

# MONITORAMENTO DE UMA TRINCHEIRA DE INFILTRAÇÃO INSTALADA EM LOTE RESIDENCIAL PARA CONTROLE DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL.

*Juliana Pontes Machado de Andrade<sup>1</sup>, Melissa Cristina Pereira Graciosa<sup>2</sup>, Alfredo Akira Ohnuma Junior<sup>3</sup> e Eduardo Mario Menciondo<sup>4</sup>.*

**RESUMO** --- A infiltração das águas de chuva nos lotes urbanos em que são geradas é uma forma de promover o controle do escoamento superficial na origem, visando o gerenciamento das águas pluviais urbanas e atenuação das cheias. Conforme sugerido por Graciosa (2005), o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de uma trincheira de infiltração instalada em um lote residencial em condições reais de operação. Foram monitorados o nível no ponto final da mesma e a precipitação no local, além do nível em uma caixa de passagem a jusante da trincheira. Foram observadas mudanças de nível na trincheira, de modo que se pode inferir que houve infiltração na mesma. A partir dos resultados percebem-se também as incertezas quando se trabalha com as condições reais do lote. São recomendadas mudanças metodológicas para o cálculo de volumes do balanço hídrico para que este consiga representar melhor o observado em campo. Os resultados mostraram-se favoráveis no sentido de reduzir parcialmente o volume de água de chuva encaminhado para a rede de drenagem. Espera-se que os resultados auxiliem nos processos de planejamento, projeto e dimensionamento de sistemas de infiltração de águas de chuva por meio de trincheiras.

**ABSTRACT** --- Stormwater infiltration at residential urban lots is a manner to provide the runoff source control, in order to manage urban drainage and to attenuate floods. As suggested in Graciosa (2005), the main objective of this work was to evaluate the real operational conditions of an infiltration trench, that was installed at a residential lot where water level and precipitation measurements were conducted in order to evaluate the performance of the trench during rainfall events. Water level changes were observed, that conducts to know that infiltration occurred in the trench. Based on the results, uncertainties were noticed in the system operational conditions. Methodological changes are recommended in order to provide the water balance computation and to represent better the observed conditions. The results were goods on reducing partially the stormwater volume conducted to the drainage network. The results can help on planning, project and sizing processes of stormwater infiltration systems using trenches.

**Palavras-chave** --- Trincheiras de infiltração; controle na fonte; escala de lote.

---

1) Pesquisadora colaboradora. Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. e-mail: [juli.pma@gmail.com](mailto:juli.pma@gmail.com) 2) Doutoranda. Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. e-mail: [melissa.graciosa@gmail.com](mailto:melissa.graciosa@gmail.com); 4) Doutorando. Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. e-mail: [aaoj@sc.usp.br](mailto:aaoj@sc.usp.br) 3) Professor, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. e-mail: [emm@sc.usp.br](mailto:emm@sc.usp.br).

## 1 – INTRODUÇÃO

O controle do escoamento na origem de sua formação, por meio da infiltração nos lotes urbanos, vem sendo progressivamente incorporado às práticas de drenagem urbana, como forma de promover a redução de picos e volumes de cheia. Neste contexto, as trincheiras de infiltração são sistemas instalados nos lotes com o objetivo de captar, armazenar e infiltrar as águas precipitadas. Estes sistemas de controle do escoamento, chamados sistemas de controle na origem, vêm sendo objeto de pesquisa e

têm sido implementados com êxito em diversas bacias hidrográficas em todo o mundo (*Graciosa, 2005*). No entanto, ainda existem lacunas a serem preenchidas, com relação aos aspectos de dimensionamento, construtivos e de eficácia de tais soluções.

As trincheiras de infiltração são frestas no solo, preenchidas com brita, que têm a função de drenar as águas pluviais, armazená-las e, em seguida, infiltrá-las (*Mikkelsen e Jacobsen, 1993*). São longas e estreitas, para reduzir a área de base, supostamente obstruída por partículas suspensas na água, em um processo chamado colmatção, e aumentar a relação entre a área efetiva de infiltração (os lados) e o volume de armazenamento (*Mikkelsen et al., 1996*). Esta geometria é também adequada ao melhor aproveitamento da área em planta. Para evitar a colmatção é feito o revestimento da trincheira com uma manta geotêxtil. O objetivo é reduzir os volumes e retardar os picos dos hidrogramas. Como vantagem adicional pode-se obter a recarga do aquífero. As principais causas de falha deste tipo de estrutura são a colmatção e a falta de manutenção ou manutenção inadequada.

Alguns estudos foram feitos no Brasil com trincheiras de infiltração. *Souza (2002)* monitorou o funcionamento de trincheiras experimentais, instaladas no campus da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, durante 33 meses. O estudo considerou critérios de dimensionamento, avaliação do desempenho, colmatção e análise de custos. Durante o período de observação, não foram registradas vazões excedentes à capacidade das trincheiras, embora tenham sido observados eventos de chuva de períodos de retorno superiores aos de projeto.

