AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO NO RIBEIRÃO DOS COUROS, NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

Paulo Takashi Nakayama[(1)]
Engenheiro civil consultor, aposentado pela SP Águas. Possui mestrado e doutorado em Hidrologia e Recursos Hídricos pela EPUSP. Foi professor de Hidrologia na FESP por 25 anos e tem vários artigos publicados, principalmente na área de Recursos Hídricos, nos anais de simpósios nacionais e internacionais.

José Mendes de Lima Neto[(2)]
Graduação em engenharia Civil pela FESP, mestrado em recursos hídricos, energéticos e ambientais pela UNICAMP com pesquisa em drenagem urbana e especialização em fundações e geotecnia em obras imobiliárias pelo IMT (Instituto Mauá de Tecnologia).

Endereço [(1)]**:** Rua Botuí, 142, Planalto Paulista, São Paulo / SP - CEP 04064-010 – Tel: +55 (11) 99857-5941
E-mail: paulo.nakayama2@gmail.com

RESUMO

O crescimento industrial automobilístico na região do ABC nos últimos 40 anos aumentou a impermeabilização das bacias do Rio Tamanduateí e de seus tributários. Essa alteração elevou o escoamento superficial e sobrecarregou os sistemas de drenagem existentes. Para conter as inundações, o governo do Estado de São Paulo e as prefeituras locais têm implementado obras de canalização e construído reservatórios de detenção, popularmente chamados de “piscinões”.

PALAVRAS-CHAVE: Reservatórios de detenção, drenagem, medidas de combate a inundação.

INTRODUÇÃO

A rápida ocupação da região do ABC, que ocorreu em decorrência do crescimento das indústrias ligadas ao setor automobilístico, tornou as bacias do Rio Tamanduateí e seus tributários cada vez mais impermeáveis. Comoconsequência, os sistemas de drenagem projetados para condições menos urbanizadas, tornaram-se insuficientes, tanto a nível de microdrenagem (bueiros e galerias) quanto a nível de macrodrenagem (canais) e têm causado sérios problemas de inundação nos últimos anos.

O governo do Estado de São Paulo e as prefeituras locais têm tomado série de medidas para combater a inundação nessa região, através de obras de canalização e construção de reservatórios de detenção, conhecidos como “piscinões”.

OBJETIVO

O objetivo do artigoé a apresentação de estudos hidráulico/hidrológicos a fim de avaliar a eficiência dos reservatórios de detenção implantados ao longo do Ribeirão dos Courostomando como controle a seção contígua às instalações industriais de DaimlerChrysler.

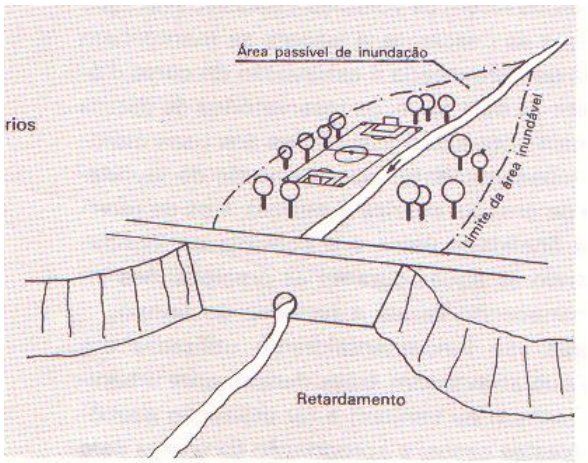
RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO

O armazenamento temporário das águas na ocasião das enchentes, através de reservatórios de detenção, permite atenuar o pico de cheia e, consequentemente, evitar ou reduzir os danos que poderiam ser causados pelas inundações.

Existem dois tipos de reservatório de detenção(“piscinão”): o primeiro é do tipo “in line”, que é um reservatório executado no próprio leito do rio. Neste caso, toda a água do rio escoa dentro do reservatório e a liberação da água para jusante é feita através de descarregador de fundo e de vertedor de superfície, se houver necessidade. A Figura 1 mostra esquematicamente o funcionamento de um “piscinão”, tipo “in line”.

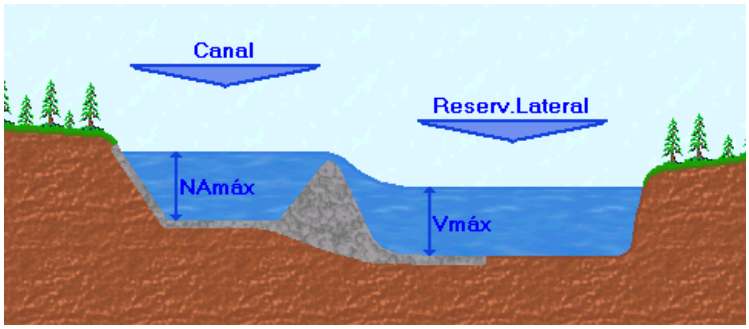
O outro é conhecido como “off line” e é executado na lateral do leito do rio. Neste tipo de “piscinões”, a partir de um determinado nível, uma parte da água do rio é desviada para o reservatório através de vertedor lateral. O excesso da água é armazenado temporariamente no piscinão e o retorno da água ao rio é feito posteriormente, de forma controlada, por gravidade ou por bombeamento. A Figura 2 mostra uma vista frontal de um “piscinão”, tipo “off line”.

