

## AVALIAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM HIDRÔMETROS INSTALADOS NA CIDADE DE PIRACICABA, SP

Daniel Manzi<sup>1</sup> e José Ronaldo da Silva<sup>2</sup>

**Resumo:** A manutenção de um parque confiável de hidrômetros assume fundamental importância na entrada de receita e monitoramento de consumos por parte das companhias que administram os serviços de distribuição de água. Fabricados sob diversas marcas e modelos ao longo dos anos, estes medidores possuem características particulares de funcionamento que devem ser consideradas quando da elaboração de estratégias para sua substituição. Guiado também por fatores econômicos de retorno de investimentos, este tipo de intervenção é analisada para diversos medidores instalados no município de Piracicaba, orientando tomadas de decisão com respeito a substituição dos hidrômetros existentes e medidas permanentes de manutenção preventiva.

**Abstract:** A reliable water metering collection is fundamental to recipe and usage control for the enterprises that develop water distribution services. Manufacturing under many brands and models, these water meters have characteristics that must be considered in a replace planning. Studied under economic factors, these kind of task were analyzed for many water meters installed in Piracicaba city, SP, driving decisions concerning their replacing and maintenance strategies.

**Palavras-chave:** Hidrometria, micromedição, desvios de medição, substituição de hidrômetros.

- (1) Engenheiro Civil, Mestre em Hidráulica e Saneamento EESC/USP, Engenheiro do Departamento de Operação e Manutenção do Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: [dmanzi@semaepiracicaba.org.br](mailto:dmanzi@semaepiracicaba.org.br)
- (2) Chefe do Setor de Substituição de Hidrômetros do Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: [hidrometria@semaepiracicaba.org.br](mailto:hidrometria@semaepiracicaba.org.br)

## INTRODUÇÃO

Os serviços de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto no município de Piracicaba, Estado de São Paulo, são realizados pela autarquia municipal denominada SEMAE – Serviço Municipal de Água e Esgoto.

O SEMAE Piracicaba conta, em 2004, com aproximadamente 108.000 ligações de água, das quais cerca de 93.000 são de categoria residencial. O parque de hidrômetros é formado por medidores taquimétricos do tipo multijato, de acionamentos magnético e mecânico, de diversas marcas e idades.

Os mais antigos (com mais de 15 anos de idade) possuem acionamento mecânico, no qual a velocidade da água a ser medida aciona uma turbina que comunica, mecanicamente, a relojoaria do hidrômetro que totaliza e disponibiliza o volume a ser cobrado.

Nos medidores mais recentes esta transmissão é realizada magneticamente, através de ímãs fisicamente isolados entre si em relojoarias secas.

Mais tarde, dado o desenvolvimento tecnológico dos hidrômetros, o SEMAE adotou como padrão, hidrômetros de 3m<sup>3</sup>/h de capacidade com acionamento magnético e do tipo multijato, visando a maior durabilidade destes medidores. A Figura 01 ilustra a distribuição atual dos hidrômetros conforme a idade.

