

## **XI-001 – TECNOLOGIAS PARA MEDIÇÃO DE CONSUMO CONSUMOS INTERNOS DE ÁGUA EM APARELHOS SANITÁRIOS**

**Ricardo Reis Chahim**

Engenheiro Sanitarista (1993). Escola de Engenharia Maua, Pós Graduação em Gestão Ambiental na Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (2002), Gestor do Programa de Uso Racional da Água da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp.

**Endereço:** Rua Cel. Diogo 275 – Vila Deodoro – São Paulo – SP CEP 0154500 – Tel.: 11 5089-2896 – email: [rchahim@sabesp.com.br](mailto:rchahim@sabesp.com.br)

### **RESUMO**

O presente artigo apresenta os resultados de uma pesquisa sobre as tecnologias de medição de consumo de água aplicáveis no levantamento do consumo de água de uso doméstico. Foram estudadas as tecnologias disponíveis no mercado e que pudessem ser utilizadas para o monitoramento das vazões em aparelhos sanitários em residências na cidade de São Paulo.

Foram feitos exaustivos testes nas tecnologias disponíveis de forma a se poder caracterizar o conjunto associado mais adequado às necessidades e que atendesse aos quesitos de precisão, repetibilidade, confiabilidade e portabilidade de informações adquiridas e armazenadas.

Equipamentos de três fabricantes de medidores de água e um de datalogger foram considerados na pesquisa realizada e ao final foi definida uma tecnologia onde se utilizou um medidor velocimétrico de água que gera de pulsos e um datalogger com capacidade de armazenamento de 16.000 leituras.

Este sistema foi avaliado em bancada de laboratório e posteriormente em instalações reais de uso, campo, e os resultados foram satisfatórios para que se adote o sistema como uma tecnologia capaz de realizar medições de consumo de aparelhos sanitários em uso real.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tecnologias de medição, medidores de água, consumo de aparelhos sanitários.

### **INTRODUÇÃO**

Em termos de trabalhos precursores pode-se citar realizado nas cidades britânicas de Malvern and Mansfield (THACHAKRAY, COCKER and ARCHIBALD, 1978). Além desse, mas um pouco mais recente pode-se citar como referência a pesquisa realizada em por DeOreo (1996), cuja técnica de medição foi não intrusiva, empregando para o levantamento do perfil de consumo, a técnica de análise de traço (flowtrace analysis), que consiste na identificação, em um gráfico contínuo, de quais são as vazões dos aparelhos sanitários que participaram para que houvesse tal demanda de água.

Os dados para confecção do gráfico são fornecidos por um “datalogger” que é conectado no hidrômetro do cavalete (DeOREO, 1999). Os sinais armazenados são pulsos de volume registrados em intervalos regulares de tempo, donde se podem ter os gráficos da variação do volume no tempo e, consequentemente, da vazão.

Diferentemente no caso do Brasil, onde predominam os reservatórios domiciliares, a técnica de “flowtrace analysis” fica comprometida, pois ocorre o amortecimento das vazões demandadas pelos aparelhos em virtude da torneira de bóia que comanda a reposição do volume de água consumido, bem como depende da área da superfície de água do reservatório, fatos que comprometem o uso exclusivo do “datalogger” no cavalete, exigindo-se que se façam medições diretamente nos aparelhos sanitários instalados na residência.

### **OBJETIVO**

O objetivo do presente artigo é apresentar as alternativas de medição dos consumos internos de água considerando a dificuldade de monitoramento externo às residências e privilegiando tecnologias, mesmo que intrusivas, causem o menor impacto ao morador e que se obtenham resultados confiáveis na medição das vazões e volumes apurados no consumo dos aparelhos sanitários.

## METODOLOGIA

Em termos metodológicos o trabalho consistiu de uma pesquisa junto aos diversos fabricantes de equipamentos para medição, controle e armazenamento de dados de modo a se identificar as tecnologias disponíveis e a partir da análise da aplicação, consubstanciada com avaliações em laboratório e de campo, para que ao final obtivesse a combinação de equipamentos que atendessem as premissas de medição do consumo interno de água dos aparelhos sanitários.

## RESULTADOS

### TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS

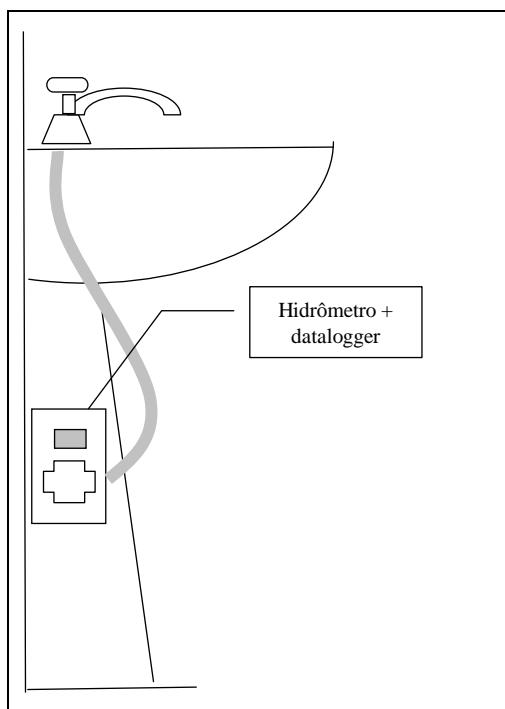
Foram identificadas as seguintes tecnologias disponíveis (IPT, 2007):