Figura 1 –"Piscinão" tipo "in line"



Fonte: Emplasa (1985).

Figura 2 - Funcionamento de um "piscinão", tipo "off line"



Fonte: Oliveira et al. (1999).

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DOS COUROS

CARACTERISTICAS FÍSICAS DA BACIA

O Ribeirão dos Couros nasce no município de São Bernardo do Campo e deságua no Ribeirão dos Meninos, pela margem esquerda, logo após cruzar a Via Anchieta, na divisa entre os municípios de São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul. Tem como tributários principais os córregos Curral Grande e Taboão, ambos pela margem esquerda. A área da sua bacia de drenagem, na seção contígua à fábrica de DaimlerChrysler, é de aproximadamente 33,6 km^2.

Para efeito de cálculo hidrológico a bacia do Ribeirão dos Couros foi subdividida em 8 sub-bacias, cujas seções de controle coincidem com os locais dos piscinões existentes ao longo da bacia. Todas as características físicas da bacia foram levantadas a partir da carta editada na escala 1:10.000pelo GEGRAN (1974).

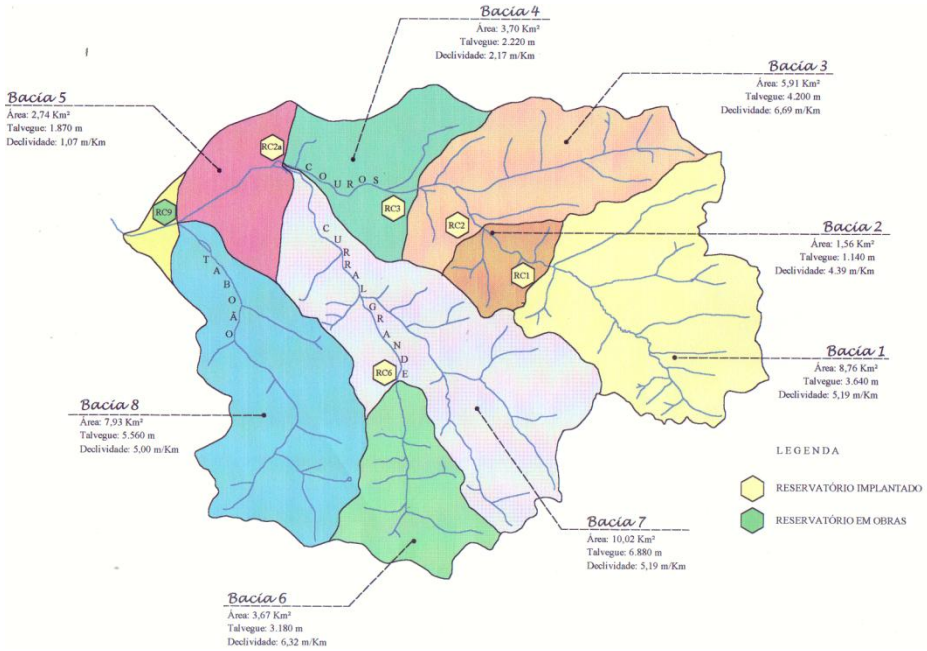
Como se trata de bacia estritamente urbanizada, utilizou-se, para o cálculo do tempo de concentração, o método cinemático que consiste em estimar este parâmetro a partir da velocidade média de escoamento na superfície da bacia. A experiência de diversos especialistas em drenagem urbana tem mostrado que a velocidade média na bacia predominantemente urbana é da ordem de 1,0 m/s. A Figura 3 mostra as oito sub-bacias consideradas no estudo e a localização dos "piscinões" e a Tabela 1 relaciona as principais características físicas das bacias.