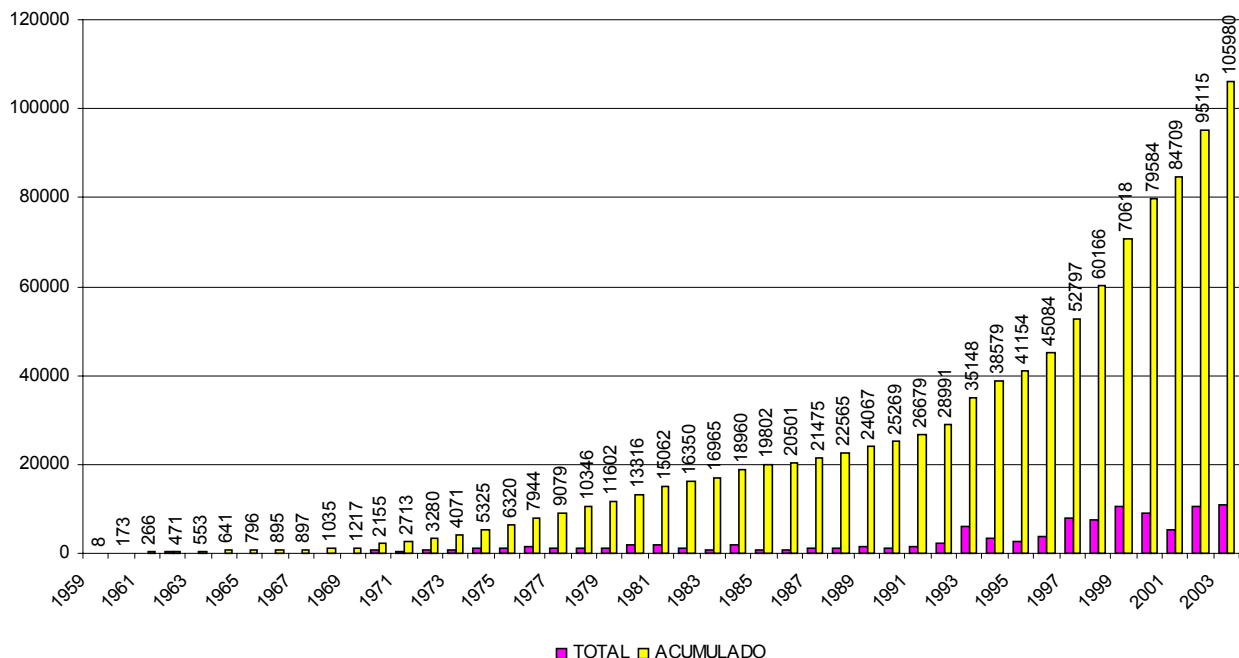


Figura 01 – totalização dos hidrômetros instalados em ligações ativa e inativas

Os textos normativos NBR 8195 e 8196 (ABNT, 1996) fixam, para medidores novos, em  $\pm 5\%$  os desvios em vazões até a vazão de transição ( $Q_t$ ) e em  $\pm 2\%$  os erros maiores que  $Q_t$ . A boa prática permite considerar aceitáveis desvios em dobro dos citados para hidrômetros em operação (instalados).

A portaria 246 (INMETRO, 2000) orienta para que as concessionárias dos serviços realizem verificações preventivas nos hidrômetros até cinco anos de idade (item 8.1).

Entretanto, procedimentos de manutenção preventiva de hidrômetros precisam ser realizados de forma clara e objetiva, a partir de avaliações sistemáticas das condições do parque de medidores com vistas ao cumprimento justo da medição com a recuperação ou manutenção correta da receita.

MANZI (2004) sugere que testes mais profundos e práticos acerca do comportamento dos diversos medidores instalados deveriam ser realizados, uma vez que o desgaste de determinados medidores é certo bem como certa é a recuperação de receita com suas substituições.

Neste trabalho, o conjunto de medidores instalados em Setor Piloto, com cerca de 1600 ligações, foi estratificado em função de três variáveis iniciais: pressão, idade e consumo da ligação.

Amostras aleatoriamente selecionadas de cada estrato foram retiradas e aferidas nas bancadas do Setor de Hidrometria do SEMAE conforme normas vigentes (ABNT, 1996).

Os resultados para este tipo de estratificação não foram conclusivos, uma vez que não ficou clara a influência de cada variável considerada.

Entretanto, considerando o volume total de água que atravessou o medidor em sua vida útil, os resultados mostram que há desgaste do hidrômetro com a idade, principalmente na vazão mínima do medidor.

Ainda neste trabalho, uma análise dos mesmos medidores avaliados mostra que o comportamento dos hidrômetros, em relação às magnitudes dos desvios para diferentes vazões analisadas, varia sensivelmente com o tipo de acionamento do medidor e fabricação.

Assim, a influência da idade nos erros de medição não deve ser considerada isoladamente, mas sim como parte de avaliações específicas de cada tipo de hidrômetro instalado.

