Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

AESABESP 40 Anos
Associação dos Engenheiros da Sabesp

37ETC-07269

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

Paulo Takashi Nakayama
José Mendes de Lima Neto

INTRODUÇÃO

O crescimento da indústria automobilística no ABC paulista nas últimas quatro décadas intensificou a impermeabilização das bacias do Rio Tamanduateí e seus tributários. Essa mudança elevou a frequência de inundações na área, levando o poder público a construir obras de drenagem, a exemplo dos reservatórios de detenção (piscinões).

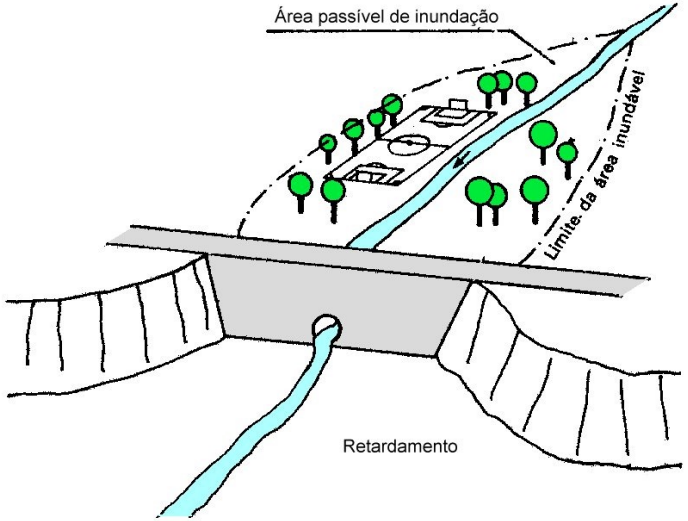
OBJETIVO

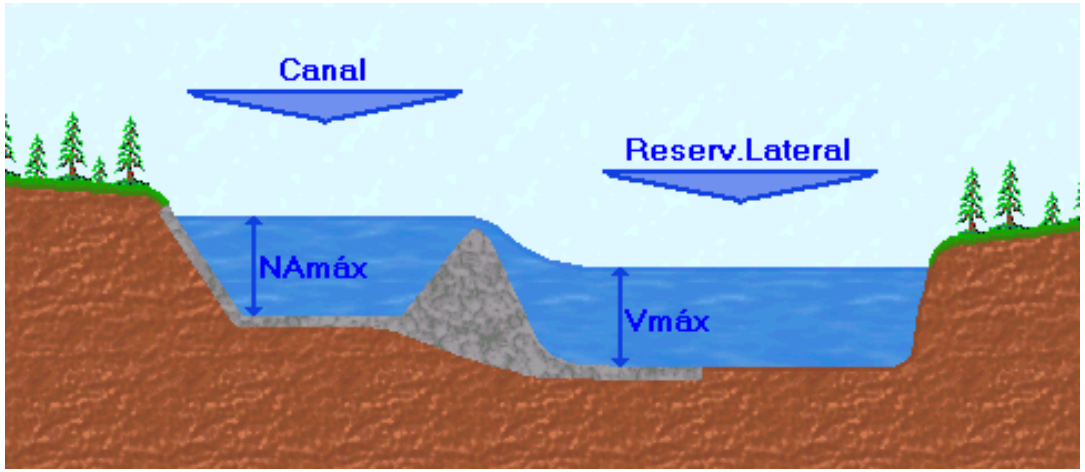
Demonstrar a eficiência dos reservatórios de detenção implantados ao longo do ribeirão dos Couros, tomando como controle a seção adjacente ao complexo industrial da DaimlerChrysler, localizado na cidade de São Bernardo do Campo, região do ABC, Estado de São Paulo.

RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO (PISCINÕES)

Os piscinões permitem atenuar o pico de cheia e evitar ou reduzir os danos que poderiam ser causados pelas inundações.

