PERDA APARENTE POR SUBMEDIÇÃO E REDUÇÃO DAS PERDAS DE ÁGUA PELA SUBSTITUIÇÃO DE HIDRÔMETROS

Fabio Correa Oliveira[(1)]
Leandro Balçanelli[(1)]
Wadnawer Roberto Manzato[(1)]
Evaldo Miranda Coiado[(2)]
(1) Estudantes de Engenharia Civil da Faculdade Anhanguera de Jundiaí. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).
(2) Professor (Orientador TCC) da Faculdade Anhanguera de Jundiaí (Anhanguera Educacional S.A). Professor Livre Docente em Hidráulica pela Unicamp. Doutor em Engenharia Hidráulica pela EPUSP. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela EESC-USP. Engenheiro Civil pela UFMT.

Endereço[(2)]**:** Rua do Retiro, 3000 – Retiro-Jundiaí – São Paulo - CEP: 13209-002 - País – Brasil
Tel: +55 (11) 4521-7835 - e-mail: **emcoiado@yahoo.com.br – (55) (19) 2121-2405**

RESUMO

Apresenta-se uma análise dos efeitos no registro do consumo de água após a troca de um número superior a 30.000 hidrômetros, com mais de 10 anos de uso, na cidade de Jundiaí, Estado de São Paulo. Para se verificar o comportamento das submedições de vazões por hidrômetros foram ensaiados, numa bancada de aferição, três hidrômetros diferentes. Os resultados desses ensaios são apresentados. São mostrados também os resultados de uma pesquisa sobre o efeito da presença da caixa de água elevada, constituída de torneira bóia, nas perdas de água aparente por submedição. Como conclusões principais, destacam-se: 1) Quanto menor for a vazão mínima do hidrômetro, um maior consumo de água será registrado, resultando na redução das perdas de água aparente; 2) A troca de hidrômetros velhos na cidade de Jundiaí resultou num significativo aumento do volume de água medido, chegando na ordem 85 600 m^3 nos seis meses posteriores às trocas, em comparação aos seis meses anteriores às trocas.; 3) A presença de caixa de água elevada, com torneira bóia, reduz o valor médio dos volumes mais freqüentes consumidos, da ordem de 50%, resultando numa elevação das perdas aparentes por submedição.

PALAVRAS-CHAVE: substituição de hidrômetros, perdas aparentes, efeitos torneira bóia.

INTRODUÇÃO

Hoje em dia, a busca pela redução das perdas de água pelas companhias de saneamento está em foco devido as previsões de escassez de água no futuro. São muitas as tentativas para reduzir essas perdas, como a troca de tubulações antigas de ferro por tubulações de PVC, trabalhos de caça vazamentos, substituição de hidrômetros, entre outras.

Os problemas de abastecimento de água no Brasil devem-se principalmente à falta de eficiência na produção e distribuição de água, pois as perdas nos locais de menor disponibilidade de recursos hídricos variam de 40% a 70% dos volumes produzidos. Portanto, em grande parte, cabe às companhias de saneamento melhorar a eficiência do sistema de abastecimento, e não apenas aumentar a produção, resultando com isto um desvio de recursos financeiros para serem investidos em outras áreas do saneamento, como tratamento de esgotos e resíduos sólidos (REBOUÇAS, 2004, apud SILVA, 2008).

Segundo Silva (2008), a partir de discussões em que a água começa a ser tratada não mais como um produto inesgotável, e sim como um bem econômico, social e ambiental, surgiram os programas de controle de perdas em sistemas de abastecimento. Segundo Silva (2008), as perdas de água são classificadas em perdas reais e perdas aparentes. As perdas reais originam-se de vazamentos que podem surgir em todo o sistema, desde a captação até a entrega ao consumidor, bem como a água perdida no processo de produção e distribuição, como lavagem de filtros e descargas. As perdas aparentes, por sua vez, relacionam-se às ligações clandestinas ou não cadastradas, medidores parados ou com submedição, fraudes em hidrômetros, dentre outros.

Os hidrômetros são os grandes aliados das companhias de saneamento na redução das perdas de água, pois são através deles que é registrado o consumo de água de um imóvel. Conhecer os erros na medição dos hidrômetros é de fundamental importância no combate às perdas de água no sistema de abastecimento público.

"Medir é a chave em qualquer ação de uso eficiente da água", a respeito da necessidade das macro e micro medições de vazões em todo o processo de abastecimento de água, desde a captação até a entrega ao usuário, como forma de se conhecer a realidade para estabelecer modelos e planejar as ações futuras (SILVA, 2008).