Esta avaliação aponta para substituição de medidores com mais de 10 anos (mecânicos e magnéticos) e sugere que mesmo aqueles com mais de 5 anos merecem acompanhamento, principalmente os de determinados fabricantes.

Para o Setor Piloto foram também realizados estudos acerca das vazões típicas de entrada em vazões residenciais, cujos resultados mostram que o tempo de permanência de 6 ligações monitoradas chega a mais de 90% em vazões menores que a vazão mínima do medidor ( $Q_{min}$ ) – justamente aquela que admite maiores desvios (faixa sensível de medição).

Desta forma, este texto apresenta resultados de estudos realizados e do início da execução de um projeto de Manutenção Preventiva na Micromedição do SEMAE Piracicaba, dirigido pelos modelos, marcas e idades de fabricação dos medidores e seus desvios em laboratório para vazões iguais ou próximas a  $Q_{min}$ .

## **METODOLOGIA**

Nos meses de março e abril/2004 o Setor de Hidrometria iniciou estudos acerca dos desvios de medição nos diversos tipos de medidores instalados no município.

Com um contrato de substituição de hidrômetros de 12.500 peças/ano e uma demanda de aproximadamente 70% deste valor por parte do Setor de Fiscalização, este excedente de cerca de 300 hidrômetros/mês foi empregado integralmente na elaboração deste estudo.

Em linhas gerais os resultados mostraram que os diversos modelos analisados apresentam comportamentos distintos dos desvios de medição para cada modelo instalado, o que obriga a uma avaliação individual de cada tipo avaliado.

Foi observado que, para as análises realizadas, são raros os desvios positivos de medição, e que predominam os (fortes) erros negativos, ou seja, o valor totalizado pelo medidor é menor que aquele que o atravessou.

Os hidrômetros foram ensaiados e analisados em relação aos seus últimos valores de leitura, que indicam idade e uso, para peças de várias procedências e que, por questões éticas, foram denominadas por letras neste trabalho.

### **a) MARCA “A”**

O SEMAE dispõe de medidores de marca “A” de acionamento mecânico (MEC) e alguns que receberam, em algum ponto de sua vida útil, manutenção corretiva através da substituição do kit de medição (KIT).

Os resultados obtidos para ambos os tipos de medidor indicam desvios fortes de medição nas vazões  $Q_{min}$  e  $Q_t$  que sugerem sua substituição, principalmente daqueles mais antigos – que podem ter mais de 20 anos de idade.