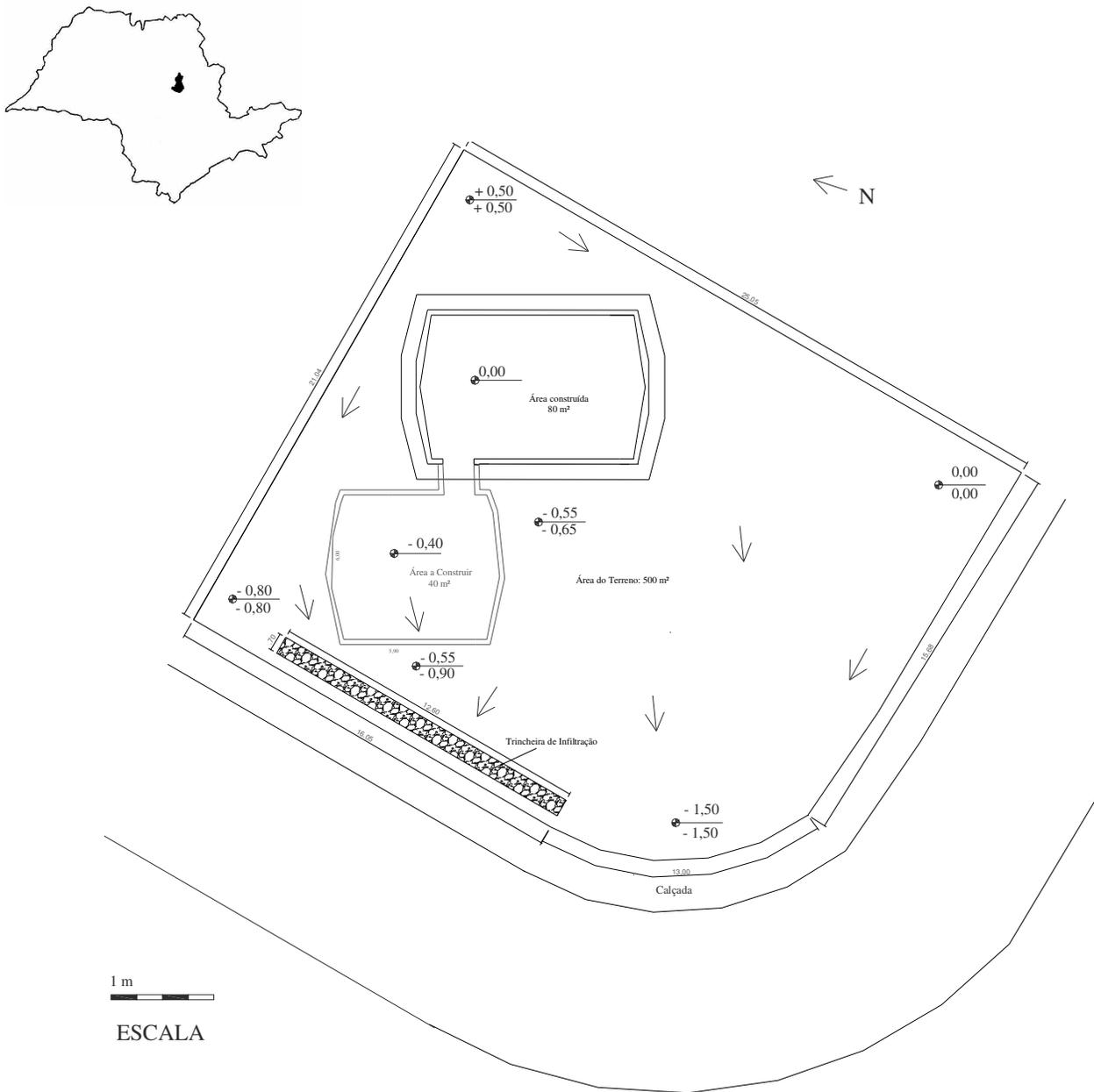
*Graciosa (2005)* monitorou trincheiras experimentais na cidade de São Carlos – SP, em dois solos distintos, com maior e menor porcentagem de areia. As trincheiras instaladas nos dois solos responderam bem à simulação de eventos isolados e apresentaram boas taxas de infiltração. Neste trabalho, *Graciosa (2005)* recomendou, para a avaliação da eficiência das trincheiras na redução do escoamento superficial, que fossem realizados experimentos com trincheiras em condições reais de operação, em lotes urbanos. Neste sentido, como parte de um projeto integrado de monitoramento hidrológico de tecnologias compensatórias em escala de lote, foi instalada uma trincheira de infiltração, conforme dimensionamento apresentado por *Graciosa (2007a)*. No presente trabalho, são apresentados os resultados do monitoramento desta trincheira ao longo de uma estação chuvosa.

## **2 – OBJETIVO**

Avaliar o funcionamento de uma trincheira de infiltração em condições reais de operação em um lote residencial urbano.

## **3 – METODOLOGIA**

O Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, por meio do Núcleo Integrado de Bacias Hidrográficas (NIBH), mantém desde 2005 o monitoramento hidrológico de um lote experimental urbano. A finalidade é estudar a viabilidade de um sistema drenagem inteligente que consta de trincheira de infiltração, reservatórios com sistema biodigestor de tratamento do esgoto sanitário para reúso e telhado verde. O lote de 500 m<sup>2</sup> é ocupado para fim residencial, com área impermeável de 120 m<sup>2</sup>. A **Figura 1** ilustra o lote experimental, a localização de São Carlos no estado de São Paulo e indicação em planta da trincheira de infiltração.