Hidrômetros: é de senso comum entre os fabricantes de hidrômetros que seus produtos tenham incorporado um dispositivo emissor de pulsos em função das vazões registradas. Em termos práticos os pulsos são detectados na relojoaria do hidrômetro e pode ser do tipo chave de contato seco ou chave de efeito eletrônico. A relação pulso por litro varia entre milésimos de litro até metros cúbicos em função da bitola dos hidrômetros. A transmissão destes pulsos para um equipamento externo pode ser feita via cabo ou via radiofrequência.

Datalogger: existem no mercado diversos tipos e geralmente consistem de equipamentos de armazenamento em massa de dados de entrada via cabo físico. Funcionam armazenando dados por intervalos pré-fixados de leitura ou por evento. A capacidade de armazenamento está entorno de 32.000 posições de memória e suas dimensões estão cada vez menores.

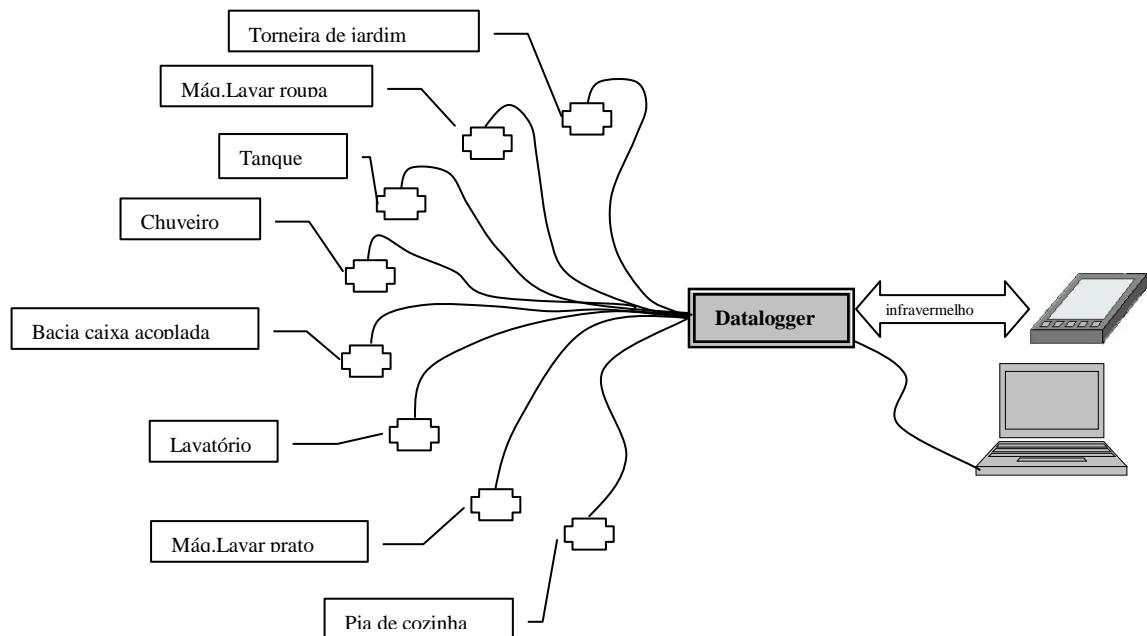
Sistemas de monitoramento: em termos de sistema de monitoramento, combinando as tecnologias existentes, podem-se identificar três modalidades:

a) Hidrômetro+datalogger: consiste do par onde há um hidrômetro conectado a um datalogger e ambos ficam junto do ponto de utilização a ser monitorado formando um conjunto único. Os dados armazenados pelo equipamento são retirados por meio de cabo físico para um micro-computador portátil ou por porta de comunicação infravermelha para um “palm-top” ou mesmo um computador. Nesta modalidade há a necessidade de um par (hidrômetro+datalogger) para cada ponto de utilização a ser monitorado. Figura 1, a seguir.