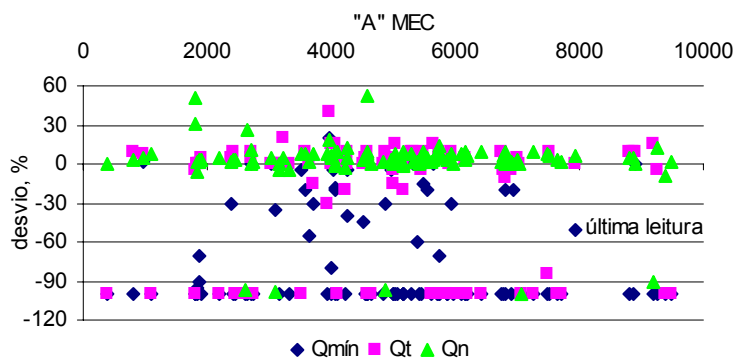


Figura 02 – desvios dos hidrômetros de marca “A” e acionamento mecânico

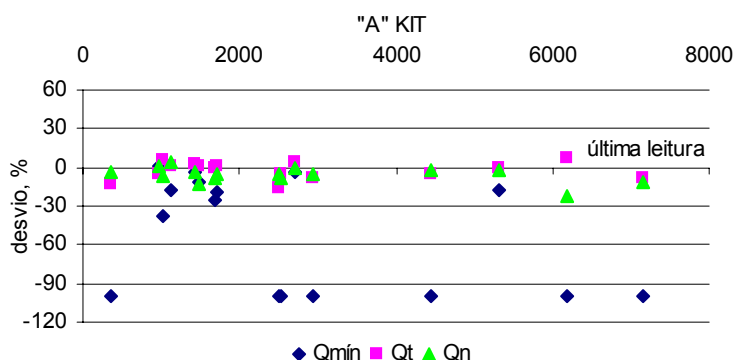


Figura 03 – desvios dos hidrômetros de marca “A” e acionamento magnético

### b) MARCA “B”

Da mesma forma que os medidores de fabricação “A”, os hidrômetros da marca “B” também são medidores de acionamento mecânico e algumas peças já receberam manutenção corretiva com a substituição do kit de medição.

O comportamento dos desvios observados nestes medidores segue, em linhas gerais, o mesmo padrão observado em seus pares de fabricação “A”, embora em menor escala e de forma menos preocupante.

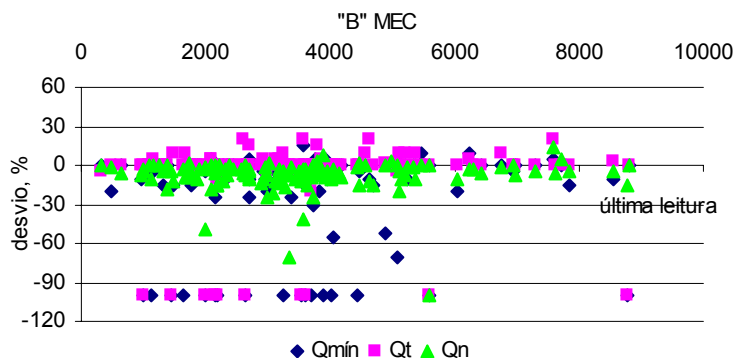


Figura 04 – desvios dos hidrômetros de marca “B” e acionamento mecânico

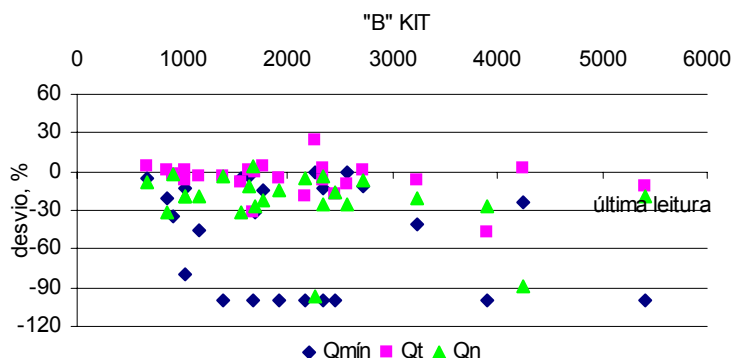


Figura 05 – desvios dos hidrômetros de marca “B” e acionamento magnético

### c) MARCA “C”

Este modelo de hidrômetro é de instalação relativamente recente (1995-1996) e conta com sistema de acionamento magnético.

Entretanto, ao contrário dos outros modelos magnéticos analisados, este apresentou desvios fortes de medição na Qmin, principalmente, inclusive com valores superiores a observados em hidrômetros mecânicos com mais de 20 anos de idade.

Os desvios-padrão obtidos na análise destes medidores resultaram em valores relativamente baixos se comparados aos valores obtidos para outros modelos, fato que valida a análise e confirma a necessidade de sua substituição.

A informação de que existem apenas 500 unidades deste tipo de medidor instalados em Piracicaba sugere que este lote possa ser substituído para análises e, sobretudo, com vistas a medição justa dos volumes consumidos e recuperação de receita para o SEMAE.

