



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

AVALIAÇÃO DA SUBMEDIÇÃO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS DE INTERESSE SOCIAL LOCALIZADAS EM CAMPINAS

Leonel Gomes Pereira (1); Marina Sangoi de Oliveira Ilha (2)

(1) Departamento de Arquitetura e Construção – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual de Campinas, Brasil – e-mail: galleo@uol.com.br

(2) Departamento de Arquitetura e Construção – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual de Campinas, Brasil – e-mail: milha@fec.unicamp.br

RESUMO

Estima-se que atualmente cerca de 15% do volume de água potável produzido no Brasil seja perdido em função da submedição, causada principalmente pelo superdimensionamento dos medidores, ou por algum fator externo ao mesmo. Em sistemas de abastecimento indireto, é comum a ocorrência de baixas vazões, devido ao tipo de dispositivo de controle empregado no abastecimento do reservatório, ou seja, válvulas de bóia convencionais. Este trabalho apresenta um estudo de caso desenvolvido em um setor de abastecimento de água na cidade de Campinas, composto por um macromedidor e aproximadamente 250 ligações, com o objetivo de determinar o volume não contabilizado (perdas) por submedição, identificar suas causas e obter, assim, subsídios necessários ao desenvolvimento de ações que conduzam à otimização da medição deste insumo. A coleta de dados foi efetuada através da instalação de medidores volumétricos em série com os medidores das edificações selecionadas e aferição dos medidores em faixas de vazão determinadas. Foi efetuada também a medição pontual da pressão no cavalete do hidrômetro, com o auxílio de manômetro analógico. O estudo permitiu verificar o volume de água não contabilizado pelo hidrômetro, o conhecimento do comportamento das vazões no setor abordado, a avaliação dos medidores instalados quanto à precisão da medição e também a identificação das perdas nos por submedição.

Palavras-chave: medição de água, consumo de água, erro de medição.

ABSTRACT

In Brazil it's estimated that 15% of produced water is lost caused by under measurement mainly because of oversized meters working with low flow or by another external cause. In indirect supply systems the low flow is common due to the type of control device used in the supply system such as conventional floating faucets used in reservoirs in Brazil. This paper presents a study case developed in a water supply sector in the city of Campinas, composed by a network meter and 250 residential single meters, with the objective of identifying the volume lost by under measurement, their causes and by doing so improve the process to optimize the measurement. The data was obtained by installing volumetric meters in line with the residential meters selected and the accuracy was reached in predetermined flows. The work pressure of the system was read near the hydrometer with an analogical manometer. The paper presents the determination of the water volume not considered by the meter, the determination of the behavior of flows, the evaluation of installed meters accuracy and the lost identification by under measurement.

Keywords: water metering, water consumption, metering error.

1 INTRODUÇÃO

É crescente a preocupação da sociedade com a escassez de água, especialmente nas regiões com grande densidade populacional. Cada vez mais são adotadas pelas instituições medidas visando à redução do consumo deste insumo.

Até mesmo as empresas de saneamento já demonstram a sua preocupação com o problema, um exemplo disso é a criação do Programa de Uso Racional da Água (PURA), uma parceria entre a SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) e a EP-USP (Escola Politécnica da Universidade de São Paulo) com o objetivo de implementar novas tecnologias para a economia de água e também conscientizar os seus usuários diretos, nos mais diversos tipos de edificações existentes (PURA-USP, 2005).

Segundo Nielsen (2003), a população de uma cidade e as suas atividades permitem compor um quadro sócio-econômico dos usuários de um sistema de abastecimento de água (SAA). Estes usuários têm um comportamento determinado por suas necessidades, hábitos e ocupações. O Saneamento é uma das necessidades básicas dos usuários que também se ocupam com atividades educacionais, sociais, comerciais, industriais e outras mais e portanto, consomem água.

Assim de um lado tem-se a população com suas necessidades e, de outro, os SAA com seus custos, objetivos e metas, e ainda os mananciais de água bruta com as suas limitações naturais. O custo da água tratada e potável varia largamente entre as localidades devido às diversas condições sob as quais a mesma pode ser obtida, captada, tratada, transportada, armazenada e distribuída.