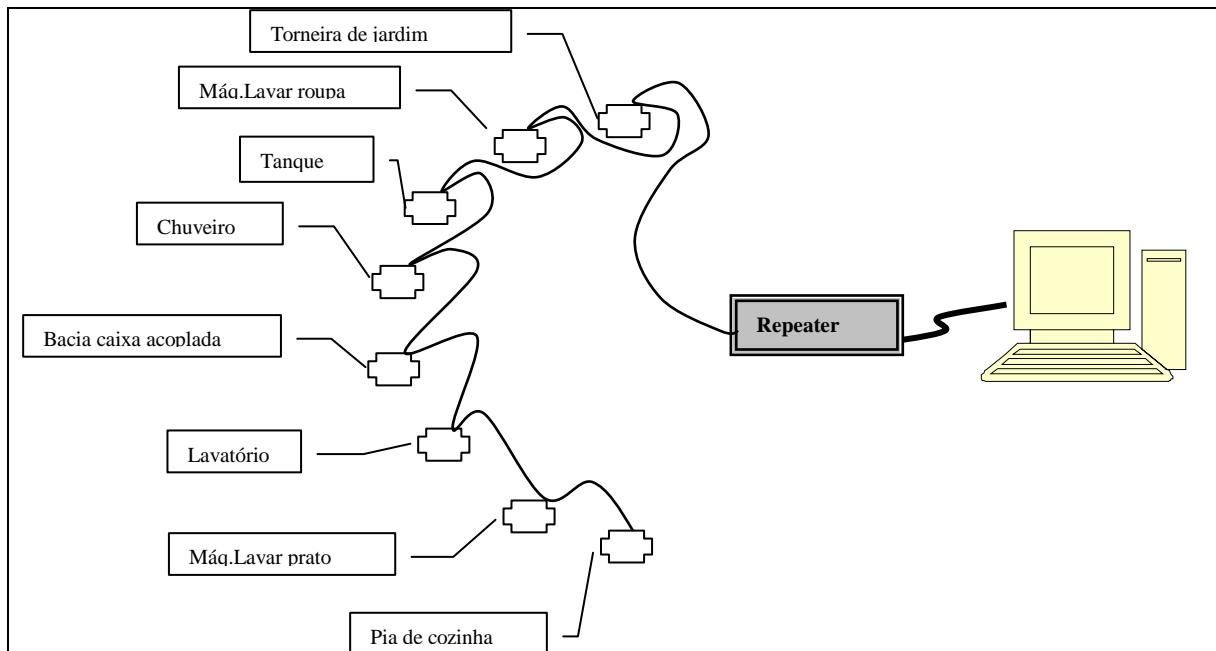
**Figura 1 – Hidrômetro e datalogger no ponto de utilização**

b) Conjunto hidrômetros+datalogger: consiste de um datalogger com várias entradas conectadas em hidrômetros. Dada a capacidade de várias entradas, o datalogger é maior e deve ficar alojado em ponto central da residência e os pares de fios caminham do hidrômetro no ponto de utilização até o mesmo. Assim, pode-se por exemplo, ter um datalogger recebendo dados de oito hidrômetros. Nesta modalidade há um só datalogger e vários hidrômetros para cada uma das residências, porém há que se passar vários pares de fios pelos ambientes. Figura 2, a seguir.