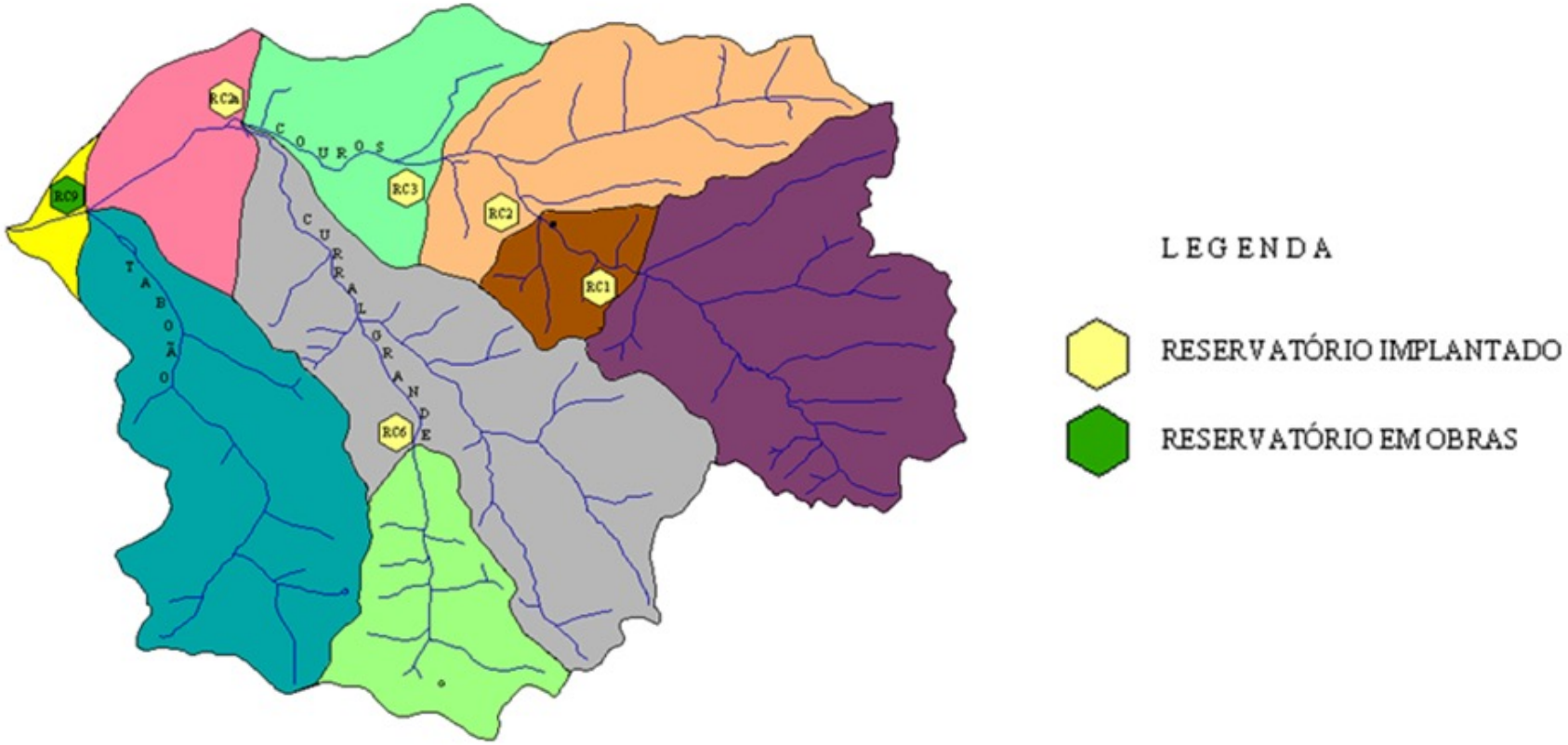
Tipos de reservatório de detenção: (a) "***in line***" - executado no próprio leito do rio; toda a água do rio escoa dentro do reservatório e a liberação da água para jusante é feita através de descarregador de fundo; (b) "***off line***" - executado na lateral do leito do rio; a partir de um determinado 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 por bombeamento.





CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

✓ A área em estudo compreende a bacia hidrográfica do ribeirão dos Couros (≈ 33,6 km²). O ribeirão dos Couros nasce na cidade de São Bernardo do Campo e deságua no ribeirão dos Meninos, na divisa entre as cidades de São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul;



Neste estudo, a bacia foi subdividida em 8 sub-bacias, cujas seções coincidem com os locais dos piscinões existentes e em funcionamento.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

✓ Principais características físicas das oito sub-bacias:

Sub-bacia	Seção de controle	Área de drenagem (km²)	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

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

✓ Piscinões em operação no ribeirão dos Couros:

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



RC-3

RC-6





RC-9

DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE PROJETO

✓ Dados e considerações iniciais:

Período de retorno adotado	50 anos
Duração da chuva de projeto	2,5 h. Duração igual ao tc de toda a bacia do ribeirão dos Couros. Considerou-se uma única chuva para todas as sub-bacias
Chuva de projeto	Calculada a partir da equação IDF para a cidade de SP definida por Martinez e Magni (1999)
Distribuição temporal	Metodologia dos Blocos Alternados. Discretização em 10 intervalos de 15 minutos
Chuva excedente	Metodologia do SCS
Ocupação da bacia	Imagens de satélite e visitas de campo
Valor do CN adotado	86
Método de transformação Chuva-Vazão	Metodologia do hidrograma triangular do SCS

DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE PROJETO

✓ Simulações realizadas:

Dois cenários:

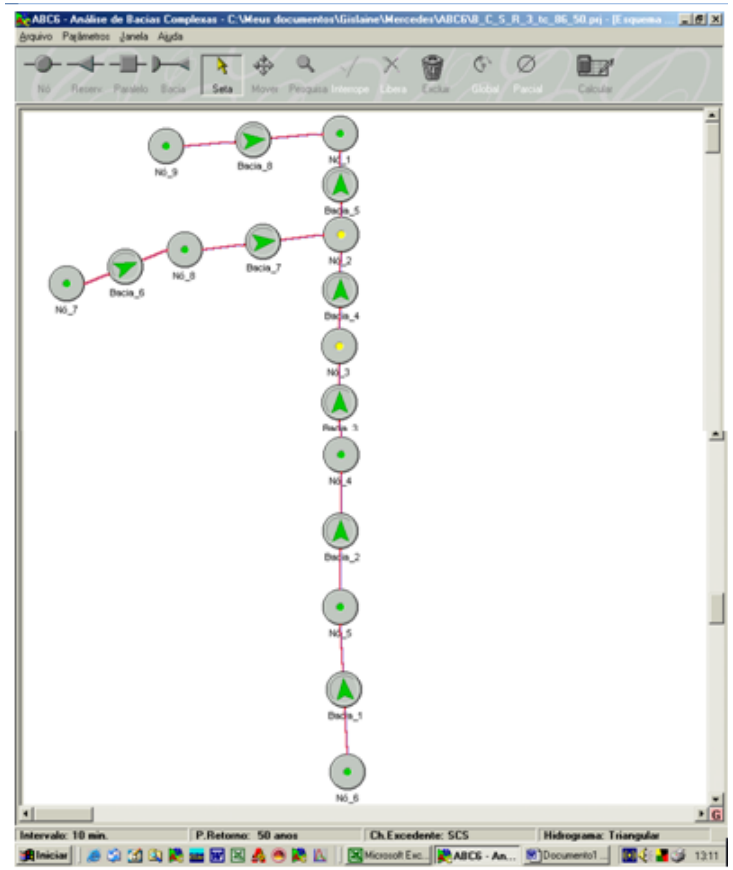
- I – Não foi considerada a existência dos piscinões
- II – Foram considerados todos os piscinões do ribeirão dos Couros em operação, que corresponde à situação real

Para os dois cenários a vazão de projeto foi determinada na seção adjacente ao pátio industrial da Daimler-Chrysler. Considerou-se a ocupação atual da bacia.

Ferramenta de cálculo:

Modelo ABC6 – Desenvolvido pelo Labsid da Poli/USP

Representação da bacia no modelo:



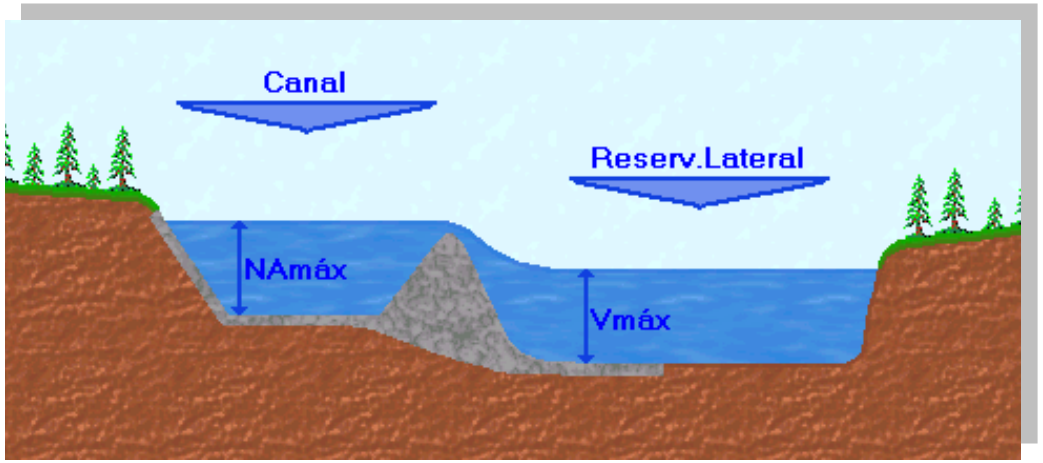
DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE PROJETO