Tabela 1 – Principais características físicas das oito sub-bacias

Sub-bacia	Seção de controle	Área de drenagem (km^2)	Comprimento do curso principal (m)	Declividade equivalente (m/m)	Tempo de concentração (min.)	Velocidade média (m/s)
1	RC1	8,76	3640	0,0052	60	1,01
2	RC2	1,56	1140	0,0044	20	0,95
3	RC3	5,91	4200	0,0067	70	1,00
4	RC2a	3,70	2220	0,0022	40	0,93
5	RC9	2,74	1870	0,0011	30	1,04
6	RC6	3,67	3180	0,0063	50	1,06
7	RC2a	10,02	6880	0,0069	100	1,15
8	RC9	7,93	5560	0,0050	90	1,03

Fonte: DAEE (2009)

Figura 3 – Sub-bacias consideradas no estudo



Fonte:elaborado pelo autor a partir do DAEE (2009)

"PISCINÕES" EM OPERAÇÃO NO RIBEIRÃO DOS COUROS

A Tabela 2 abaixo relaciona todos os "piscinões" em operação no Ribeirão dos Couros, com as suas características, a Figura 4 mostra a ilustração de alguns "piscinões" e a Figura 5 mostra a localização de cada um deles.

Tabela 2 –"Piscinões" em operação no Ribeirão dos Couros

Prefixo	Nome	Volume total (m^3)	Tipo
RC-1	Vila Rosa	113.450	"Off-line"
RC-2	Casa Grande	85.000	"Off-line"
RC-3	Mercedes/Diadema	140.000	"Off-line"
RC-6	Ecovias Imigrantes	120.000	"Off-line"
RC-2a	Mercedes Paulicéia	380.000	"Off-line"
RC-9	Ford	360.000	"Off-line"

Fonte: DAEE (2009)

Figura 4 - Ilustração de alguns "piscinões".



a) "Piscinão" Mercedes/Diadema (RC-3)



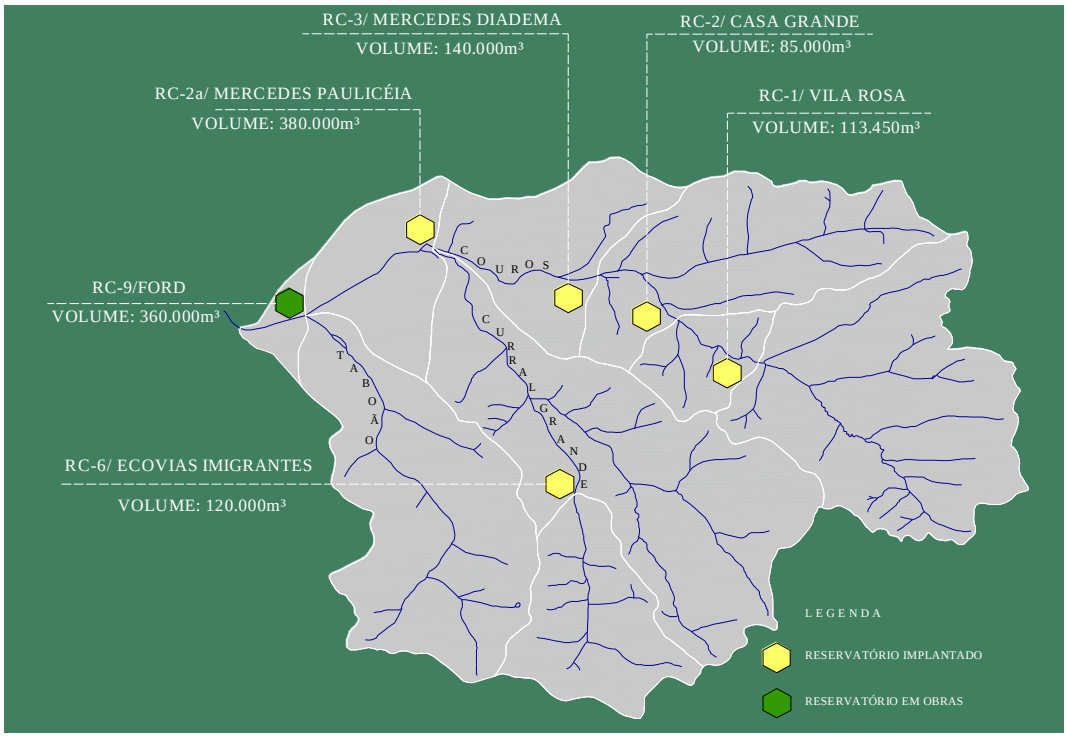
b) "Piscinão" Ecovias Imigrantes (RC-6)



c) "Piscinão" Ford (RC-9) em obras

Fonte: do autor

Figura 5 – Localização dos "piscinões" em operação no Ribeirão dos Couros.



Fonte:DAEE (2009)

METODOLOGIA

CÁLCULO DA VAZÃO DE PROJETO

Em face à ausência de registro de vazões nos locais de interesse, a vazão de projeto foi determinada pelo método do Soil Conservation Service (SCS) desenvolvido nos Estados Unidos, que consiste em transformar a chuva de projeto em vazão de projeto (Tucci, 1993). Para este cálculo, adotou-se o período de retorno de 50 anos, que é a recorrência recomendada nas literaturas de drenagem urbana, para o projeto de macrodrenagem.