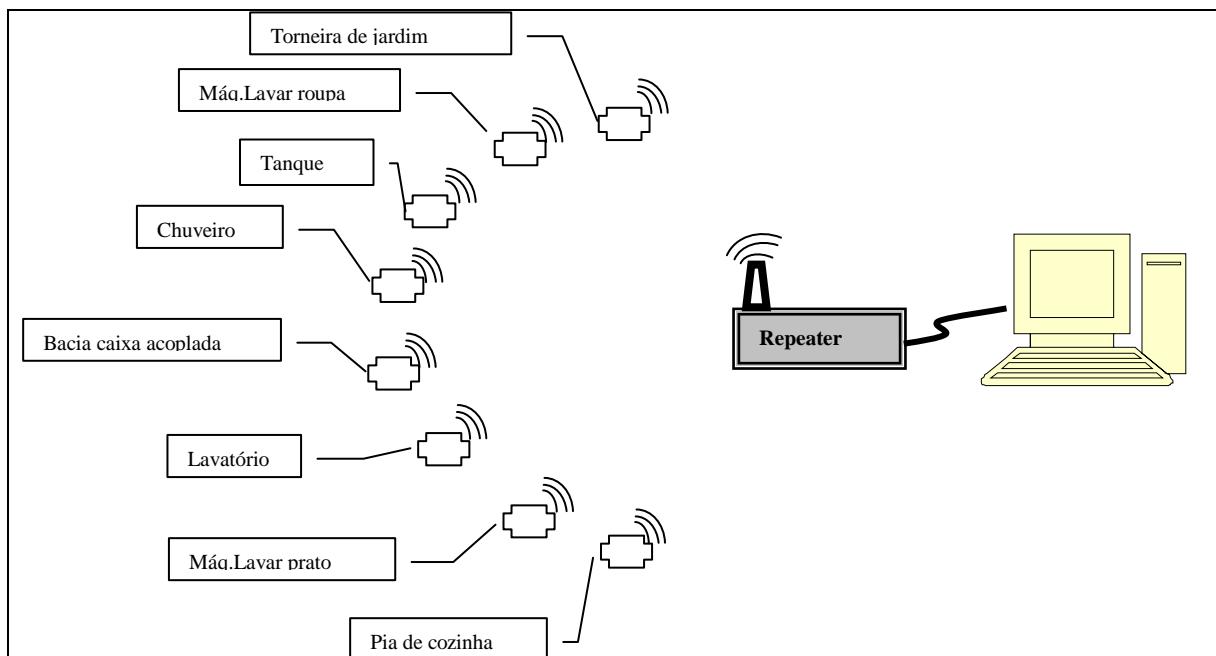


**Figura 2 – Hidrômetro e datalogger centralizado**

c) Conjunto hidrômetros+concentrador+microcomputador: consiste de um sistema capaz de monitorar uma grande quantidade de hidrômetros por meio de um concentrador conectado a um computador. Os hidrômetros são interligados por um par de fios e as informações geradas trafegam neste par de fios por meio de um protocolo denominado “M-bus”. O concentrador, denominado de “repeater” gerencia o tráfego de informações e repassa para o microcomputador que por meio de um “software” dedicado monitora e armazena as informações recebidas dos hidrômetros. Figuras 3 e 4, a seguir.



**Figura 3 – Conjunto Hidrômetros e “repeater” com protocolo “M-bus”.**



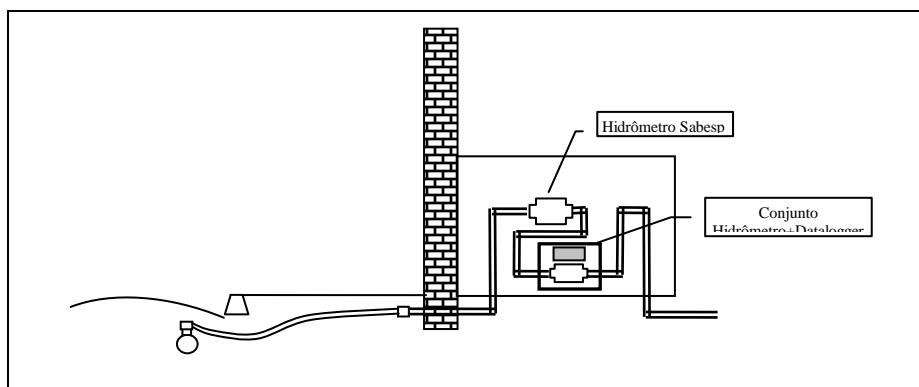
**Figura 4 – Conjunto Hidrômetros e “repeater” operados em radiofrequência.**

Esta modalidade de aquisição de dados pode ser feita também por meio de radiofrequência onde o hidrômetro é equipado com um dispositivo emissor de ondas de rádio e o concentrador com um receptor. A aquisição de dados é feita por microcomputador, também por “software” dedicado.

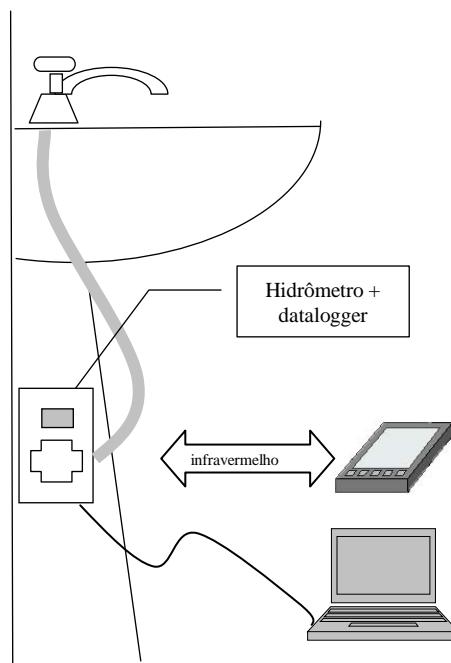
## NÍVEIS DE APLICAÇÃO

Neste item estão sendo apresentados os resultados das análises relativas ao “Sistema de Monitoramento” composto por hidrômetros + dataloggers, visto que há uma limitação nesta combinação de modo a se obter a melhor performance do conjunto adotado.

Os níveis de aplicação das tecnologias identificadas consistem em basicamente em duas: uma na entrada de água (cavalete) e outra nos pontos de utilização (aparelhos sanitários). Figuras 5 e 6, a seguir