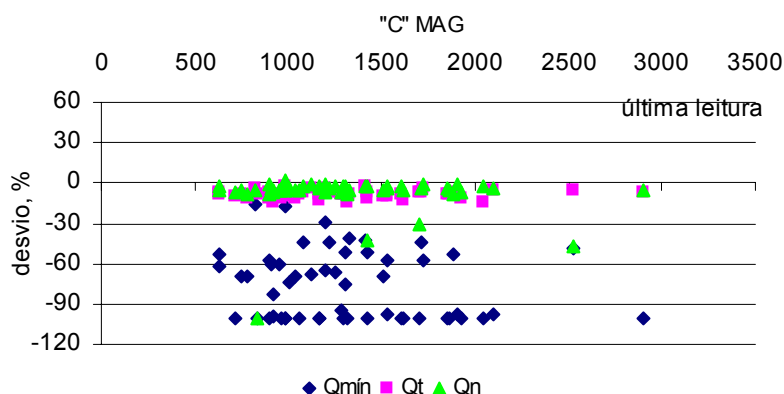


Figura 06 – desvios dos hidrômetros de marca “C” e acionamento magnético

#### d) MARCA “D”

Estes medidores foram os primeiros medidores fabricados pela indústria “D”, com acionamento magnético e relojoaria orientável conforme os padrões do SEMAE, e apresentam entre 9 e 10 anos de idade.

Os resultados dos desvios obtidos em laboratório indicam fortes erros de medição na  $Q_{min}$ , embora em magnitudes menores que as observadas nos medidores da marca “C”.

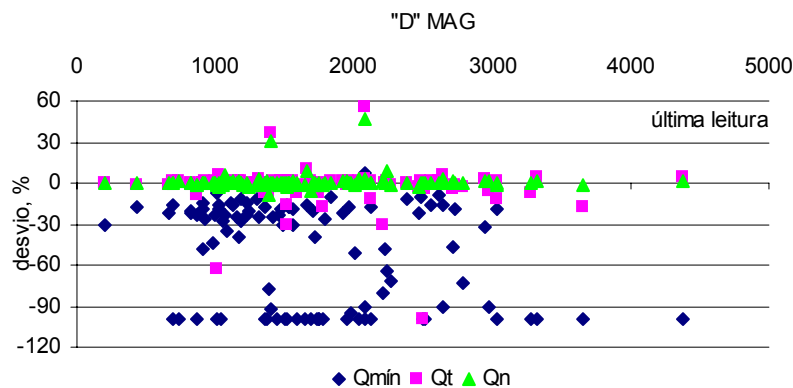


Figura 07 – desvios dos hidrômetros de marca “D” e acionamento magnético

Uma análise de sensibilidade, na qual a aferição sob vazão mínima deste medidor foi repetida para 10 peças ensaiadas, revelou a inexistência de um padrão de comportamento de seus desvios, possivelmente em função do acoplamento magnético.

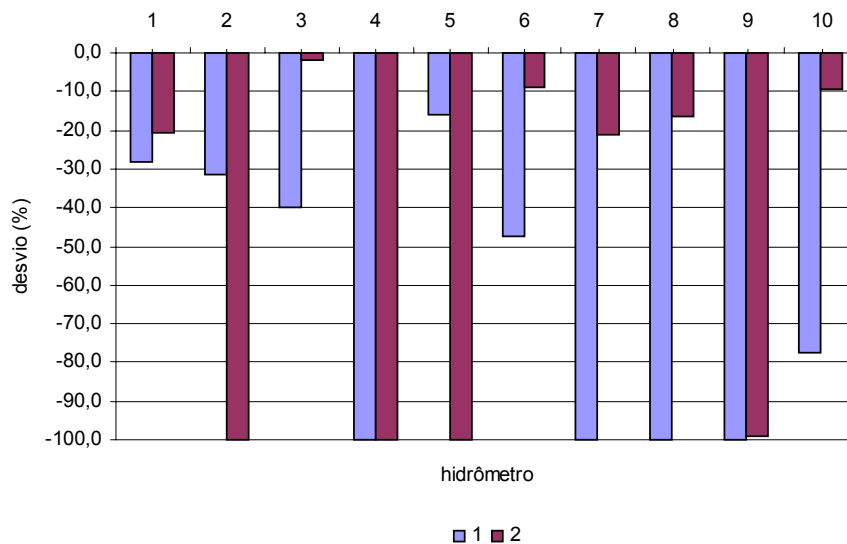


Figura 08 – repetição de ensaios para 10 medidores de marca “D”

### e) RESULTADOS FINAIS

A análise dos sete modelos principais e mais antigos de hidrômetros instalados sugere a substituição dos medidores de acionamento mecânico da marca “A”, mesmo daqueles com kits de medição.