CÁLCULO DA CHUVA DE PROJETO

A chuva de projeto foi obtida pela curva de intensidade, duração e frequência (I-D-F) definida por Martinez e Magni (1999) para a cidade de São Paulo, que é a mais próxima do local em estudo. Essa curva é representada pela seguinte equação:

$$i_{t,T} = 39{,}3015 \cdot (t+20)^{-0{,}9228} + 10{,}1767 \cdot (t+20)^{-0{,}8764} \cdot \left[-0{,}4653 - 0{,}8407 \ln \ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \quad \text{equação (1)}$$

onde:

$i_{t,T}$-intensidade da chuva, correspondente à duração t e período de retorno T (mm/min);

t -duração da chuva (min) em minutos;

*T - Pe*ríodo de retorno (anos).

DURAÇÃO DA CHUVA DE PROJETO

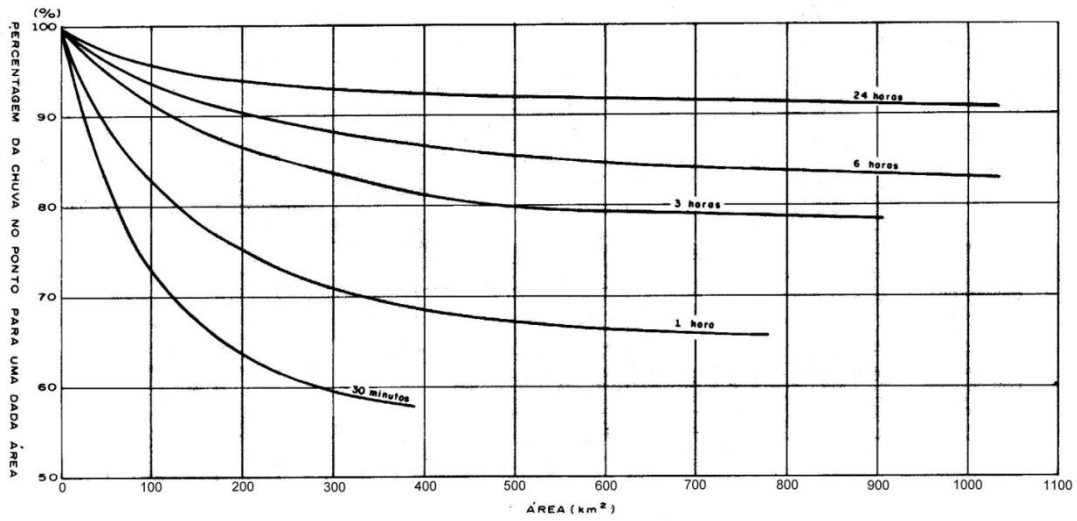
A duração da chuva de projeto foi adotada igual ao tempo de concentração da bacia, que, conforme o SCS, é a situação da chuva mais crítica em termos de intensidade média (Tucci, 1993).

Conforme pode se observar na Tabela 1, cada sub-bacia possui o seu tempo de concentração. No entanto, considerar que ocorre a chuva crítica em todas as bacias simultaneamente é uma situação totalmente irreal. Desta forma, adotou-se neste estudo, uma única chuva de projeto para todas as sub-bacias, que tem a duração igual ao tempo de concentração de toda a bacia do Ribeirão dos Couros.

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CHUVA

A chuva de projeto obtida pela equação (1) refere-se a um ponto, ou seja, ao local onde a equação foi definida. Para se considerar a chuva na área, o "Drainage Criteria Manual" de Denver sugere, para áreas de drenagem maiores que 25 Km², a aplicação de um coeficiente de distribuição espacial, que pode ser estimado a partir da curva elaborada por U.S. Weather Bureau (CETESB, 1986~~).~~

Figura 6 - Relação entre a chuva na área e a chuva no ponto



Fonte: CETESB (1986).

DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DA CHUVA DE PROJETO E CHUVA EXCEDENTE

A distribuição temporal desta chuva (geração do hietograma) foi efetuada pelo método dos blocos alternados, que torna a situação mais crítica em termos de intensidade (Tucci, 1993).

Para o cálculo da chuva excedente (aquela que escoa superficialmente), foi utilizado o método da curva CN do Soil Conservation Service (SCS), que é representado pela seguinte equação:

$$Pe_{ac} = \frac{(P_{ac} - 0{,}2 \cdot S)^2}{P_{ac} + 0{,}8 \cdot S} \qquad \text{equação (2)}$$

para $P_{ac} \geq 0{,}2.S$

onde:

Pe_{ac}-chuva excedente acumulada (mm);

P_{ac} -precipitação acumulada (mm);

S -retenção potencial do solo (mm), dependente do tipo de solo.