**Figura 5 – Configuração de hidrômetro+”datalogger” no cavalete de entrada da residência.**



**Figura 6 – Configuração de hidrômetro+”datalogger” nos pontos de utilização da residência.**

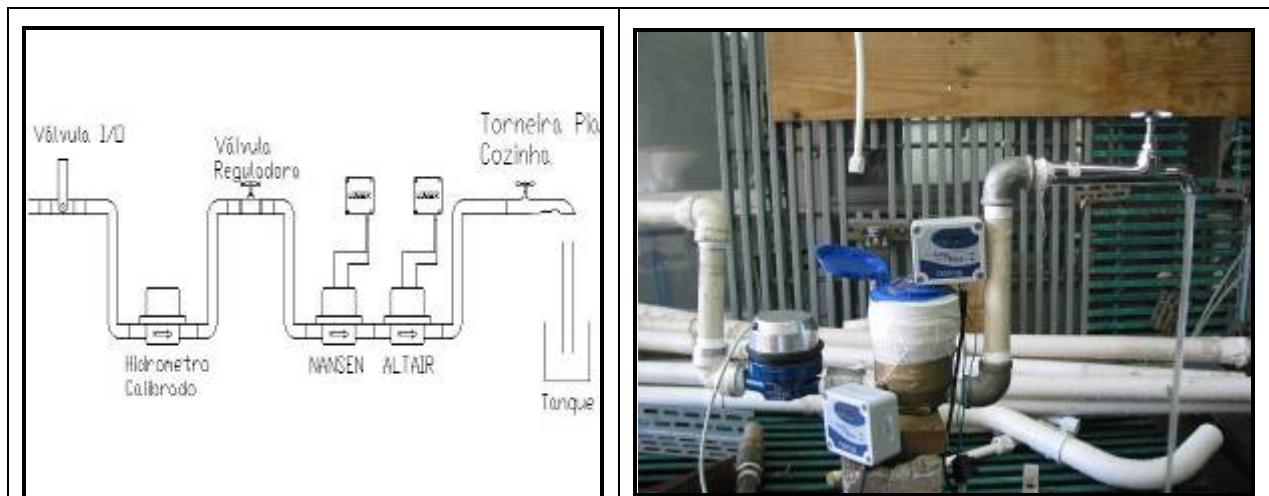
Estes dois níveis medições apresentam características distintas de regime de vazão e de freqüência o que exige técnicas e instrumentos diferenciados.

## AVALIAÇÃO LABORATORIAL

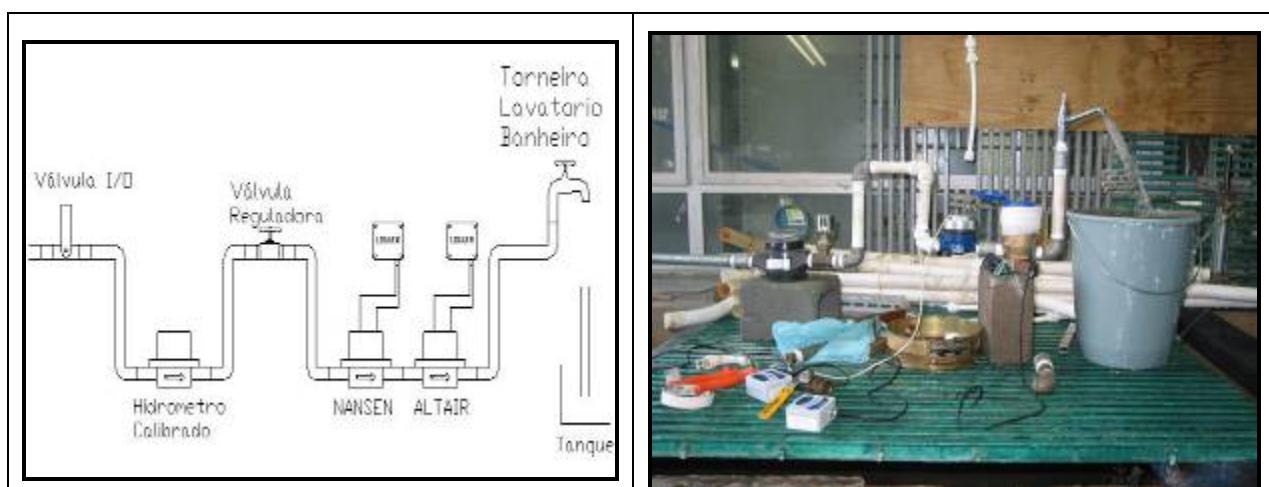
A avaliação laboratorial dos equipamentos consistiu da montagem dos mesmos em uma bancada que fornecia um “range” de vazões onde se pode verificar o comportamento do conjunto “datalogger” com hidrômetro.

As vazões aplicadas aos equipamentos foram de 1,0 a 12,0 litros por minuto e os “datalogger” programados para intervalos de leitura de 1 segundo.