Devem-se considerar também as perdas de faturamento, que de acordo com a metodologia adotada pelo Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), apud Silva (2008), pode ser determinada pela relação entre o volume de água produzido e o volume faturado. A utilização de hidrômetros está diretamente relacionada à redução de perdas de faturamento das empresas, que no Brasil tem valor médio de 39%.

Segundo Silva (2008), as empresas com maiores índices de perda são também as que possuem menor índice de micro medição.

Fatores como a seleção de hidrômetros quanto à classe metrológica, a capacidade de medição, influência do uso de reservatórios domiciliares e os tipos de válvulas usados no controle do nível desses reservatórios, impactam diretamente a qualidade da medição, notadamente no que diz respeito à submedição (SILVA, 2008).

Historicamente, o estudo das perdas reais tem recebido maior atenção de todos os setores envolvidos nas ações de combate às perdas e desperdícios, gerando uma maior disponibilidade de estudos e metodologias de quantificação desse tipo de perda. O mesmo não se verifica em relação às perdas aparentes, especialmente em relação à quantificação da submedição (SILVA, 2008).

A imprecisão na medição feita pelos hidrômetros, notadamente a submedição, representa uma parcela significativa das perdas aparentes, cujos valores, segundo Sanchez et al, (2000), apud Silva (2008), variam entre 8,0 a 23,4% dos volumes micromedidos.

Segundo Turri et al. (2009) hidrômetro é o aparelho que mede e registra cumulativamente o volume de água consumido, instalado em cada imóvel ou condomínio pela concessionária de água do município, num local de fácil acesso, sempre livre para facilitar o trabalho de leitura.

Como qualquer outro aparelho de precisão, o equipamento está sujeito a eventuais desgastes que podem comprometer o seu bom funcionamento, decorrente do volume de água que passa por ele, e dos sólidos gerados pelo envelhecimento da tubulação que pode danificá-lo (TURRI et al., 2009).

Ainda segundo Turri et al. (2009), o Inmetro recomenda a troca periódica dos equipamentos, em intervalos não superiores a cinco anos, a fim de manter o padrão na prestação de serviços, e ainda garantir uma medição correta do volume da água consumida nos imóveis. É necessário executar, rotineiramente, as manutenções corretivas e preventivas nos hidrômetros já instalados.

A manutenção corretiva corresponde a substituição dos aparelhos que apresentam algum impedimento de apuração do volume, como por exemplo, vazamentos, ou que estejam parados, danificados ou com vidros embaçados, já a manutenção preventiva tem como alvo os aparelhos antigos ou defasados tecnologicamente (TURRI et al., 2009).

Vários tipos de hidrômetros são utilizados pelas companhias, ao longo dos anos, em virtude da atualização dos já produzidos conforme sua necessidade e característica. Eles são adquiridos de diversos fabricantes e todos são certificados pelo Inmetro por um laudo de verificação metrológica (TURRI et al., 2009).

A utilização de reservatório de água nos imóveis é o grande vilão para as companhias de saneamento, pois para o controle de nível são utilizados registros de vazão tipo bóia que fazem com que os hidrômetros trabalhem em pequenas vazões, não ideais para a correta medição do consumo de água.

OBJETIVO

O objetivo primeiro do trabalho foi estudar as perdas de água aparentes devida a submedição de hidrômetros, principalmente pela presença de registros reguladores de vazão tipo bóia nos reservatórios de distribuição de água dos imóveis, uma vez que esses registros fazem com que os hidrômetros operem em pequenas vazões, não ideais para a correta medição do consumo de água.

Como uma das medidas mitigadoras procurou demonstrar que a redução das perdas aparentes de água pode ser alcançada através da substituição de hidrômetros antigos por hidrômetros novos, pois os desgastes ocorridos nos mecanismos com o passar dos anos causam imprecisão na medição do consumo de água.

MATERIAIS E MÉTODOS

A grandeza básica para a seleção de um hidrômetro é a vazão (ABNT NM, 1999). Assim, cada hidrômetro deve medir uma faixa de valores de vazão estabelecida para a sua categoria, de modo a minimizar o erro. Para valores de vazão abaixo dessa faixa, o erro pode assumir magnitude que foge daquela preconizada pela citada norma.