OBS: 0,2.S é uma estimativa das perdas iniciais (interceptação e retenção), sendoa relação entre S e CN (número de curva) dada por:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \qquad \text{equação (3)}$$

onde:

CN -parâmetro que depende de 3 fatores: umidade antecedente, tipo e ocupação do solo. O seu valor varia entre 0 e 100. Quanto maior o valor do CN, menor é a capacidade de infiltração, ou seja, a chuva que escoa superficialmente (excedente) será maior.

MÉTODO DO HIDROGRAMA TRIANGULAR DO SCS

Para a transformação do hietograma de projeto em vazão de projeto foi empregado o método do hidrograma triangular do Soil Conservation Service (SCS), descrito a seguir.

O método do SCS admite que o hidrograma de projeto apresenta forma triangular (Tucci et al., 1995), valendo a seguinte relação:

$$t_b = 2{,}67.t_a \qquad \text{equação (4)}$$

onde:

t_b-tempo de base do hidrograma (horas);

t_a-tempo de ascensão do hidrograma (horas), dado por

$$t_a = t_p + \frac{D}{2} \qquad \text{equação (5)}$$

onde:

D- duração da chuva excedente (horas);

t_p- tempo de retardamento da bacia (horas).

OBS: o tempo de retardamento é o intervalo de tempo entre instante correspondente a metade da duração da chuva e o instante do pico do hidrograma; o t_p pode ser obtido da seguinte forma:

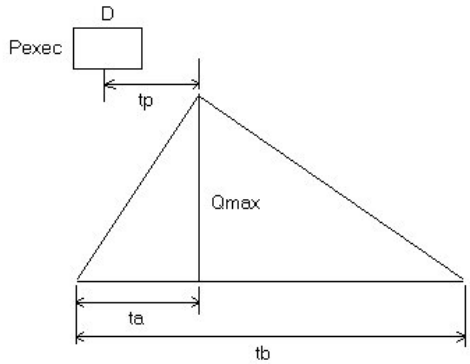
$$t_p = 0{,}6.t_c \qquad \text{equação (6)}$$

onde:

t_c-tempo de concentração da bacia (horas).

O aspecto do hidrograma triangular do SCS é mostrado na Figura 7 abaixo.

Figura 7 - Hidrograma triangular do SCS



Fonte: Tucci et al. (1995).

Conhecida a área do triângulo, que corresponde ao volume d'água precipitado sobre a bacia (P_{ex} x A.D.), e o tempo da base, pode-se determinar a vazão de pico. O método admite que cada chuva excedente gera um hidrograma unitário triangular, com sua correspondente vazão de pico. A vazão máxima é obtida pela composição de todos os hidrogamas unitários.

VAZÃO DE ESCOAMENTO NO CANAL

A verificação da capacidade de escoamento do canal foi feita nas seções contíguas ao pátio industrial da DaimlerChrysler (Figura 8), com o objetivo de averiguar a possibilidade de extravasamento com a ocorrência da cheia de projeto.

Figura 8 - Seção adjacente ao pátio industrial de DaimlerChrysler, vista de jusante para montante



Fonte: do autor

Admitiu-se, para facilitar o cálculo, que o escoamento do rio no trecho em questão ocorre em regime uniforme. De acordo com a fórmula de Chézy com coeficiente de Manning, a vazão em um canal uniforme pode ser determinada pela seguinte equação (Porto, 2006):

$$Q = \frac{\sqrt{I}}{n} A \cdot R_H^{2/3} \qquad \text{equação (7)}$$

onde:

n - coeficiente de rugosidade de Manning do canal;

Q- vazão (m^3/s);

A- Àrea molhada (m^2);

R_H - raio hidráulico (m);

I - declividade do fundo do canal (m/m).

RESULTADOS OBTIDOS

Com o objetivo de verificar o efeito dos "piscinões", realizaram-se duas simulações para o cálculo da vazão de projeto: a primeira não considerando a existência de"piscinões" e a outra, considerando todos os "piscinões" do Ribeirão dos Couros em operação.

Para efetuar esta simulação, foi empregado o modelo ABC6 – Análise das Bacias Complexas, desenvolvido pelo LabSid do Departamento da Engenharia Hidráulica da Escola Politécnica(Oliveira et al., 1999).

CHUVA DE PROJETO

Fazendo a composição dos tempos de concentração de todas as sub-bacias, desde a cabeceira até a seção adjacente ao pátio industrial da DaimlerChrysler, resultou um valor de 2,5 horas, que foi adotado como a duração da chuva de projeto.