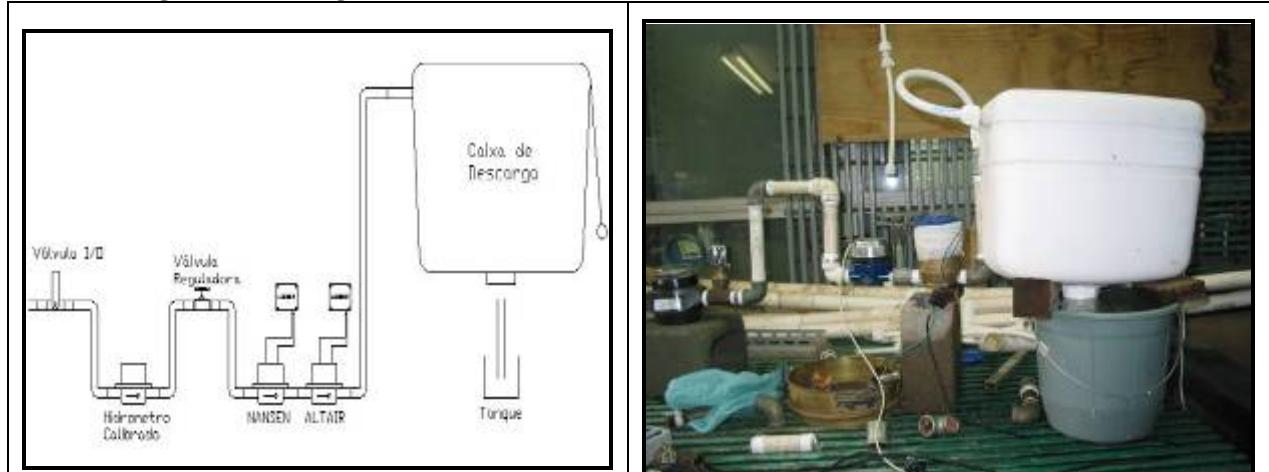
A partir dos dados armazenados no “datalogger” e transferidos para uma planilha de cálculo foi possível determinar a relação volume por pulso para cada um dos hidrômetros. Figuras 7 a 10, a seguir.



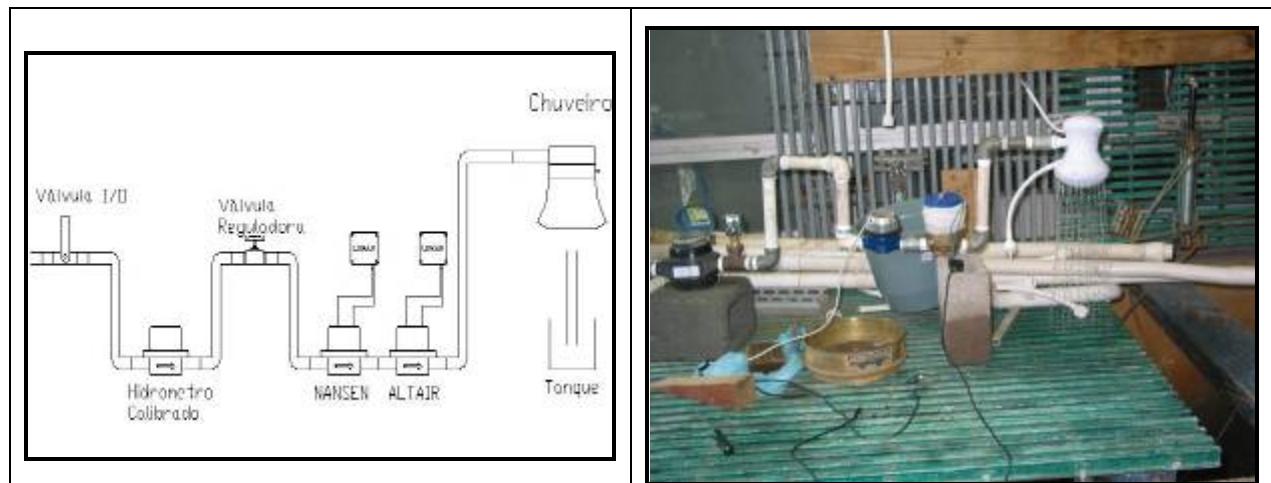
**Figura 7 – Montagem laboratorial simulando uma torneira de pia de cozinha.**



**Figura 8 – Montagem laboratorial simulando uma torneira de lavatório de banheiro.**



**Figura 9 – Montagem laboratorial simulando uma caixa de descarga.**



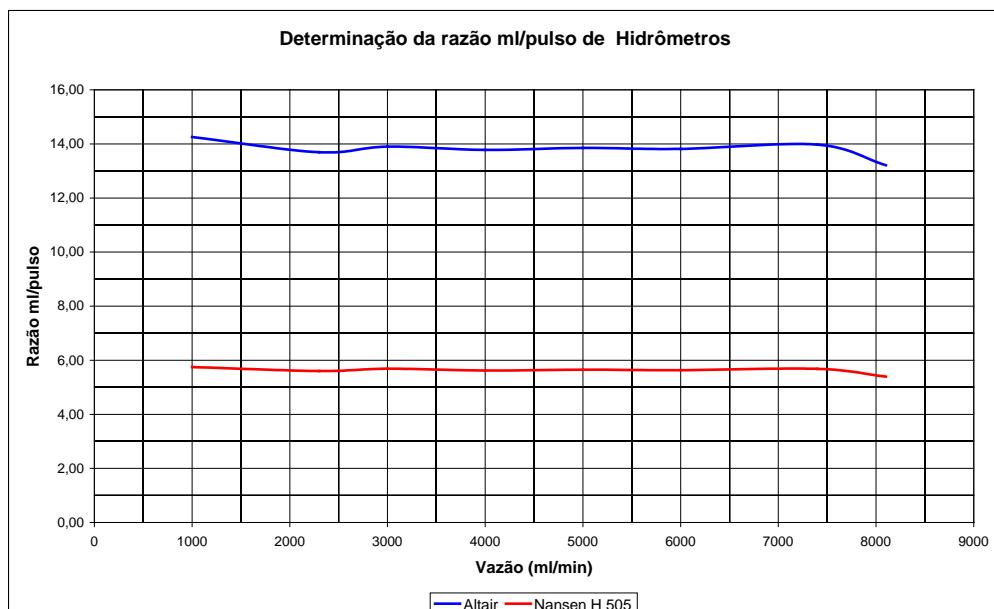
**Figura 10 – Montagem laboratorial simulando um chuveiro elétrico.**

### AVALIAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DOS SISTEMAS DE MONITORAÇÃO

Devido à necessidade de se ter um sistema de aquisição de dados de menor tamanho possível e dadas as características de pulsos gerados, o “datalogger” da DT1 e os hidrômetros da H2 e H3 foram avaliados de maneira a se identificar qual o para que se configuraria como a melhor formação (“datalogger” + hidrômetro).

A primeira avaliação efetuada foi a determinação de volume por pulso com os hidrômetros em duas posições distintas: horizontal e vertical. Ressalta-se que o hidrômetro da H2 teve sua relojoaria original retirada e em seu lugar instalado um cabeçote especificamente desenvolvido para captar os pulsos magnético originados na câmara úmida do medidor.

Na avaliação foram utilizados o “datalogger” da DT1 e os hidrômetros da H2 (modelo Altair, tipo volumétrico) e H3 (sem denominação, tipo velocimétrico), e as relações de volume por pulso para cada um dos equipamentos (H3 e H2). A figura 11, a seguir apresenta o gráfico da relação obtida.



**Figura 11 – Gráfico da relação de volume por pulso dos hidrômetros H3 e H2.**

## SIMULAÇÃO EM USO

Os equipamentos foram instalados em uma caixa de descarga acoplada de uma bacia sanitária; em uma torneira de lavatório e em um chuveiro elétrico, aparelhos que tipicamente se encontram nas residências. As figuras 12 a 15 apresentam os gráficos resultantes dos aparelhos sanitários monitorados por três dias.



Figura 12 – Equipamento (hidrômetro+datalogger) instalado em uma caixa acoplada; lavatório e chuveiro).