Neste trabalho foi analisado o comportamento de três categorias de hidrômetros operando com valores de vazões inferiores à da faixa de vazão estabelecida para cada um deles. Foram feitas medições de valores de vazões iniciais muito baixas dos seguintes hidrômetros:

Multijato magnético com Qmax = 3 m^3/h, e valor de vazão de início de funcionamento igual a 8,0 l/h;

Unijato magnético com Qmax=1,5 m^3/h, e valor de vazão de início de funcionamento igual a 4,0 l/h;

Volumétrico com Qmax=1,2 m^3/h, e valor de vazão de início de funcionamento igual a 2,5 l/h.

As medições foram realizadas no Laboratório de Aferição de Hidrômetros da DAE S/A – Água e Esgoto, empresa de saneamento do município de Jundiaí – SP, de acordo com a Portaria INMETRO Nº 246/2000, na qual consta que os valores das vazões reais (Qr) são medidos pelo método volumétrico.

Denominado os valores de vazões registrados pelos hidrômetros de (Qh), os erros são calculados utilizando a seguinte equação:

$$E = \frac{Qh - Qr}{Qr} \cdot 100 \quad \text{em (\%)} \qquad \text{equação (1)}$$

Foram feitas medições considerando as seguintes vazões: Vazões mais baixas de início de funcionamento; Metade da vazão mínima = $(Q_{min.})/2$; Vazão mínima = Q_{min}; Vazão de transição = $Q_{trans.}$; Vazão nominal = $Q_{nom.}$

Para se verificar o efeito, da presença de registros reguladores de vazão tipo bóia nos reservatórios de distribuição de água dos imóveis, foram utilizados os dados parciais de Cobacho et al. (2007) apresentados por Silva (2008), referentes a medições realizadas em 46 residências na Costa da Espanha, quanto ao uso do abastecimento direto e do misto com abastecimento feito por caixa de água.

Como uma das medidas mitigadoras para a redução das perdas aparentes de água, os resultados da troca de um número superior a 30.000 hidrômetros, com mais de 10 anos de uso, na cidade de Jundiaí, Estado de São Paulo foram analisados.

RESULTADOS E ANÁLISES

Medições realizadas no Laboratório de Aferição de Hidrômetros da DAE S/A - Jundiaí

Nas tabelas 1, 2, 3 são apresentados os valores das vazões e dos erros calculados com a equação (1), referentes aos três hidrômetros ensaiados, respectivamente.

Tabela 1: Hidrômetro multijato magnético com Qmax = 3 m³/h.

HIDRÔMETRO Qmax = 3m³/h	l/h	ERRO (%)
Início de funcionamento	**8,00**	**-40,00**
Q_{min} / 2	**15,00**	**-13,90**
Q_{min}	**30,00**	**1,90**
Q_{trans}	**120,00**	**-0,79**
Q_{nom}	**1500,00**	**0,10**

Tabela 2: Hidrômetro unijato magnético com Qmax = 1,5 m³/h.

HIDRÔMETRO Qmax = 1,5m³/h	l/h	ERRO (%)
Início de funcionamento	**4,00**	**-35,00**
Q_{min} / 2	**7,50**	**-5,00**
Q_{min}	**15,00**	**0,40**
Q_{trans}	**60,00**	**1,29**
Q_{nom}	**750,00**	**-0,22**

Tabela 3: Hidrômetro volumétrico com Qmax = 1,2 m³/h.

HIDRÔMETRO Qmax = 1,2m³/h	l/h	ERRO (%)
Início de funcionamento	**2,50**	**-10,00**
Qmin / 2	**3,00**	**-7,50**
Qmin	**6,00**	**5,00**
Qtrans	**9,00**	**7,50**
Qnom	**600,00**	**1,41**

Analisando os resultados apresentados nas tabelas 1, 2, e 3 pode-se afirmar que:

Para os hidrômetros ensaiados, à medida que se aumenta a vazão real de escoamento verifica-se uma queda do erro;

Independente do tipo do hidrômetro utilizado verificou-se o maior erro, nas vazões mais baixas (vazões de início de funcionamento);

Comparando os resultados referentes aos três hidrômetros ensaiados, pode-se afirmar que o hidrômetro com a menor vazão nominal é o mais indicado para operação em residências que contem reservatórios superiores de distribuição com torneira bóia, uma vez que o erro para a vazão de início de funcionamento foi o menor verificado.

Independente do tipo de hidrômetro utilizado verificou-se que o menor erro ocorreu no escoamento da vazão nominal.