✓ Hipóteses simplificadoras dos piscinões do tipo *offline*

1 - Vertedor Lateral, por onde ocorre a entrada de água nos piscinões, tem capacidade suficiente para suportar a cheia de projeto até o enchimento completo;

2 - Os piscinões recebem a água da enchente até o enchimento total. Uma vez atingida a capacidade máxima, toda a água da enchente escoará pelo canal do rio;

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

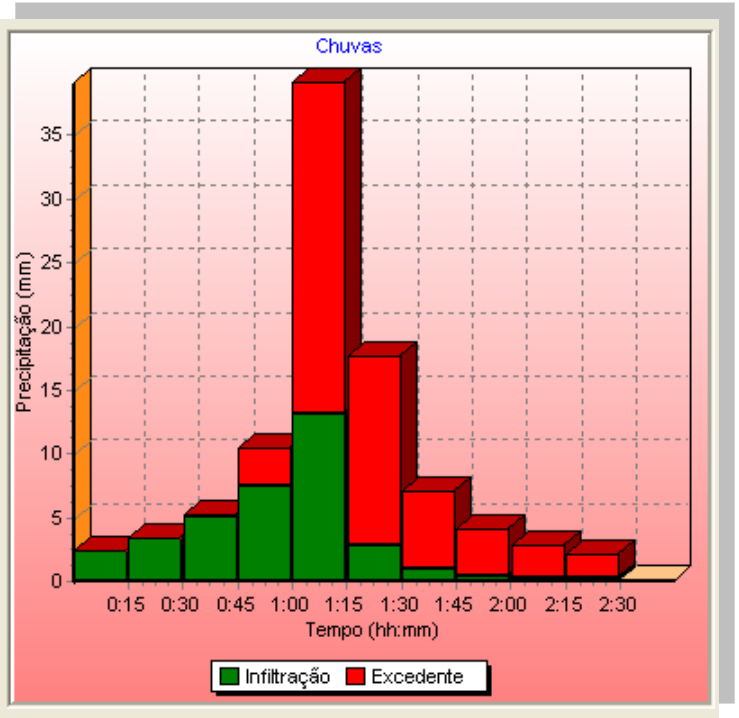


Funcionamento de um piscinão, tipo *offline*.