O volume de água consumido pelos usuários de um SAA de água é contabilizado (ou medido) por aparelhos denominados hidrômetros ou medidores de água, os quais são homologados, testados e aprovados. Como resultado de sua totalização, é emitida uma fatura para a cobrança dos volumes consumidos. O hidrômetro deve ser apto a medir com exatidão e estar de acordo com as exigências de metrologia legal. Para que se tenha um baixo índice de perdas físicas e de faturamento, todas as ligações, sem exceção, devem ser equipadas com medidores de água.

Neste sentido, a correta medição dos volumes de água torna-se um importante aliado no combate ao desperdício. Porém, devido às características construtivas dos hidrômetros utilizados no país e também às exigências das normas brasileiras, que indicam a necessidade de reservatórios de água nas edificações, a submedição está presente em quase todas as ligações de água, e a sua magnitude depende não somente das características dos medidores utilizados como também dos hábitos dos usuários.

A seleção de um medidor de água adequado é governada por muitas variáveis, incluindo o seu custo e também a relação custo/benefício. A situação ideal seria onde o rendimento da medição fosse 100%, ou seja, que toda água que passasse pelo medidor fosse integralmente medida com plena exatidão, porém, em termos reais, nem sempre esta situação é possível e/ou viável. A criação de setores típicos de abastecimento, o levantamento do perfil de consumo e a conseqüente elaboração dos histogramas de consumo que determinem a intensidade, frequência e duração das vazões possibilitam o dimensionamento mais adequado dos medidores de água.

Conforme Coelho (1996), o estudo de setores típicos de abastecimento tem-se constituído em uma estratégia muito adotada para o conhecimento com profundidade dos aspectos que condicionam o funcionamento de um setor da rede de distribuição de água. Desta forma, com o conhecimento da situação real em que operam as redes de distribuição de água, podem ser estabelecidas políticas que permitam otimizar a operação em termos técnicos e comerciais, garantindo a viabilidade econômica e financeira da empresa. É comum, no Brasil, empresas de saneamento básico operarem com índices de perdas entre 40 e 50%. Se considerarmos que estas são indústrias de beneficiamento de água, isso é inaceitável, principalmente tendo em vista a crise econômica mundial hoje vivida.

Segundo Nielsen (2003), uma medição de boa qualidade consiste naquela que pode ser chamada de “correta” ou, melhor ainda, que seja justa, a qual pode ser exemplificada como:

- um sistema de abastecimento de água que contabilize eventuais fugas que possam ocorrer nos imóveis dos usuários e onde não ocorra uma submedição significativa;
- os usuários tenham a segurança que não ocorre sobre-medição;
- os usuários se assegurem que não ocorre o desperdício de água e o seu conseqüente encarecimento.

Os hidrômetros são equipamentos usados para fazer a medição do volume de água fornecido aos usuários e conseqüentemente gerar receita. Portanto, deve-se dar especial atenção para que as respectivas curvas características de erros tenham estabilidade ao longo do tempo, sejam adequadas aos perfis e histogramas de consumo e a classe metrológica dos mesmos seja compatível com a elevada freqüência das baixas e médias vazões. A classe metrológica, a sensibilidade (vazão de início de funcionamento) e o subdimensionamento podem ser considerados inclusive para a medição e detecção de vazamentos e de outros consumos involuntários.

A submedição é definida por Nielsen (2003) como: “situação de medição ineficaz, causada principalmente por superdimensionamento do medidor, ou por fato externo ao mesmo, provocando perda de sensibilidade e conseqüente totalização a menor de volume efetivamente escoado.”

No Brasil, os hidrômetros são fabricados de acordo com a NBR NM 212 (ABNT, 1999), que estabelece as características técnicas e metrológicas, além dos métodos de ensaio para os modelos de medidores velocimétricos de água potável fria até 15 m³/h. Os medidores também devem estar em conformidade com a Portaria n° 246 (INMETRO, 2000). De acordo com o item 6.4.4.6 da referida portaria, os erros máximos admissíveis na indicação do volume medido pelos hidrômetros são:

- $\pm 5 \%$ entre a vazão mínima, Q_{min} (inclusive), e a vazão de transição, Q_t ;
- $\pm 2 \%$ entre Q_t (inclusive), e a vazão máxima, Q_{max} .