Dados de Cobacho et al. (2007), apud Silva (2008)

Na figura 1, apresentam os volumes consumidos expressos em porcentagem para as faixas de vazões estabelecidas para o caso de abastecimento de 46 residências com caixa de água, mostrando o efeito das medições pela presença da torneira bóia.

Na figura 2, apresentam os volumes consumidos expressos em porcentagem para as faixas de vazões estabelecidas para o caso de abastecimento, das mesmas 46 residências, sem caixa de água, mostrando o efeito das medições sem a presença da torneira bóia.

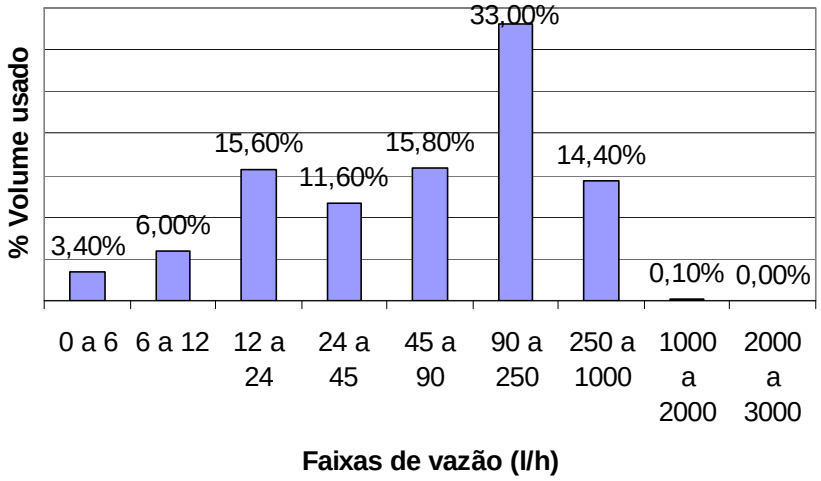


Figura 1: Variação do volume consumido para abastecimento com caixa de água. [fonte: Silva (2008)].

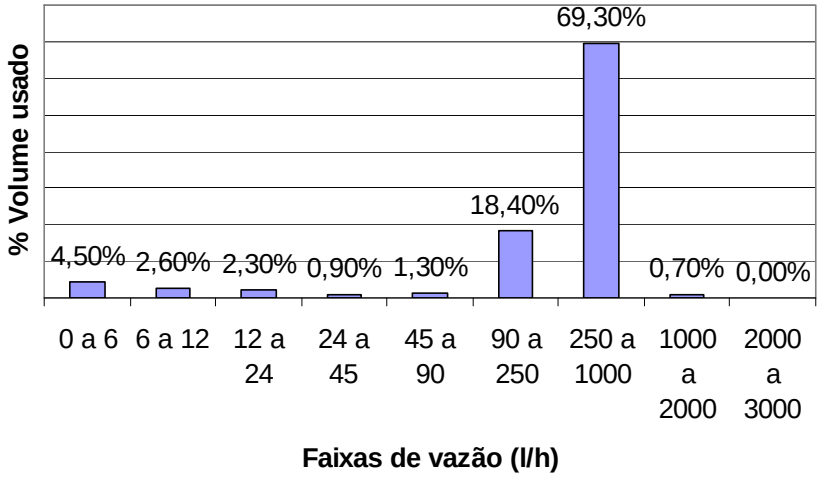


Figura 2: Variação do volume consumido para abastecimento sem caixa de água. [fonte: Silva (2008)].

Verifica-se na figura 1, que no caso do abastecimento feito por caixa de água, os valores das vazões medidas sofrem maiores variações, uma vez que se distribuem mais uniformes pelas várias faixas de vazões estabelecidas. Observa-se que, nas faixas de vazões de (90 a 250 l/h) e (250 a 1000 l/h) totaliza 47,4% do volume usado.

Por outro lado, figura 2, no caso de abastecimento feito sem a presença da caixa de água, os valores das vazões medidas ficam mais concentrados. Nas faixas de vazões de (90 a 250 l/h) e (250 a 1000 l/h) totaliza 87,7% do volume usado.

Portando, a presença da caixa de água amortece o valor médio dos volumes mais freqüentes consumidos, da ordem de 46%, resultando numa elevação das perdas aparentes por submedição. Dificulta a seleção dos hidrômetros mais adequados porque o range de consumo é expandido.