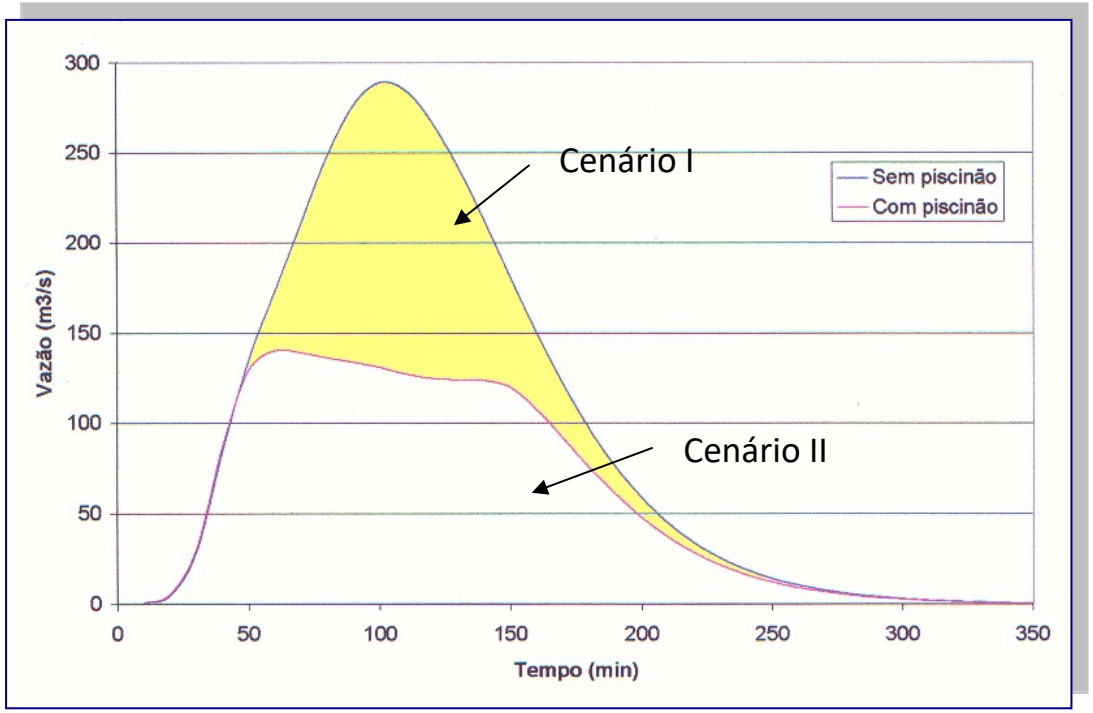
RESULTADOS OBTIDOS

Para T = 50 anos e tc = 2,5 h a altura pluviométrica (P) calculada a partir da equação IDF é de 99,3mm. Para considerar o efeito da distribuição espacial foi adotado o coeficiente de redução de 0,95 (*Drainage Criteria Manual of Denver*) resultando uma P = 94,3mm.

✓ Hietograma resultante:



✓ Hidrograma resultante:



RESULTADOS OBTIDOS

Cenário I	**Q=289 m³/s**
Cenário II	**Q=140 m³/s** ▪ **Volume retido temporariamente em todos os piscinões, aproximadamente 700.000 m³ (representado pelo sombreado amarelo);** ▪ Este resultado mostra que mesmo que os piscinões estejam ocupados pela água remanescente da chuva anterior (cerca de 5% do seu volume total de 1.198.450 m³) eles conseguem amortecer o pico da enchente em 50% para o T considerado de 50 anos.

RESULTADOS OBTIDOS

✓ **Verificação do canal, para averiguar a possibilidade de extravasamento com a ocorrência da cheia de projeto:**



Seção adjacente ao pátio industrial de DaimlerChrysler, vista de jusante para montante.

RESULTADOS OBTIDOS

✓ **Verificação do canal, para averiguar a possibilidade de extravasamento com a ocorrência da cheia de projeto:**

- Hipótese de cálculo: escoamento em regime uniforme, emprego da fórmula de Chezy com o coeficiente de Manning;
- Parâmetros de cálculo adotados: n = 0,030 para o fundo do canal (pedregulho) e n = 0,025 para as paredes laterais (concreto jateado), i = 0,0016 m/m (levantamento de campo);
- Admitiu-se como capacidade máxima do trecho a altura da lâmina d'água de 5,00 m (igual a altura do canal), situação limite para não ocorrer transbordamento, correspondente à vazão Q = 182 m³/s.

RESULTADOS OBTIDOS

✓ Comparação da capacidade máxima e as vazões de projeto para os dois cenários adotados::

Cenário I	Q_p=289 m³/s. Como Q_p=289 m³/s > Q=182 m³/s → transbordamento, a determinação do N.A. Máx. é inviável, visto a perda da relação "cota-vazão" após o transbordamento.
Cenário II	Q_p=140 m³/s, correspondente ao N.A. = 4,50 m. Q_p=140 m³/s < Q=182 m³/s em virtude do amortecimento do pico de cheia em diversos piscinões → folga de 0,50 m até iniciar o transbordamento.

CONCLUSÕES

- Considerando o regime uniforme, para o Cenário II, verificou-se que a calha principal do Ribeirão dos Couros, em frente a DaimlerChrysler tem capacidade de suportar, sem causar transbordamento, uma onda de cheia que corresponde a aproximadamente 60 anos de recorrência.

- O risco de ocorrer inundação causada pelo transbordamento do ribeirão dos Couros é relativamente baixo (cerca de 2%). Em visitas ao local, os técnicos de hidrometria acompanharam a subida do nível do rio em novembro de 2006, quando chuvas consideradas de recorrência relativamente elevada aconteceram.

- Estas conclusões são válidas desde que as prefeituras locais dêem manutenção contínua e permanente de todos os piscinões. A falta de limpeza e manutenção dos piscinões pode reduzir a capacidade de retenção prevista no projeto e comprometer sua eficácia.

Obrigado!

Paulo Takashi Nakayama
paulo.nakayama2@gmail.com
(11) 99857-5941

Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

AESABESP 40 Anos
Associação dos Engenheiros da Sabesp

Coautores

José Mendes de Lima Neto
jmnino13@yahoo.com.br