente, pela análise dos resultados apresentados, que a ocupação urbana desordenada e a implantação de obras descontextualizadas da dinâmica hidráulica e hidrológica da bacia, são responsáveis pelo surgimento e agravamento do problema de cheias na bacia do Córrego da Servidão. Evidentemente, o problema se agrava na medida da ocorrência de chuvas menos frequentes (maiores valores de TR). Por essa razão, optou-se por encerrar a análise da propagação de excessos com o valor de TR de 20 anos.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados apresentados nesse artigo permitem concluir:

- a Bacia do Córrego da Servidão não apresenta condições naturais (solo e morfologia) propensas a enchentes;

- apesar da topografia plana, demonstrada através do modelo, sugerir condições de baixa energia de escoamento, verificou-se que a permeabilidade de superfície, que se reflete na densidade de drenagem e no índice de circularidade da bacia, tornava pouco provável que houvesse problemas de enchentes no cenário pré-ocupação.

- a ocupação desordenada na bacia do Córrego da Servidão promoveu o incremento das vazões escoadas e o conseqüente surgimento de problemas de enchentes urbanas;

- as vazões de pico sofreram incremento da ordem de 4 a 5 vezes quando comparadas a condição de pré-ocupação para uma chuva de 5 anos de recorrência e duração de 1 hora;

- a ocorrência de chuva de 20 anos foi suficiente para provocar o transbordamento do reservatório de retenção localizado a jusante da sub-bacia 1;

- a implantação de obras de drenagem descontextualizadas da dinâmica hidráulica e hidrológica da bacia pode ser responsável pelo agravamento da ocorrência de enchentes, decorrentes da ocupação urbana.

REFERÊNCIAS

CHRISTOFOLETTI, A. *Gemorfologia*. São Paulo: Edgar Blucher, 1980.

COTTAS, L.R. *Estudos Geológico-Geotécnicos Aplicados ao Planejamento Urbano de Rio Claro*. 1983. Tese (Doutorado em Geologia Geral e de Aplicação) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.

ESRI. *How Topo To Raster (3D Analyst) works*. In: ESRI. **ArcGIS Desktop help**. Disponível em: <<http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2>>. Acesso em: 29. Jun de 2009.

KOFFLER, N.F. et. al. *Solos da Bacia do Rio Corumbataí*. Rio Claro: Departamento de Cartografia e Análise da Informação Geográfica/Instituto de Geociências e Ciências Exatas/Universidade Estadual Paulista. Escala: 1:50.000 (mapa),1992.

MORISAWA, M., *Streams: their Dynamics and Morphology*. McGraw-Hill Book Co., New York, 1968, 174 p.

MORUZZI et. al. *Avaliação do efeito combinado de reservatórios e de intervenção na calha fluvial para atenuação de cheias: o caso da bacia do Córrego da Servidão na cidade de Rio Claro, SP*. Anais...SBRH Campo Grande - MS, 2009 artigo aceito para publicação, aguarda impressão.

MORUZZI, R.B. & OLIVEIRA, S.C. de. *Relação entre intensidade, duração e frequência de chuvas em Rio Claro, SP: métodos e aplicação*. Rev. Teoria e Prática na Engenharia Civil, Vol 9. N13. Maio,2009

MORUZZI, R. B. et al. Contribuição metodológica para a caracterização de áreas potenciais de inundação em uma bacia hidrográfica urbanizada, com o suporte de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento: apresentação de dois cenários em um módulo piloto. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. **Anais...**São Paulo. nov. 2007.

MORUZZI, R.B. & LUPINACCI, C.M da C. *Reservoir analysis for storm runoff control in urban watershed: an initial study approach* In: DINCON'09 - 8th Brazilian Conference on Dynamics, Control and Applications Proceedings...Universidade Estadual Paulista "Julio de

Mesquita Filho" - Unesp, in Bauru city, on the period of May 18 to 22, 2009.

OLIVEIRA, H.B. de & PRADO, H. *Levantamento Pedológico Semidetalhado do Estado de São Paulo: Quadrícula de São Carlos. II Memorial Descritivo.* Instituto Agrônomo de Campinas, 138p. 1984

SCHWAB, G.O.; A.K. FREVERT; T.W. EDMINSTER, K.K. & BARNES, W. *Soil and Water Conservation Engineering.* New York: John-Wiley & Sons, 1966, 683 p.

TUCCI, C. E. M.; ZAMANILLO, E. A. & PASINATO H. D. *Sistema de Simulação Precipitação Vazão IPHS1.* IPH-UFRGS. Porto Alegre. 66p. 1989.

VIEGAS FILHO, J., LANNA, A. E. L. ; MACHADO, A. A. . *A Modelagem Orientada a Objetos Aplicada a Sistemas de Apoio à Decisão em Recursos Hídricos.* In: XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 1999, Belo Horizonte. XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos – **Anais...**CD e Livro de Resumos. Belo Horizonte : Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1999. v. LR. p. 60-60.

SISTEMA DE GERENCIAMENTO INTEGRADO EM RECURSOS HÍDRICOS (SIGRH).
Disponível em: http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/sigrh_index.exe?lwgactw=5.38927521471122. acesso em 17 de março de 2009.