Os hidrômetros em uso, conforme, item 8.5 dessa mesma Portaria, somente devem ser aprovados em verificações periódicas eventuais se os seus erros máximos admissíveis não ultrapassarem a:

- $\pm 10 \%$ entre Q_{min} (inclusive) e Q_t ;
- $\pm 5 \%$ entre Q_t , (inclusive) e Q_{max} .

Entende-se por vazão mínima de um medidor a menor vazão na qual o hidrômetro fornece dados que não possuam erros superiores aos máximos admissíveis. A vazão de transição é definida como vazão em escoamento uniforme, que define a separação dos campos de medição inferior e superior. Já a vazão máxima é a maior vazão na qual o hidrômetro é exigido a funcionar por um curto período de tempo, dentro dos seus erros máximos admissíveis, mantendo seu desempenho metrológico quando posteriormente for empregado dentro de suas condições de uso. Por fim a vazão nominal é a maior vazão nas condições de utilização nas quais o medidor é exigido para funcionar de maneira satisfatória dentro dos erros máximos admissíveis (INMETRO, 2000).

Conforme Sanchez (2000), o índice de submedição de água em geral pode variar de 8 a 23,4%.

Inserido nesse contexto, o presente trabalho objetiva avaliar o índice de submedição de água existente em edificações de interesse social, tendo como objeto de estudo um setor de abastecimento de água da cidade de Campinas, o qual possui 250 ligações de água e, a partir disso propor soluções para este problema.

2 METODOLOGIA

A questão de pesquisa que motivou o desenvolvimento desse trabalho é a seguinte: qual é o índice de submedição de água em edificações unifamiliares térreas interesse social localizadas em Campinas tendo em vista as baixas vazões de alimentação verificadas no sistema de abastecimento de água indireto com reservatório superior alimentados por torneira de bóia?

2.1 SELEÇÃO DO LOCAL PARA A REALIZAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO EM CAMPO

O local escolhido foi o bairro Jardim Garcia, que possui aproximadamente 250 imóveis de características semelhantes. Foram selecionadas aleatoriamente 24 residências para a coleta dos dados, tendo em vista o numero de equipamentos de aquisição de dados e o tempo disponível para a realização da pesquisa. A Figura 1 apresenta o setor de abastecimento selecionado.