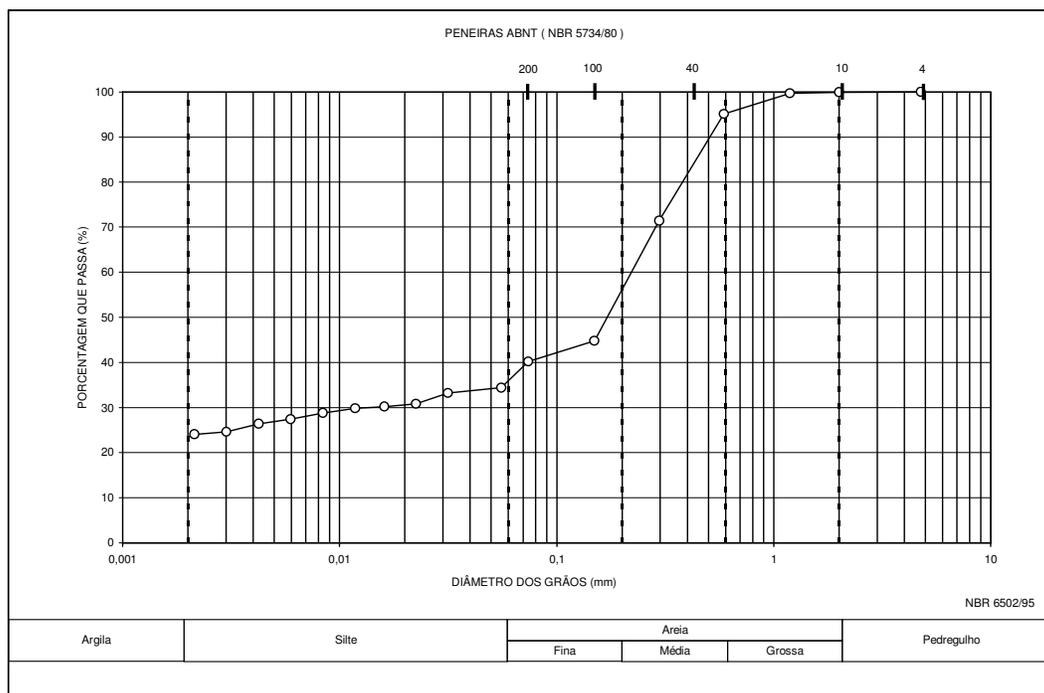
**Figura 1 – Lote experimental com localização da trincheira de infiltração.**

### 3.1 – Caracterização do solo

Foi feita a análise granulométrica conjunta do solo, conforme NBR-6502 e NBR-5734/80, que revelou em sua composição 64% de areia. A composição granulométrica do solo é apresentada na **Tabela 1** e na **Figura 2**.

**Tabela 1 – Composição granulométrica do solo do lote.**

Solo	%
AREIA GROSSA	5,0
AREIA MÉDIA	38,0
AREIA FINA	21,0
SILTE	11,9
ARGILA	24,1



**Figura 2 – Composição granulométrica do solo onde está instalada a trincheira.**

Conforme a composição granulométrica obtida, o solo foi classificado como “*areia média a fina marrom claro*”. Conforme constatado por *Graciosa (2005)*, em experimentos de campo com trincheiras de infiltração em duas areias distintas (fina e média), a composição granulométrica de diferentes solos arenosos apresentou pouca interferência na taxa de infiltração da trincheira. No entanto ainda não se conhecem estudos do funcionamento de trincheiras em solos argilosos.

### 3.2 – Características da trincheira

O dimensionamento da trincheira está detalhado em *Graciosa e Mendiondo (2007a)*, sendo resumidamente apresentado a seguir. A metodologia utilizada foi proposta em *Graciosa (2005)* e

Graciosa et al. (2007b e 2007c), com base no balanço hídrico no interior da trincheira, sendo o volume de entrada estimado com base na chuva de projeto obtida pela curva idf da cidade de São Carlos (Barbassa, 1991) e o volume de saída estimado com base na taxa de infiltração fornecida pelo modelo de Philip.

$$V_{\text{trincheira}} = \frac{[(V_{\text{entrada}}) - (V_{\text{infiltrado}})]}{\phi} \quad (1)$$

Em que:  $V_{\text{trincheira}}$  é o volume da trincheira [ $\text{m}^3$ ];  $V_{\text{entrada}}$  é o volume de projeto afluyente à trincheira [ $\text{m}^3$ ];  $V_{\text{infiltrado}}$  é o volume infiltrado [ $\text{m}^3$ ];  $\phi$  é a porosidade da brita de preenchimento [adimensional].

A chuva de projeto adotada foi de 30 minutos de duração com intensidade  $i = 62 \text{ mm/h}$  e período de retorno  $Tr = 5$  anos, o que conduz a um volume requerido de armazenamento  $V_{\text{trincheira}} = 1,44 \text{ m}^3$ .