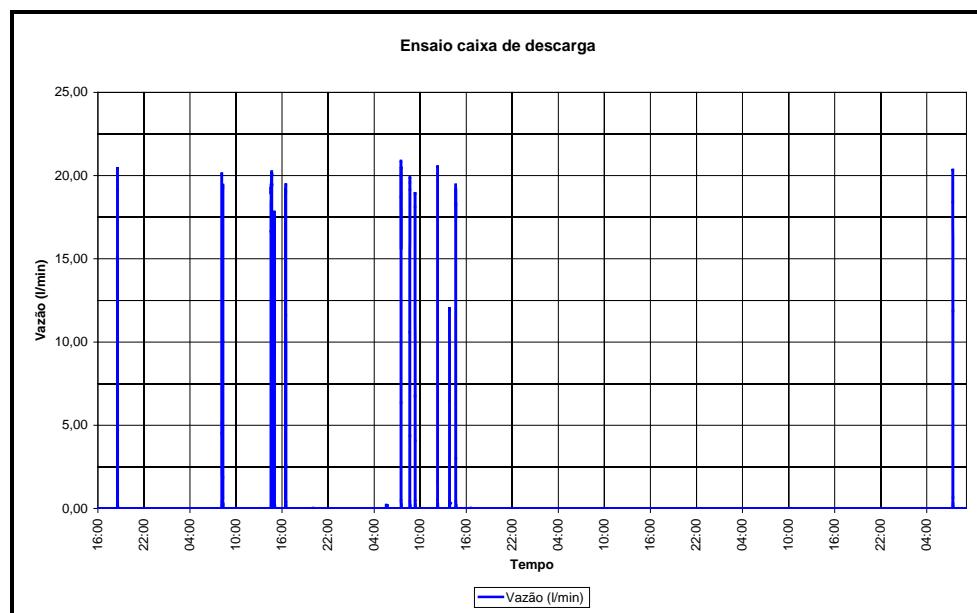
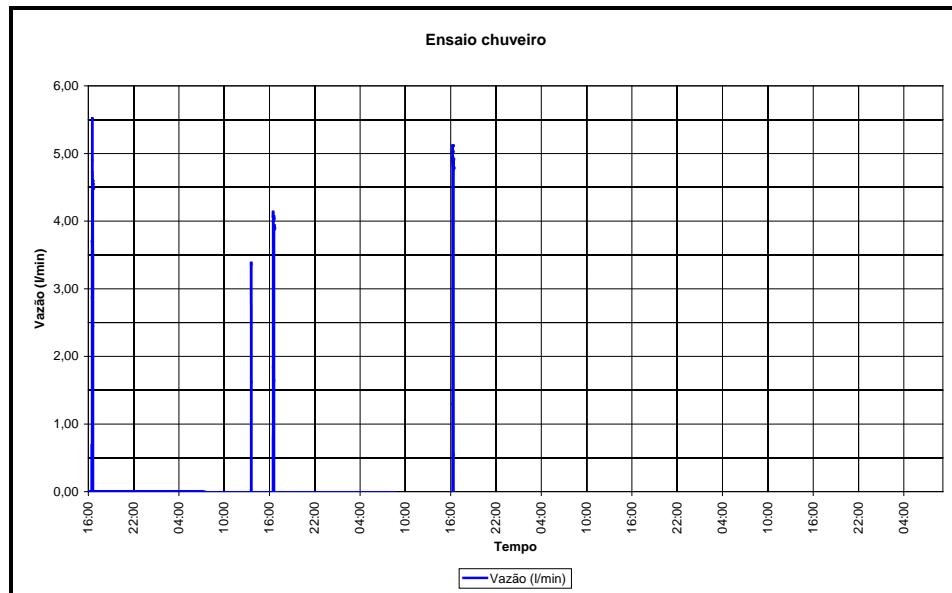
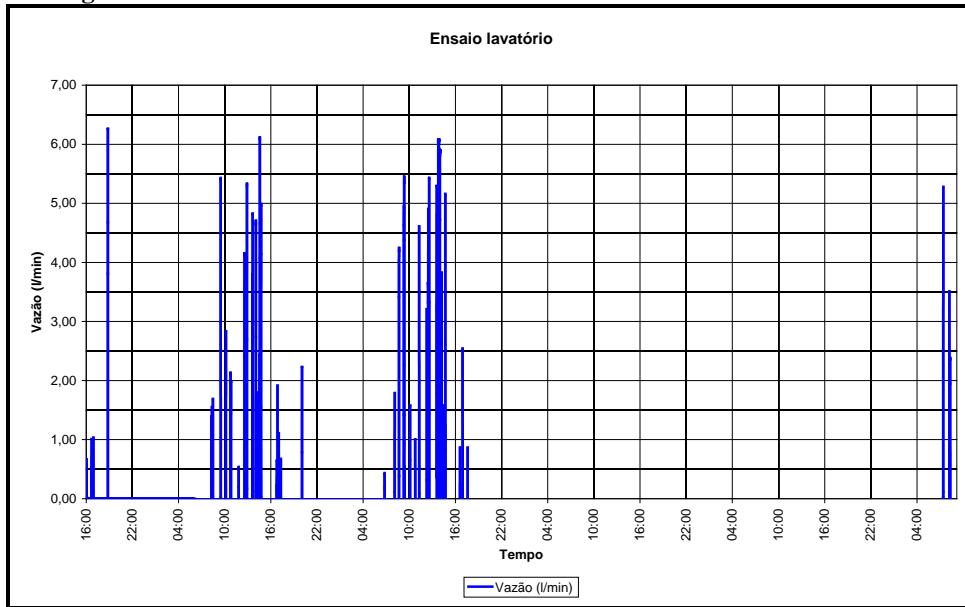


Figura 13 – Gráfico da vazão obtido no monitoramento da caixa de descarga acoplada.



**Figura 14 – Gráfico da vazão obtido no monitoramento do chuveiro elétrico.**



**Figura 15 – Gráfico da vazão obtido no monitoramento da torneira de lavatório.**

Na avaliação de campo os equipamentos apresentaram um comportamento adequado às necessidades do projeto de modo que foram considerados aptos para serem instalados na pesquisa de campo para o levantamento do perfil do consumo e usos finais da água.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em termos de intervalos de medição, após as análises dos resultados obtidos em laboratório e em campo, cada tipo de equipamento apresentou particularidades no que se refere ao melhor desempenho em função da instalação predial que vão monitorar. No caso da avaliação de campos para medições internas as residências o intervalo de medição foi ditado pela capacidade de armazenamento do “datalogger” que é de 32.000 posições de memória o que representou um período de monitoração de três dias e 16 horas (registros de pulsos a cada 10 segundos).

Quanto às medições junto ao cavalete de entrada, dada a experiência angariada nas medições anteriores os equipamentos se mostraram capazes de monitorar o período de sete dias sem a necessidade de descarregar os dados armazenados.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a Cia de Saneamento Básico de São Paulo, ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo e à Universidade Federal de São Carlos pela oportunidade difundir os resultados alcançados na pesquisa de forma a contribuir para o avanço do conhecimento no meio técnico nacional.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. DeOreo, W., J. Heaney and P. Mayer (1996). Flow Trace Analysis to Assess Water Use. *Journal of the American Water Works Association*. Jan., p. 79-80.
2. DeOreo, W.B; Mayer, P.W. "Residential end uses of water" – AWWA Research Foundation – 1999
3. IPT. Relatório Técnico No 95.790 de julho de 2007
4. Thackray, Cocker and Archibald. (1978) "The Malvern and Mansfield studies of domestic water usage".