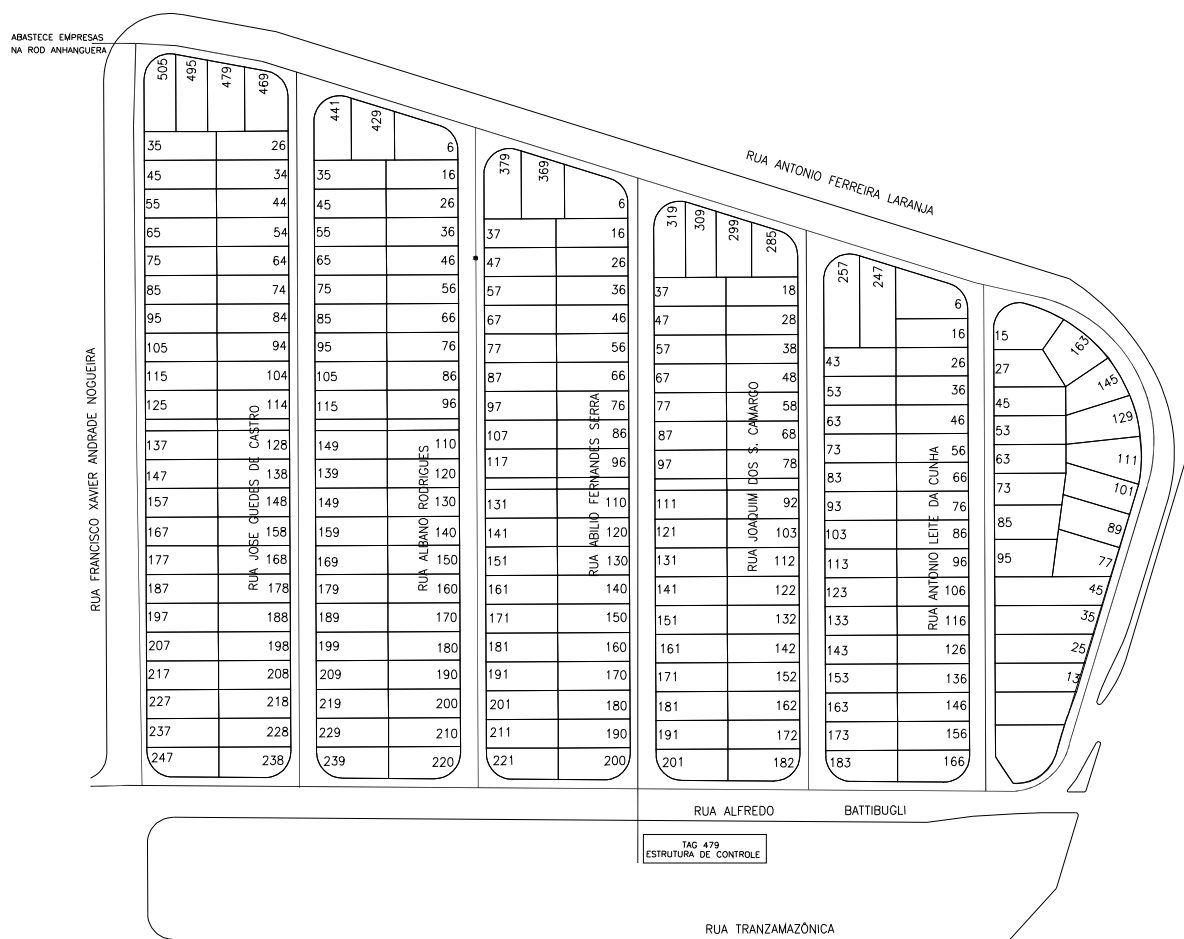


Figura 1 – Setor de abastecimento selecionado para a realização da investigação de campo.

2.2 COLETA DOS DADOS

Para a coleta e armazenamento dos dados, foram empregados sistemas de aquisição eletrônica, que recebem sinais digitais ou analógicos do hidrômetro e os convertem em vazão e volume. Todos os dados coletados foram armazenados na memória do equipamento. Foram também utilizados medidores-padrão que são hidrômetros previamente aferidos com grau de precisão maior que o equipamento instalado na edificação. Para o estudo em questão foram utilizados medidores volumétricos que são equipamentos capazes de medir vazão a partir de 2 L/h. A curva de calibração média dos medidores empregados é apresentada no Gráfico 1.

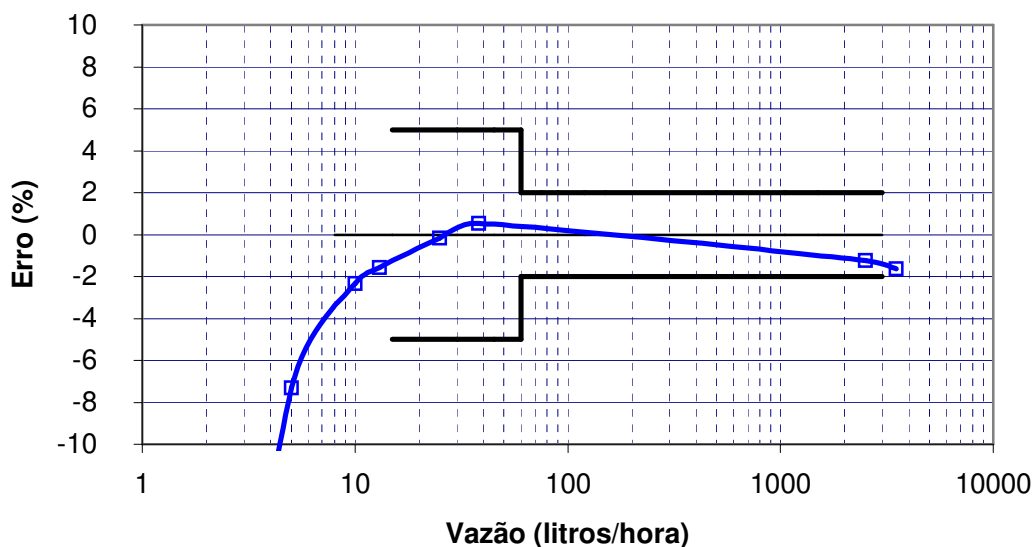


Gráfico 1 – Curva de calibração média dos medidores-padrão.