No entanto, devido à disponibilidade de área existente no local, a trincheira foi executada com comprimento  $L = 12,6\text{m}$ ; profundidade  $H = 0,75 \text{ m}$  e seção transversal trapezoidal de dimensões base inferior  $b = 0,50\text{m}$  e base superior  $B = 0,70\text{m}$ . A brita de preenchimento possui porosidade de 45%, segundo especificação do fabricante. Tais fatores conduziriam a um armazenamento máximo de aproximadamente  $2,4 \text{ m}^3$ , se a trincheira fosse horizontal. Como esta possui declividade longitudinal de 3% há uma redução do seu volume máximo de armazenamento (Baptista et. al. 2005).

A trincheira foi instalada junto à divisa do terreno, na parte mais baixa do lote. Neste local havia um poço perfurado por ocasião da sondagem de caracterização do terreno. Este poço (Poço 1) está localizado no centro da seção longitudinal da trincheira, e tem 20 cm de diâmetro e 13 m de profundidade. Tomou-se a decisão de aproveitar o poço como parte do sistema de drenagem, da seguinte forma: instalou-se uma tubulação de PVC perfurado e revestido com geotêxtil, desde a base do poço até a superfície superior da trincheira, conforme ilustrado na **Figura 3**. Deste modo, a água afluyente à trincheira penetra no poço através dos furos no tubo de PVC.

Foi instalado um segundo poço (Poço 2) próximo à extremidade mais baixa da trincheira, para inspeção e monitoramento de nível d'água. Este poço tem a profundidade da trincheira e é de PVC perfurado, de diâmetro 20 cm, revestido com geotêxtil. A **Figura 3** ilustra o detalhamento da trincheira.

### 3.3 – Monitoramento

O monitoramento de nível d'água na trincheira é feito no interior do Poço 2 através de um linígrafo eletrônico (WL15 Water Level Logger) que realiza leituras contínuas do nível d'água a cada minuto.

As precipitações são monitoradas com uma estação climatológica telemétrica instalada dentro do lote, que fornece medidas de chuva e outras variáveis climatológicas com a mesma discretização do linígrafo instalado na trincheira.

A saída dos tubos perfurados provenientes do telhado é outro ponto que possui monitoramento contínuo e com a mesma discretização temporal. Usa-se um CTD Diver para medir o nível d'água na caixa situada a jusante da trincheira.