Os hidrômetros “C” são de instalação relativamente recente e de tecnologia relativamente moderna (magnéticos). Entretanto, a análise de seus desvios na Qmin aponta para a necessidade de sua substituição.

O fato de haver apenas cerca de 500 destes medidores no município, somado à segurança do investimento em função dos baixos desvios-padrão observados, indica que todo o lote possa ser substituído e ter seus resultados monitorados.

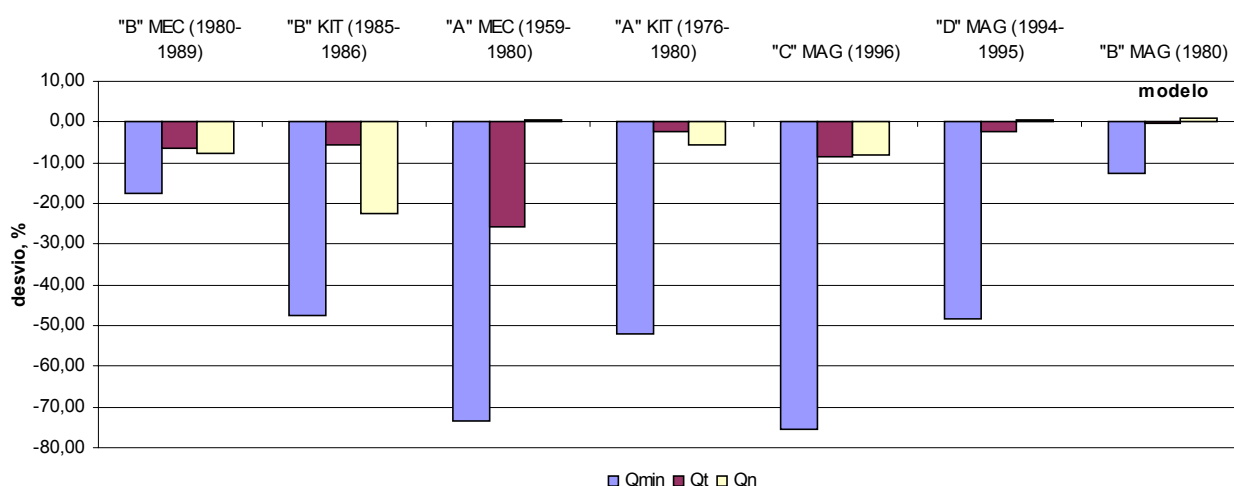


Figura 09 – resumo dos desvios observados por marca

Os hidrômetros substituídos para elaboração deste estudo permitem uma estimativa da recuperação de receita e amortização dos investimentos em micromedição. A Tabela 01 apresenta estimativas destas recuperações considerando tarifas e consumos mínimos nas residências.



modelo	amostras	média e desvio-padrão			invest.* (hidros)	recuperação receita		amort. mínima dos invest.
		Qmin	Qt	Qn		unit.**	total/mês	
"B" MAG (1980)	81	-12,66 28,78	-0,46 17,24	0,95 3,23	2.592,00	1,48	119,98	22
"B" MEC (1980-1989)	129	-17,59 34,07	-6,55 27,72	-7,52 12,71	4.128,00	2,06	265,47	16
"B" KIT (1985-1986)	24	-47,54 41,48	-5,71 13,41	-22,52 23,88	768,00	5,56	133,50	6
"D" MAG (1994-1995)	103	-48,40 37,66	-2,36 14,57	0,72 5,89	3.296,00	5,66	583,30	6
"A" KIT (1976-1980)	16	-52,19 44,44	-2,50 6,57	-5,81 6,41	512,00	6,11	97,70	5
"A" MEC (1959-1980)	104	-73,48 39,71	-25,63 46,88	0,47 23,50	3.328,00	8,60	894,11	4
"C" MAG (1996)	54	-75,68 25,16	-8,31 2,79	-8,11 15,43	1.728,00	8,85	478,12	4
<b>TOTAL</b>	<b>430</b>	<b>-46,79</b>	<b>-7,36</b>	<b>-5,97</b>	<b>13.760,00</b>		<b>2.452,20</b>	