A coleta de dados foi feita através de um conjunto de mangueiras e adaptadores flexíveis que possibilitaram a instalação do medidor-padrão em série com o medidor existente na edificação. Desta forma, toda a coleta de dados foi realizada sem qualquer prejuízo à leitura e ao faturamento mensal do consumo da residência, não conflitando com o serviço da empresa de saneamento local.

No ato da instalação dos equipamentos também foram coletadas informações acerca da pressão disponível por meio de um manômetro analógico. A coleta de dados foi efetuada durante 7 dias.

2.3 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS PARA ANÁLISE

Os dados de vazão coletados foram distribuídos em faixas previamente determinadas, juntamente com os períodos de trabalho em cada uma delas, conforme apresentado na Tabela 1. Essas faixas foram definidas em função das vazões normatizadas para os medidores existentes no Brasil e também como estabelece a Portaria nº 246 (INMETRO, 2000).

Tabela 1 – Faixas de vazão utilizadas (litros/hora).

De	0	8	15	30	45	60	75	90	120	150	500	750	1050
A	8	15	30	45	60	75	90	120	150	500	750	1050	1500

Após a coleta os medidores existentes em cada ponto foram substituídos e aferidos para a obtenção dos erros apresentados em cada faixa de vazão indicada anteriormente. Os medidores retirados foram substituídos por novos equipamentos previamente aferidos.

3 RESULTADOS

O Gráfico 2 apresenta o perfil típico de abastecimento de água do bairro em estudo durante as 24h do dia, composto considerando-se a vazão média de abastecimento em cada hora do dia.

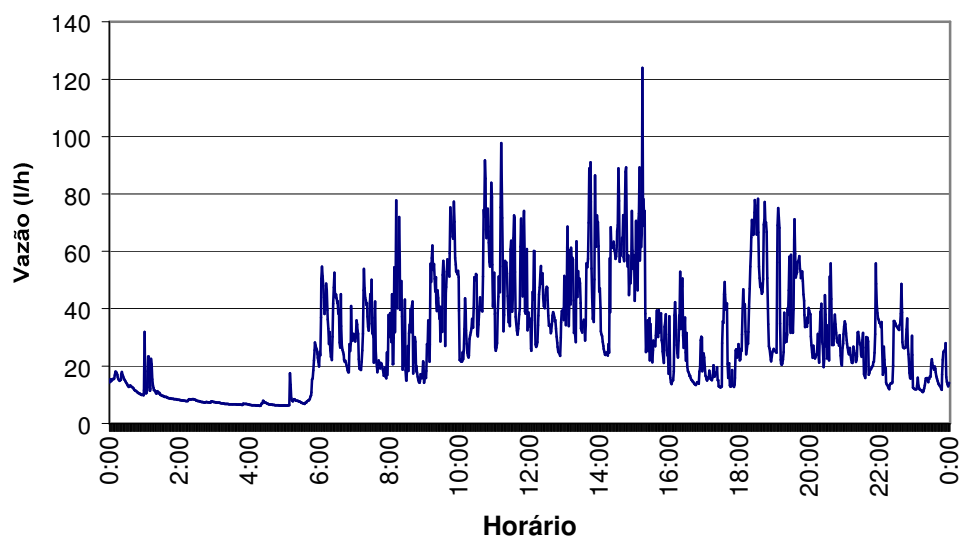


Gráfico 2– Perfil típico de abastecimento – vazões médias

A incidência das vazões médias verificadas em cada hora do dia, considerando-se as faixas apresentadas anteriormente da Tabela 1, pode ser visualizada no Gráfico 3