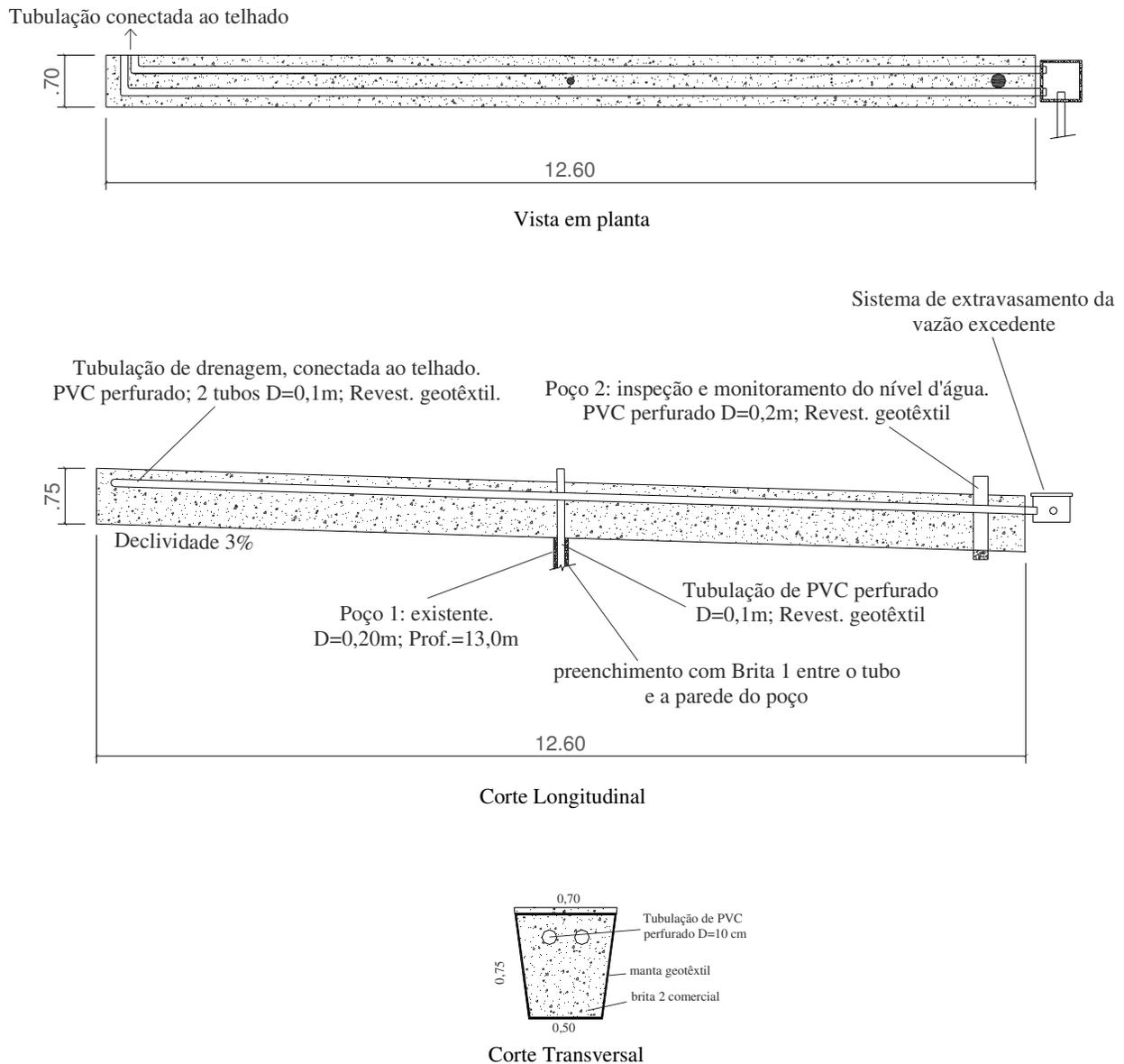


Figura 3 – Configuração da trincheira de infiltração: vista em planta, perfil longitudinal e seção transversal.

### 3.4 – Seleção dos eventos

De posse dos dados de nível na trincheira e de chuva no local, foram escolhidos os eventos a serem avaliados no presente trabalho. Tal seleção teve como critério eventos ocorridos na estação chuvosa mais recente (dezembro de 2006 a abril de 2007) nos quais houve variação no nível d'água do Poço 2. Além disso, decidiu-se escolher apenas eventos considerados únicos, ou seja, que não sofrem interferência de eventos passados (**Tabela 2**).

**Tabela 2 – Características de chuva e nível na trincheira dos eventos escolhidos.**

Evento	Data	Chuva					Trincheira				
		início (hh:mm)	fim (hh:mm)	duração (min)	Ptotal (mm)	i <sub>med</sub> (mm/h)	início (hh:mm)	fim (hh:mm)	duração (min)	hmáx (cm)	hora hmáx (hh:mm)
1	05/01/07	13:15	14:21	66	11,82	10,75	13:32	14:56	84	40	14:00
2	08/01/07	20:35	21:09	34	11,39	20,10	20:39	20:57	18	16	20:47
3	21/01/07	15:53	16:11	18	10,15	33,83	16:01	16:34	33	32	16:10
4	26/01/07	06:54	08:10	76	35,02	27,65	07:22	09:01	99	53	07:52
5	02/02/07	16:47	17:41	54	22,53	25,03	16:53	18:06	73	36	17:05
6	07/02/07	22:41	23:46	65	23,06	21,29	22:53	23:53	60	31	23:18
7	07/03/07	01:18	01:35	17	10,9	38,47	01:26	01:57	31	28	01:36
8	16/03/07	22:01	23:21	80	16,87	12,65	22:14	23:36	84	29	22:29
9	08/04/07	13:00	13:24	24	13,94	34,85	13:04	14:01	57	36	13:22
10	26/04/07	20:49	21:04	15	3,01	12,04	20:56	21:35	39	22	21:06

### 3.5 - Determinação dos volumes

O volume afluente à trincheira em cada intervalo de tempo foi calculado através do método racional (**Equação 2**), tendo como área de contribuição duas parcelas do terreno: 1) Área A1: local onde será feita a expansão da residência e que já se encontra impermeabilizado, com 40m<sup>2</sup> e coeficiente de escoamento correspondente  $C_{A1} = 0,9$ ; 2) Área A2: corresponde à uma parcela de 80 m<sup>2</sup> do jardim também considerado como área drenante, com coeficiente  $C_{A2} = 0,4$ .

$$V_{afl} = P \cdot \frac{(C_{A1} \cdot A1 + C_{A2} \cdot A2)}{A1 + A2} \quad (2)$$

Em que:  $V_{afl}$  é o volume afluente à trincheira [m<sup>3</sup>];  $P$  é a precipitação no intervalo [m];  $C$  é o coeficiente de escoamento [adimensional] e  $A$  é a área de drenagem [m<sup>2</sup>].

O volume de armazenamento ( $V_{armaz}$ ) na trincheira foi obtido com base no nível d'água registrado no Poço 2. Considerou-se que o nível d'água se mantém, horizontalmente, igualmente distribuído em toda a trincheira e a declividade foi levada em consideração (**Equação 3**).

$$V_{armaz}(t) = \left[ \frac{\left[ \left[ \frac{h(t)}{h_0} \cdot (B - b) \right] + b \right] + b}{2} \cdot h(t) \right] \cdot \frac{h(t)}{h_0} \cdot L \cdot \frac{1}{2} \quad (3)$$

Em que:  $h(t)$  é o nível medido no poço de monitoramento [L];  $h_0$  é a altura da trincheira [m];  $b$  é a base menor da seção transversal da trincheira [L];  $B$  é a base maior da seção transversal da trincheira [L];  $L$  é o comprimento da trincheira [L].

A terceira parcela que compõe o balanço de massa é o volume efluente ( $V_{efl}$ ). Este foi obtido através da diferença entre os volumes afluente e de armazenamento (**Equação 4**).

$$\Delta V_{armaz} = V_{afl} - V_{efl} \quad (3)$$

Em que:  $\Delta V_{armaz}$  é a variação de volume na trincheira [L<sup>3</sup>];  $V_{afl}$  é o volume afluente à trincheira [L<sup>3</sup>];  $V_{efl}$  é o volume efluente à trincheira [L<sup>3</sup>].