\* considerando apenas custo do hidrômetro em substituição (cerca de R\$32,00/peça);

\*\* considerando erro na Qmin, para consumo médio de 10m³/mês e tarifa mínima (somente água) de R\$1,17/mês.

Tabela 01 – resumo dos desvios e recuperações por marca

Entretanto, dado que os consumos em parcela considerável das ligações são maiores que o valor mínimo de 10m³/mês, as cifras recuperadas devem ser seguramente maiores.

A existência de rotinas computacionais para seleção de hidrômetros e monitoramento dos resultados das substituições permitirá a elaboração de estimativas mais sólidas de recuperação de receita e amortização de investimentos.

Em tempo, cabe salientar que a substituição de hidrômetros colabora, também, para a leitura mais fácil e segura dos volumes consumidos, em função da perda de transparência das cúpulas com sua exposição às intempéries e/ou condensação de água interna em medidores antigos. Assim, o rendimento final dos serviços de leitura de hidrômetros é otimizado.

Com a substituição dos hidrômetros, ainda, o SEMAE Piracicaba cumpre a determinação do INMETRO que exige a existência e boa conservação dos lacres nos medidores. Nos hidrômetros mais antigos estes lacres são raros e, quando existentes, apresentam péssimo estado de conservação.

## CONCLUSÕES

A substituição de hidrômetros justifica-se como prática preventiva uma vez que estes medidores não admitem ajustes dos erros de medição, principalmente em função de seu desgaste.

Além de exigência legal, o controle dos desvios de medição assume papel fundamental na entrada de receita da empresa de saneamento que os mantém e garante recolhimento justo das tarifas referentes aos serviços prestados.

Diante de diversos modelos, marcas e idades, é imprescindível o conhecimento do comportamento específico dos erros de cada tipo de medidor.

Assim, os estudos realizados permitem a tomada de decisões quanto a manutenção preventiva de hidrômetros com segurança, com base em valores reais e obtidos sistematicamente em ensaios de laboratório.

Nestes termos, é possível a definição de Procedimentos de Manutenção Preventiva na Micromedição com os seguintes objetivos básicos:

- Atualizar parque de hidrômetros com idade máxima dos medidores igual a 10 anos;
- Estabelecer um programa final de manutenção preventiva para atualização do parque de hidrômetros, no qual o volume de substituições será aquele necessário e suficiente para manter o parque com idade máxima de 10 anos;
- Manter os desvios de medição dentro de limites aceitáveis através de monitoramento contínuo; e
- Por último, mas não menos importante: recuperar receita.

## BIBLIOGRAFIA

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1996).** NBR 8009: Hidrômetro taquimétrico para água fria até 15,0 m<sup>3</sup>/h de vazão nominal - Terminologia. Rio de Janeiro, Brasil.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1996).** NBR 8195: Hidrômetro taquimétrico para água fria até 15,0 m<sup>3</sup>/h de vazão nominal – Método de ensaio. Rio de Janeiro, Brasil.

**INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (2000).** Portaria 246 de 17 de outubro de 2000. INMETRO, Brasil.

**MANZI, D. (2004).** Determinação de parâmetros do modelo pressão-vazamento para setor de distribuição de água da cidade de Piracicaba, SP. *Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo*. Orientador: Prof. Dr. Rodrigo de Melo Porto. 93p.