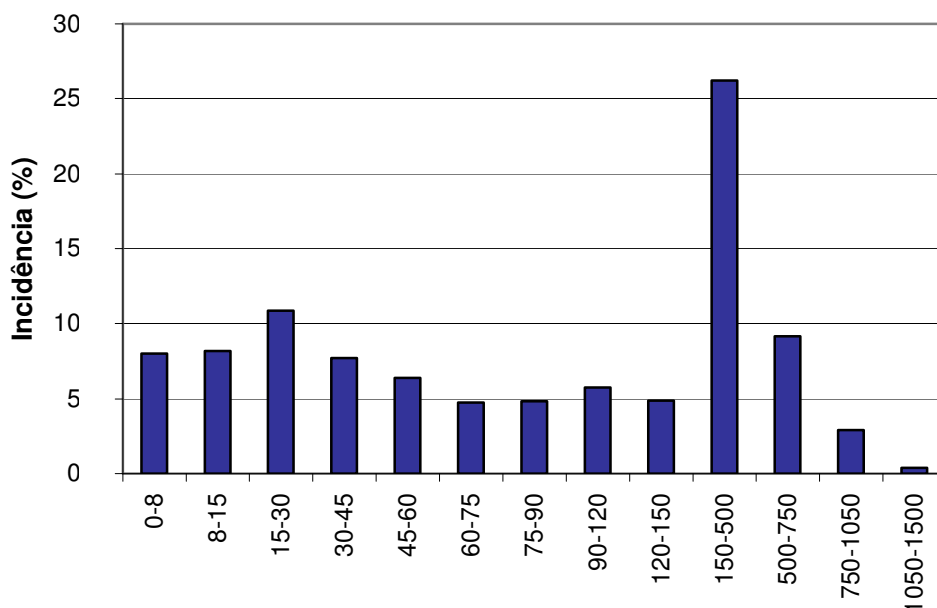


Gráfico 3– Incidência de vazões médias nas faixas de vazão estipuladas nesse estudo.

Verifica-se que as vazões médias horárias estão distribuídas nas diferentes faixas estipuladas, existindo uma concentração (um pouco mais de 25% dos valores medidos) na faixa de 150 a 1500 L/h.

Os hidrômetros que estavam instalados inicialmente em cada ponto de coleta possuíam datas de instalação e marca diversas porém todos de classe metrológica B com diâmetro $\frac{3}{4}$ " e vazão de 3.0m³/h. Os medidores instalados após o levantamento possuem a mesma classe metrológica e diâmetro, apenas a vazão é de 1.5 m³/h. Na Tabela 2 são apresentadas as vazões normalizadas para cada um dos dois tipos de medidores citados.

Tabela 2 – Vazões normalizadas dos medidores de classe metrológica B utilizados na investigação em campo.

Tipo de hidrômetro	Q min (l/h)	Qt (l/h)	Qn (l/h)	Q max (l/h)
Ø $\frac{3}{4}$ " x 3.0 m³/h	30	120	1500	3000
Ø $\frac{3}{4}$ " x 1.5 m³/h	15	60	750	1500

Fonte : NBR NM 212 (ABNT, 1999).

Desta forma, distribuindo-se as vazões apresentadas no Gráfico 3 nas faixas de vazão apresentadas na Tabela 2, de acordo com as características de cada medidor e em conformidade com as normas, obtém-se os percentuais por faixa de medição apresentados no Gráfico 4 para os dois medidores considerados.

Observa-se que, para o medidor Ø $\frac{3}{4}$ " x 3.0 m³/h aproximadamente 25% do volume apurado está concentrado em vazões abaixo da mínima (Tabela 2), enquanto no medidor Ø $\frac{3}{4}$ " x 1.5 m³/h é de aproximadamente 15%. Estes percentuais, embora significativos, estão fora da faixa de medição do

medidor estabelecida pela NBR NM 212: se até 25% do volume deixar de ser efetivamente medido pelo hidrômetro, ainda sim, o mesmo estará em conformidade com a referida norma e com a portaria do INMETRO.