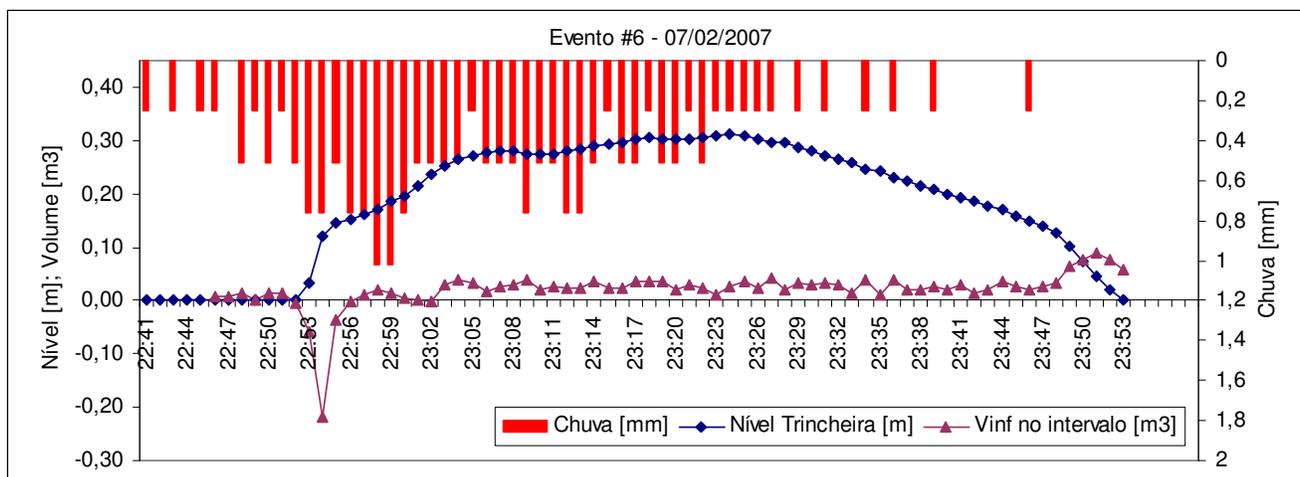
O volume efluente poderia ser considerado como o volume infiltrado, porém, acredita-se haver contribuições diversas que interferem nesse valor de modo que:

$$V_{efl} = V_{inf} + \Delta V_{lat} \quad (5)$$

Em que:  $V_{efl}$  é o volume efluente à trincheira [L<sup>3</sup>];  $V_{inf}$  é o volume infiltrado [L<sup>3</sup>];  $\Delta V_{lat}$  é uma contribuição lateral de volume para a trincheira [L<sup>3</sup>].

## 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para cada um dos 10 eventos escolhidos (**Tabela 2**) foram calculados os volumes afluentes, de armazenamento e de infiltração descritos no item 3.4. Em geral, todos os eventos apresentaram comportamentos semelhantes. A **Figura 4** exemplifica as características de um evento, onde são mostrados a precipitação, a variação de nível no poço de monitoramento da trincheira e o volume infiltrado calculado.



**Figura 4 – Evento #6 (dia 07/02/2007): precipitação observada [mm] (barras vermelhas), nível na trincheira [m] (losangos e linhas azuis) e volume infiltrado calculado [m<sup>3</sup>] (triângulos e linhas roxas).**

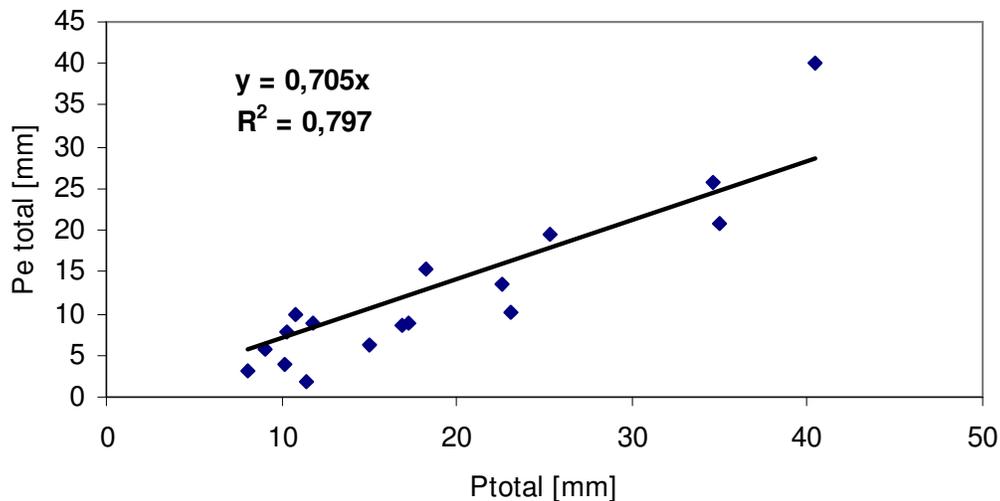
Observa-se, no início do evento da **Figura 4**, volume efluente negativo que poderia sugerir uma “infiltração negativa”, o que não acontece em tempos posteriores. Isto não acontece quando as condições de contorno são bem controladas. Porém não há medidas de vazão afluente à trincheira, o que traz incertezas ao resultado. Parte do volume efluente seria o infiltrado e outra parte pode estar

relacionada com a chuva que cai diretamente sobre a trincheira e uma eventual entrada d'água não considerada no volume afluente calculado.