Substituindo essa duração e períodos de retorno de 50 anos na equação (1), obtém-se a altura pluviométrica de 99,3 mm. Cabe lembrar que tal valor foi obtido baseando-se em dados pontuais. Conforme a Figura 6, para a área de 33,6 km² e chuva de 2,5 horas de duração, o valor do coeficiente de distribuição espacial é da ordem der 0,95. Multiplicando a chuva de projeto pontual por este fator, chega-se, finalmente, à altura pluviométrica da chuva de projeto na bacia do Ribeirão dos Couros: **94,3 mm**.

A geração do hietograma de projeto foi efetuada pelo método dos blocos altermados, conforme citado anteriormente. Para a aplicação deste método, a chuva de projeto, com 2,5 horas de duração, foi discretizada em 10 intervalos de 15 minutos.

A identificação da ocupação na bacia do Ribeirão dos Couros foi realizada por meio de imagens de satélite do Google® e validada pela experiência de campo dos técnicos do CTH/DAEE.

A Tabela 3 mostra a taxa de ocupação predominante na bacia e o correspondente valor do CN sugerido pelo SCS. Para o cálculo hidrológico, foi adotado o valor de CN igual a **86**, que corresponde à média ponderada dos cinco valores.

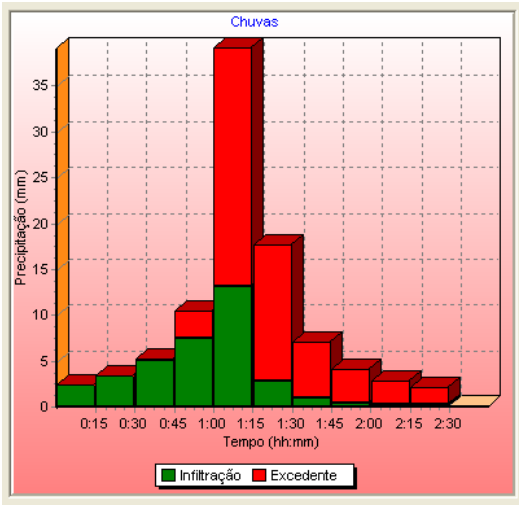
Tabela 3 – Taxa de ocupação da bacia do Ribeirão dos Couros e os respectivos valores de CN

Tipo de ocupação	Valor médio do *CN*	Taxa de ocupação (%)
Uso residencial	76	5
Ruas e estradas	90	25
Áreas comerciais	92	30
Áreas industriais	88	25
Áreas abertas	65	15

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 8 apresenta o hietograma de projeto gerado pelo modelo ABC6, destacando as chuvas infiltradas e excedentes.

Figura 8 - Aspecto do hietograma de projeto



Fonte:elaborado pelo autor utilizando o modelo ABC6.

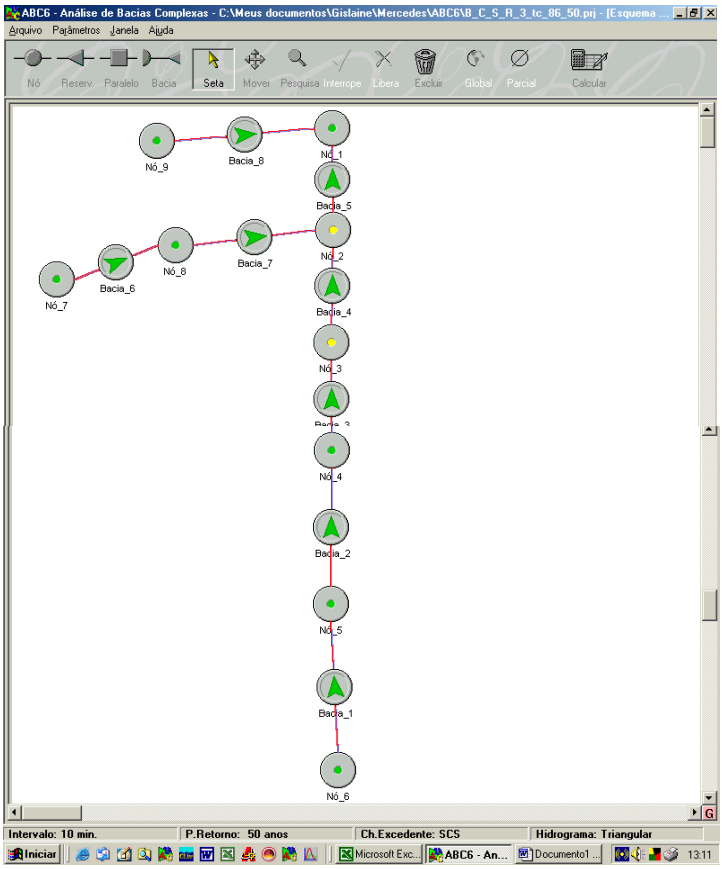
Conforme a Figura 8, a chuva excedente é nula nos três primeiros intervalos, pois toda a chuva precipitada infiltra no solo. O hidrograma de projeto é a composição de hidrogramas parciais, gerados por sete chuvas excedentes.

RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

Conforme já citado, a simulação foi realizadapara duas situações: (1ª) Sem considerar os "piscinões"; (2ª) Considerando todos os "piscinões" em operação (situação atual).

Para essa simulação, o modelo ABC6 representa a bacia do Ribeirão dos Couros e suas sub-bacias conforme mostradana Figura 9.

Figura 9 - Representação da bacia do Ribeirão dos Couros no modelo ABC6.



Fonte: elaborado pelo autor utilizando o modelo ABC6.

Conforme apresentado anteriormente, todos os "piscinões" construídos no Ribeirão dos Couros são do tipo "off line", que necessita de algumas hipóteses simplificadoras. Admitiram-se três hipóteses para esta simulação:

1ª) O vertedor lateral, por onde ocorre a entrada de água nos piscinões, tem capacidade suficiente para suportar a cheia de projeto até o enchimento completo;

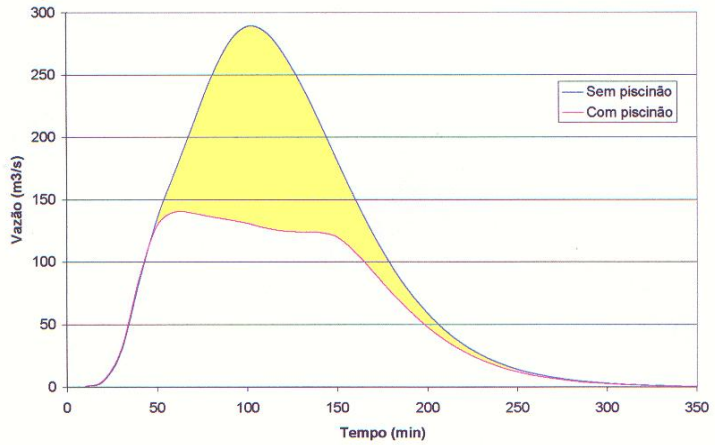
2ª) Os "piscinões" recebem a água da enchente até o enchimento total; uma vez atingida a capacidade máxima, toda a água da enchente vai escoar pelo canal do rio;

3ª) No início da simulação, já existe água em todos os "piscinões", remanescente da chuva anterior que ainda não foi esgotada (adotado 5% da sua capacidade total).

O modelo ABC6 forneceu as seguintes vazões de pico no Ribeirão dos Couros, na seção contígua a DaimlerChrysler, para as duas situações: **289 m³/s**, sem considerar o efeito dos "piscinões", e **140 m³/s,** considerando todos os "piscinões" em operação., O aspecto dos dois hidrogramas está mostrado na Figura 10. Nesta figura, a área em amarelo corresponde ao volume total de chuva que fica retido temporariamente em todos os "piscinões", que é de aproximadamente 700.000 m³. Este resultado mostrou que, mesmo que os "piscinões" estejam ocupados pela água remanescente da chuva anterior, em cerca de 15% do seu volume

total, de 1.198.450 m^3, eles têm poder de amortecer em 50% o pico de enchente, correspondente ao período de retorno de 50 anos.

Figura 10 – Aspecto dos hidrogramas de projeto, com e sem o efeito dos "piscinões".



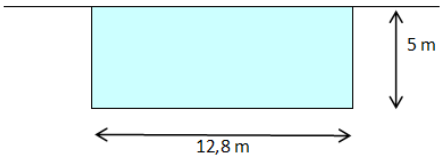
Fonte:elaborado pelo autor utilizando o modelo ABC6.

VERIFICAÇÃO DO CANAL

A verificação da capacidade de escoamento do canal foi feita nas seções contíguas ao pátio industrial da DaimlerChrysler, com o objetivo de averiguar a possibilidade de extravasamento com a ocorrência da cheia de projeto.

No trecho em referência, que tem extensão aproximada de 500 metros, o canal apresenta uma única seção, de forma retangular, com 12,80 m de largura e 5,0 m de altura, conforme ilustrado na Figura 11.

Figura 11 – Seção transversal do Ribeirão dos Couros.



Fonte: do autor.

Nesta verificação, calculou-se a capacidade de escoamento do canal quando a altura da lâmina d'água atingir exatamente a altura do canal (5,0 m), que é a situação limite para não ocorrer o transbordamento.