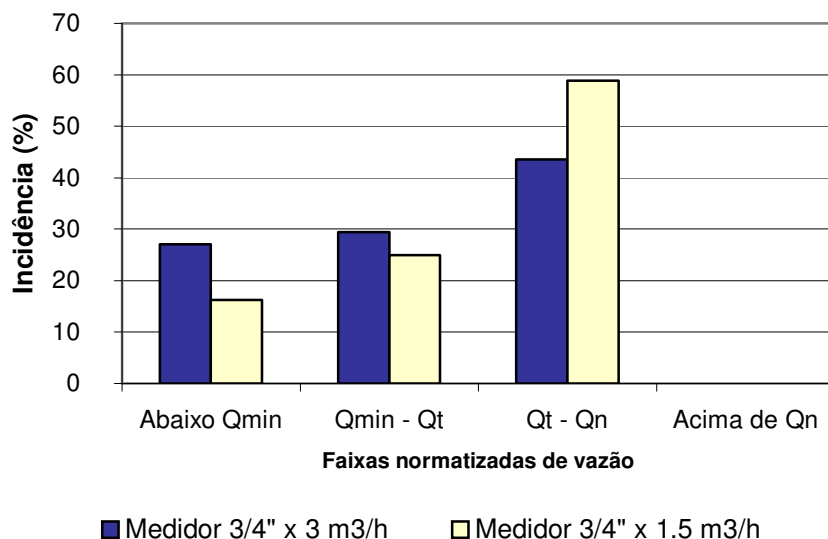


Gráfico 4– Incidência das vazões medidas nas faixas de vazão normalizadas para os medidores utilizados na investigação.

Os medidores também foram aferidos em 13 faixas de vazão e não somente nas 3 constantes na NBR NM 212. Através das aferições individuais, obteve-se uma aferição média, determinando-se a curva característica dos medidores onde foi inserida a curva do medidor-padrão obtida anteriormente, conforme ilustra o Gráfico 5.

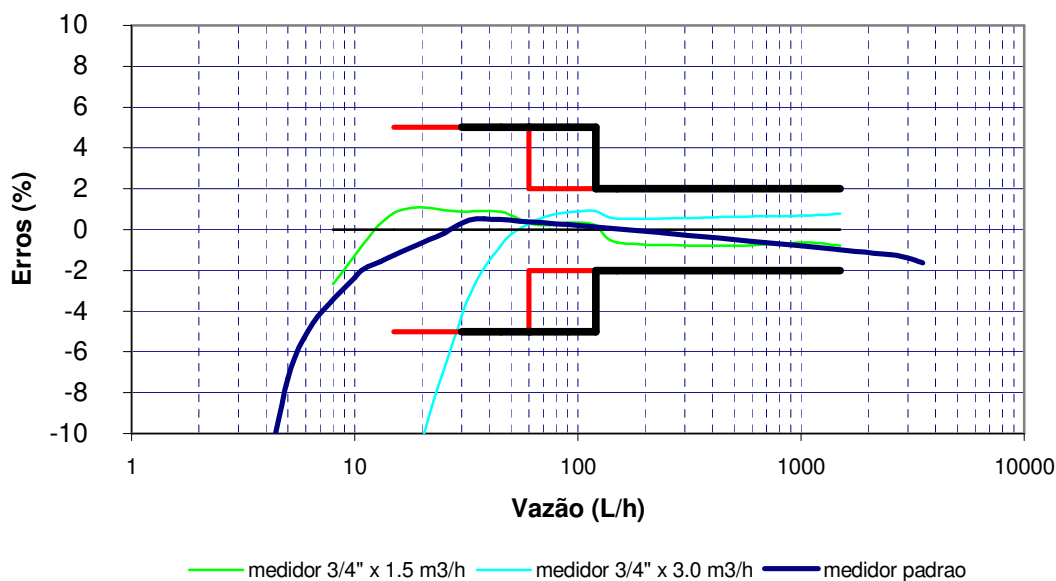


Gráfico 5- Curva característica média dos medidores classe B e do medidor-padrão.

Os resultados foram aplicados ao perfil típico obtido. Os volumes não medidos em cada faixa foram totalizados e através da divisão do volume não medido pela média de consumo mensal da ligação foi obtido o índice de submedição para os medidores retirados e para os medidores novos instalados. A Tabela 3 apresenta os resultados encontrados.

Tabela 3 – Índice de submedição encontrado na investigação realizada.

Vazão Faixas (l/h)	Hidrômetro Substituído		Hidrômetro novo instalado	
	3/4" x 3 m3/h		3/4" x 1.5 m3/h	
	Erros	Volume	Erros	Volume
0-8	-100,00%	-1456,54	-100,00%	-1456,54
8-15	-66,35%	-986,66	-2,67%	-39,65
15-30	-18,11%	-357,04	0,83%	16,30
30-45	-4,24%	-59,26	0,88%	12,31
45-60	-0,78%	-9,01	0,88%	10,16
60-75	0,28%	2,40	0,30%	2,58
75-90	0,69%	6,05	0,23%	1,99
90-120	0,85%	8,84	0,34%	3,55
120-150	0,89%	7,89	0,21%	1,87
150-500	0,53%	25,30	-0,62%	-29,34
500-750	0,63%	10,44	-0,79%	-13,15
750-1050	0,70%	3,68	-0,62%	-3,28
1050-1500	0,79%	0,55	-0,78%	-0,54
Volume total não medido	-2803,38		-1493,75	
Índice de submedição	-15,46%		-8,24%	