Acredita-se que nesses instantes iniciais, a ordem de grandeza da contribuição é maior que a do infiltrado, portanto o que seria uma perda se torna uma entrada ao sistema; o que explicaria os valores negativos. Nestes instantes o solo sobre e ao redor da trincheira ainda está não-saturado, facilitando esta contribuição. A chuva que cai sobre a trincheira acarreta um aumento de nível mais rápido do que as demais contribuições, especialmente no início quando não há saturação do solo.

A eventual entrada não considerada provém possivelmente da tubulação de esgotamento pluvial que atravessa longitudinalmente a trincheira. Inicialmente esta deveira compor parte importante da entrada de água para a trincheira, mas devido a sua alta declividade (3%) esta parcela foi desconsiderada na estimativa do volume afluente.

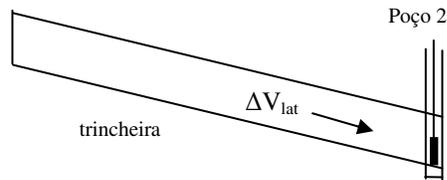
Ohnuma Jr *et al.* (2007) estimaram preliminarmente coeficientes de escoamento da área do telhado, observando que estes possuem ordens de grandeza diferentes a depender da condição de umidade antecedente do solo, quanto mais úmido, maiores os coeficientes. A variação foi de 0,33 (para condições antecedentes secas) até 0,98 para maiores umidades antecedentes. A **Figura 5** mostra este mesmo cálculo para mais eventos.



**Figura 5 – Coeficiente de escoamento.**

Da **Figura 5** pode-se inferir que parte da água que escoou pela tubulação perfurada, apesar da alta declividade, de fato alimenta a trincheira. Nos primeiros instantes estima-se que esta contribuição extra seja maior devido a diferença de pressão entre o interior dos tubos e a trincheira ainda não-saturada. Com o decorrer do evento a contribuição das áreas drenantes passam a ser mais significativas.

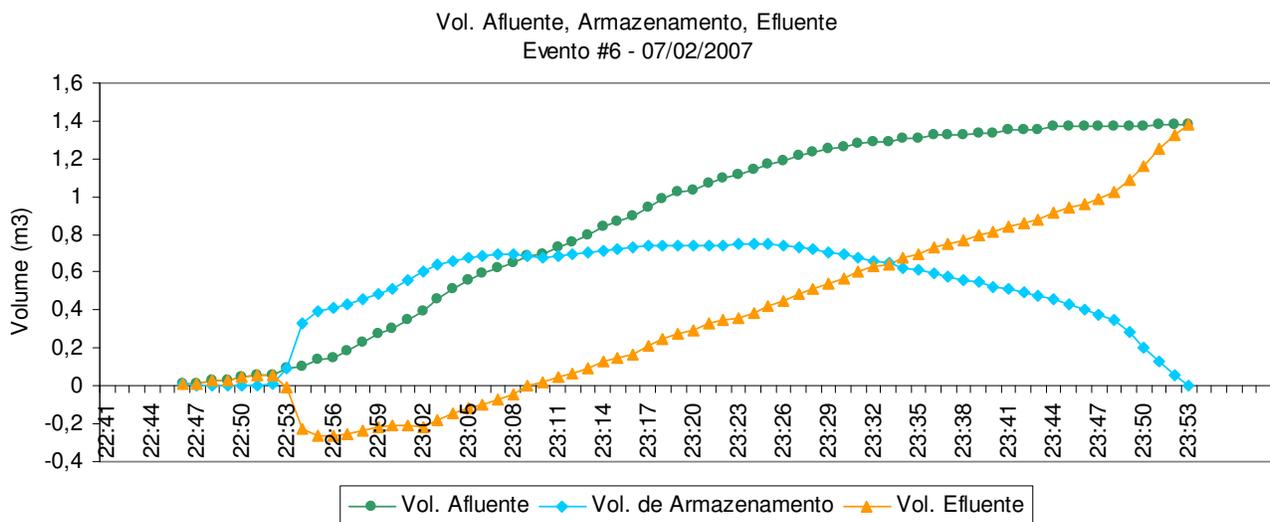
Além disso, especula-se a influência de uma contribuição lateral ( $\Delta V_{lat}$ ) proveniente do escoamento na própria trincheira para seu ponto mais baixo, exatamente onde está localizado o linígrafo. Assim, a distribuição da água não ocorrerá de maneira uniforme e a leitura de nível pode estar influenciada por este acréscimo local que não corresponde ao volume completo da trincheira.



**Figura 6– Esquema gráfico de hipótese de escoamento lateral.**

Salienta-se ainda, que o efeito do Poço 1 foi negligenciado. Se a ação deste poço for considerada, o volume efetivamente armazenado na trincheira será menor do que o calculado pela **Equação 3**.

A existência dessa infiltração negativa inicial acumula-se durante o evento e sua influência leva um certo tempo até que seja superada (**Figura 7**).