Adotou-se o coeficiente de rugosidade de Manning, conforme sugerido por Porto(2006): n = 0,030 para o fundo do canal (pedregulho) e n = 0,025 para a parede lateral (concreto jateado).A declividade foi obtida através de levantamento de campo:I = 0,0016 m/m

Entrando com as características da seção do rio na equação (7), resulta a capacidade máxima de escoamento na seção considerada, que é de **182 m³/s**.

Apresenta-se, a seguir, a comparação deste valor com as vazões de projeto obtidas nas duas simulações:

- Q_{max1} = 289 m³/s (vazão de projeto para TR = 50 anos, não considerando os "piscinões").

Como a vazão resultante é maior que a capacidade do canal, haveria transbordamento na seção adjacente a DaimlerChrysler. A determinação do nível máximo do rio fica inviável, tendo em vista a perda da relação "cota x vazão" após o extravasamento.

- Q_{max2} = 140 m³/s (vazão de projeto para TR = 50 anos, considerando todos os "piscinões" em funcionamento).

Trata-se de situação real, uma vez que todos os "piscinões" relacionados neste artigo estão em operação. Neste caso, a vazão de projeto é menor que a capacidade do canal, em virtude do amortecimento do pico da cheia em

diversos "piscinões". Considerando o escoamento em regime uniforme, o nível d´água no canal poderá atingir 4,5 metros com a vazão de 140 m³/s, ou seja, haverá ainda uma folga de 0,5 metro até iniciar o transbordamento.

Somente para a situação atual, que considera todos os "piscinões" em operação, realizou-se a estimativa da vazão e da linha d´água no Ribeirão dos Couros para ondas de cheias correspondentes aos vários períodos de retorno superior ao de projeto (50anos).

A aplicação da equação (7) mostrou que a calha principal do Ribeirão dos Couros, em frente a DaimlerChrysler tem a capacidade de suportar, sem causar o transbordamento, uma onda de cheia que corresponde a aproximadamente 60 anos de recorrência.

CONCLUSÃO

Baseado nos resultados de simulações realizadas neste estudo, pode se concluir que a seção do Ribeirão dos Couros, em frente ao complexo industrial de DaimlerChrysler, suporta a vazão correspondente ao período de retorno de até 60 anos, tendo em vista a eficácia dos "piscinões" construídos ao longo deste rio e seu tributário. Desta forma, pode-se afirmar que o risco de ocorrer inundação causada pelo extravasamento do Ribeirão dos Couros é relativamente baixo (menor que 2%).

Tal fato pode ser reforçado pela visita "in loco", realizada pelos técnicos de hidrometria do CTH/DAEE, que acompanharam a subida do nível do rio em alguns eventos chuvosos que ocorreram em novembro de 2006. As chuvas ocorridas neste período podem ser consideradas de recorrência relativamente elevada, já que houve transbordamento em algumas seções do Ribeirão dos Couros, inclusive na seção sob a Via Anchieta que teve uma das suas pistas alagadas.

Cabe ressaltar, no entanto, que esta afirmação é válida desde que a prefeituras locais deem manutenção contínua e permanente a todos os "piscinões". A falta de limpeza e manutenção dos "piscinões" pode reduzir a capacidade de retenção prevista no projeto e comprometer a sua eficácia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CETESB. Drenagem urbana: manual de projeto. São Paulo: CETESB, 3ª ed., 464 p.,1986.

2. CHOW, V.T. Handbook of Applied Hydrology. MacGraw-Hill,1964.

3. DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. Plano diretor de macrodrenagem. Site www.daee.sp.gov.br, 2009.

4. MARTINEZ JR., F.M. & MAGNI, N.L.G. Equações de chuvas intensas do estado de São Paulo. Convênio DAEE/USP,1999.

5. OLIVEIRA, C.P.M.; PORTO, R.L.L., ZAHED FILHO, K.; ROBERTO, A.M.ABC6, um sistema de suporte a decisões para análise de cheias em bacias complexas.Manual do usuário, LABSID/EPUSP,1999.

6. PORTO, R.M. Hidráulica Básica. 4ºed. São Carlos: EESC-USP,2006.

7. SÃO PAULO (Estado). EMPLASA. O problema de inundações na GSP: situação atual e implementação de diretrizes metropolitanas. São Paulo, 1985. 152p., il. Graf., tab., mapas.

8. SÃO PAULO (Estado). Grupo Executivo da Grande São Paulo – GEGRAN.**Sistema Cartográfico Metropolitano da Grande São Paulo**. Escala 1:10.000,1974.

9. TUCCI, C.E.M. (organizador). Hidrologia - Ciência e Aplicação. ABRH, 943 p., 1993.

10. TUCCI, C.E.M., PORTO, R.L.L & BARROS, M.T.L. Drenagem Urbana. Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS,1995.

11. VILLELA, S. M. & MATTOS, A. Hidrologia Aplicada. McGraw-Hill, 245 p.,1975.