Vale ressaltar por fim que vários fatores podem ter contribuído para a caracterização do perfil local com predominância de vazões baixas, dentre eles:

- todos os imóveis possuem reservatório de água (não há abastecimento direto para a residência como um todo);
- o baixo número de pontos alimentados diretamente da rua (torneiras de jardim e chuveiros);
- o controle de pressão existente no setor de abastecimento analisado, que reduz as vazões mesmo na utilização de pontos alimentados diretamente pela rede pública e
- o baixo consumo mensal médio por residência, se comparado às características do abastecimento, que é contínuo (24h por dia) e a capacidade metrológica dos medidores.

Conclui-se que para a tipologia analisada o medidor classe B de Ø ¾" x 1.5 m³/h apresenta melhores resultados se comparado ao medidor classe B de Ø ¾" x 3.0 m³/h considerando-se apenas as vazões normatizadas e o perfil de abastecimento obtido. Embora não haja diferenças significativas de custo entre os dois modelos de hidrômetros apresentados, o medidor de Ø ¾" x 1.5 m³/h ainda é pouco utilizado pelas companhias de saneamento no Brasil.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo apresentou uma investigação em campo realizada em 24 residências em um setor de abastecimento de água na cidade de Campinas, São Paulo.

A partir da coleta automatizada de dados de vazão, foi determinada a incidência de valores obtidos em faixas de vazão pré-definidas, tomando-se como base a norma brasileira e a portaria do INMETRO relativas ao assunto.

Os hidrômetros existentes foram depois substituídos por outros com a mesma classe metrológica e diâmetro, porém com uma vazão igual à metade daquela existente anteriormente.

Os resultados obtidos indicaram um índice de submedição de 15,5% para o hidrômetro de maior vazão e de 8% para o de menor valor dessa grandeza.

Destaca-se, por fim, que a submedição é apenas um dos problemas associados à contabilização dos volumes consumidos. Existem também erros decorrentes da ação do usuário, relacionados a falhas do sistema de abastecimento de água e devido a problemas com os equipamentos, os quais devem ser também observados.

5 REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 212/1999**. : Medidores Velocimétricos de Água Fria até 15,0 m³/h;. 1999.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5426/1985**. : Plano de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. 1985.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8009/1997**. : Hidrômetro Taqueométrico para Água Fria até 15,0 m³/h de Vazão Nominal - Terminologia. 1997.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8194/1997**. : Hidrômetro Taqueométrico para Água Fria até 15,0 m³/h de Vazão Nominal. 1997.
- ACTARIS. **Catálogo de Produtos**. São Paulo, 2002.
- COELHO, A.C. **Medição de Água Política e Prática**. 1 ed. Recife: Comunicarte, 1996. 360 p.
- NIELSEN, M.J.; JUAREZ, T.; BONATO, A.; SACHET M.A.C. **Medição de Água - Estratégias e Experimentações**. 1 ed. Curitiba: Optagraf, 2003. 200 p.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO. **Portaria nº 246 de 17 de outubro de 2000** : Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial.. 2000.
- OLIVEIRA, L.H.; GONÇALVES, O. M. **Metodologia Para Implantação de Programa de Uso Racional de Água em Edifícios**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1999. 14 p. Boletim Técnico BT/PCC/247.
- PURA-USP PROGRAMA DE USO RACIONAL DA ÁGUA Disponível em: <<http://www.pura.poli.usp.br>>. Acesso em: 20/02/2005.
- SANCHEZ, J.G.;MOTTA, S.A.; ALVES, W.C. **Estimativa de volume de água não medido em ligações residenciais por perda de exatidão nos hidrômetros, na cidade de Juazeiro – BR**. Rio de Janeiro: ABES, 2000. p. 1-14.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Sociedade de Abastecimento e Saneamento S/A – SANASA Campinas, em especial à Gerência de Controle de Perdas e Sistemas (Eng^a Lina C. Adani) e ao Setor de Micromedição e Uso Racional (Eng^o Maurício André Garcia e funcionários).