**Figura 7 – Evento #6 (dia 07/02/2007): Volume afluente acumulado [m<sup>3</sup>] (círculos e linha verde), volume armazenado na trincheira [m<sup>3</sup>] (losangos e linhas azul claro) e volume efluente calculado acumulado [m<sup>3</sup>] (triângulos e linhas laranja).**

Ao final do evento, o total efluente corresponde ao total afluente; o que era de se esperar visto que esta foi a condição imposta para a determinação da parte infiltrante.

A princípio, desejava-se calcular a taxa de infiltração da trincheira, porém a impossibilidade de separar a infiltração da parcela que contribuinte ( $V_{lat}$ ) impede a realização de um cálculo fisicamente coerente.

## 5 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Ao se trabalhar com as condições existentes em campo, onde não se tem precisamente a medida de variáveis importantes como a vazão alfuente e medidas de infiltração na trincheira ou em suas adjacências, percebe-se a dificuldade de se avaliar a eficiência desta medida compensatória. As características do terreno (como alta declividade e existência de um poço de sondagem) agregam mais incertezas aos cálculos.

Para a continuidade do estudo, recomenda-se avaliar quantitativamente as hipóteses levantadas no presente trabalho, como por exemplo a entrada de água pela tubulação de esgotamento pluvial; a incorporação do poço de sondagem no cálculo; estimar a vazão de entrada por outras metodologias. Além disso, caso seja possível, realizar medidas de infiltração e incorporá-las nos cálculos para se obter um balanço hídrico que melhor represente o que ocorre no lote.

Recomenda-se também, conforme sugerido por Graciosa (2005), a incorporação de um estudo da qualidade da água infiltrada, com relação à presença de sólidos em suspensão, provenientes de poluição difusa, e seu efeito no desempenho da trincheira a médio e longo prazo. Para tanto, recomenda-se o estudo de colmatação da trincheira. Este estudo se justifica para a melhor quantificação dos custos de manutenção de trincheiras de infiltração com vistas à aplicabilidade desta tecnologia compensatória face às condições de poluição difusa encontradas nas bacias urbanas brasileiras.

## 6 – AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo financiamento através do projeto REUSO (07139/2004-6), de bolsa DTI (Processo:310074/2006-1) e bolsa de doutorado (CNPq – CT-Hidro nº 142535/2004-4).

Aos proprietários do lote.

## BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA NETO, P. et al. (2005). “Análise Quali-Quantitativa do Escoamento Superficial gerado pela Água da Chuva através da Cobertura Verde Leve”. In: Anais eletrônicos do VI Encontro Nacional de Águas Urbanas - ENAU/ABRH. Belo Horizonte - MG. Maio de 2005.

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N. O.; BARRAUD, S. (2005) “Técnicas compensatórias em drenagem urbana”. Editora da ABRH, Porto Alegre – RS. 266p.

BARBASSA, A. P. (1991) “Simulação do efeito de urbanização sobre a drenagem pluvial na cidade de São Carlos – SP”. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São

Paulo, São Carlos – SP.

GRACIOSA, M.C.P. (2005). “*Trincheiras de infiltração como tecnologia alternativa em drenagem urbana: modelagem experimental e numérica*”. Dissertação (Mestrado). – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP.

GRACIOSA, M.C.P. e MENDIONDO, E.M. (2007<sub>a</sub>). *Dimensionamento de uma trincheira de infiltração para o controle do escoamento superficial em lote residencial urbano*. In: Anais eletrônicos do VII Encontro Nacional de Águas Urbanas - ENAU/ABRH. São Carlos, SP – 30 de maio a 1º de junho de 2007.

GRACIOSA, M. C. P.; MENDIONDO, E. M.; CHAUDHRY (2007<sub>b</sub>). *Simulação hidráulica de trincheiras de infiltração de águas pluviais*. Em revisão. Revista Brasileira de Recursos Hídricos/RBRH.

GRACIOSA, M. C. P.; MENDIONDO, E. M.; CHAUDHRY (2007<sub>c</sub>). *Dimensionamento de trincheiras de infiltração para o controle do escoamento superficial na origem*. Em revisão. Revista Brasileira de Recursos Hídricos/RBRH.

MIKKELSEN, P.S.; JACOBSEN, P. (1993). “*Stormwater infiltration design based on rainfall statistics and soil hydraulics*”. Proc. ASCE International Symposium on Engineering Hydrology, San Francisco, California, July 25-30, pp. 653-658.

MIKKELSEN, P. S.; JACOBSEN, P.; FUJITA, S. (1996). “*Infiltration practice for control of urban stormwater*”. Journal of Hydraulic Research, vol. 34, n.º 6, p. 827-840.

OHNUMA JR, A. A.; ANDRADE, J.P.M.; MENDIONDO, E. M. (2007) “*Monitoramento quantitativo de águas pluviais em lote domiciliar urbano*”. In: Anais eletrônicos do VII Encontro Nacional de Águas Urbanas - ENAU/ABRH. São Carlos, SP – 30 de maio a 1º de junho de 2007.

SOUZA, V.C.B. (2002). Estudo experimental de trincheiras de infiltração no controle do escoamento superficial – Tese de doutorado. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.