Medida mitigadora para redução das perdas aparentes – troca de hidrômetros

Foram analisadas as trocas de hidrômetros antigos por hidrômetros novos na cidade de Jundiaí/SP durante o ano de 2008 e 2009.

Através de levantamento cadastral no sistema da DAE S/A em 2007, verificou-se que aproximadamente 33% dos hidrômetros instalados possuíam idade superior a 10 anos, sendo que em alguns casos, chegavam a ter 35 anos de uso, como é o caso dos hidrômetros mecânicos classe A.

Com o intuito de atender a Portaria nº 246 de 17.10.2000 do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio, Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) onde expressa que os hidrômetros devem ser revisados em intervalos não superiores a cinco anos de instalação, a DAE iniciou uma troca em massa de aproximadamente 30.000 hidrômetros com ano de fabricação superior a 10 anos, onde todos os hidrômetros com ano de fabricação anterior a 1999 foram trocados por hidrômetros novos do tipo multijato magnético classe B.

Todos os hidrômetros retirados foram aferidos na empresa para verificar qual era o erro de medição de cada hidrômetro, o resultado da aferição destes hidrômetros foi um número de 24.446 hidrômetros reprovados, e 5.887 hidrômetros aprovados.

As trocas foram divididas em 4 grupos, e os registros da água consumida seis meses antes e seis meses depois das trocas dos registros foram confrontadas.

Nas figuras 3, 4, 5, e 6 são apresentados os valores dos consumos totais de seis meses antes e seis meses depois das trocas dos registros, respectivamente, referentes aos grupos 1, 2, 3, e 4.

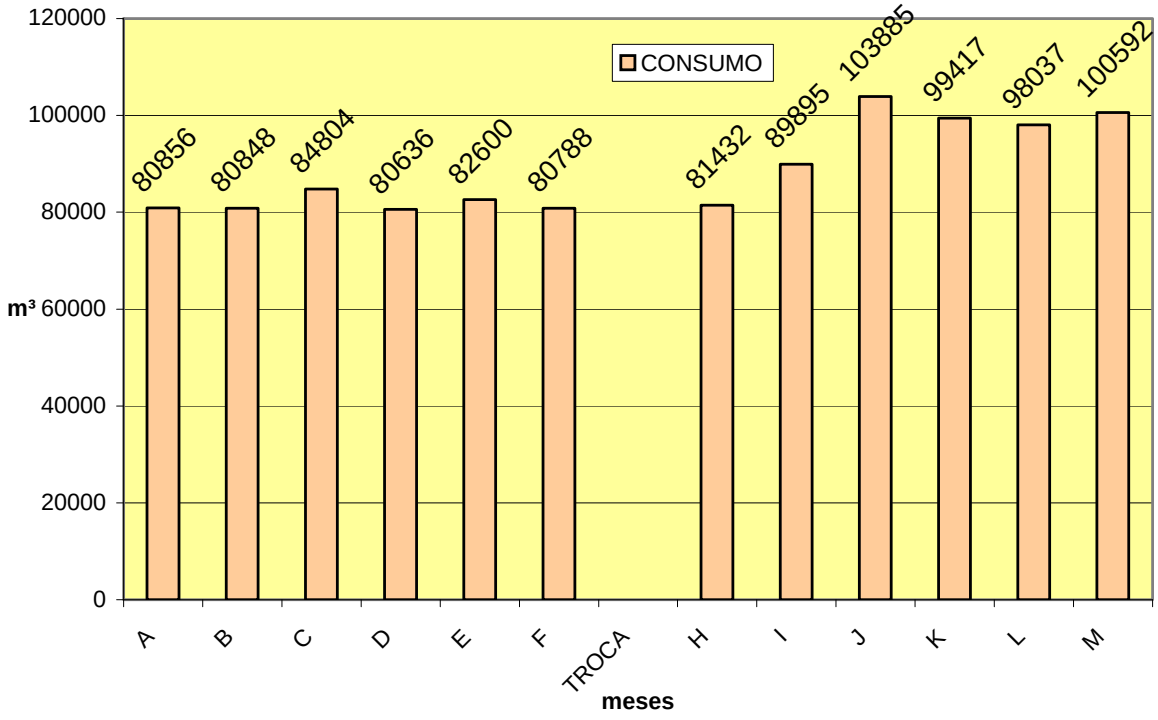


Figura 3: – Consumos, de água total de 6 meses antes e 6 meses depois da troca dos hidrômetros, referentes ao Grupo 1.

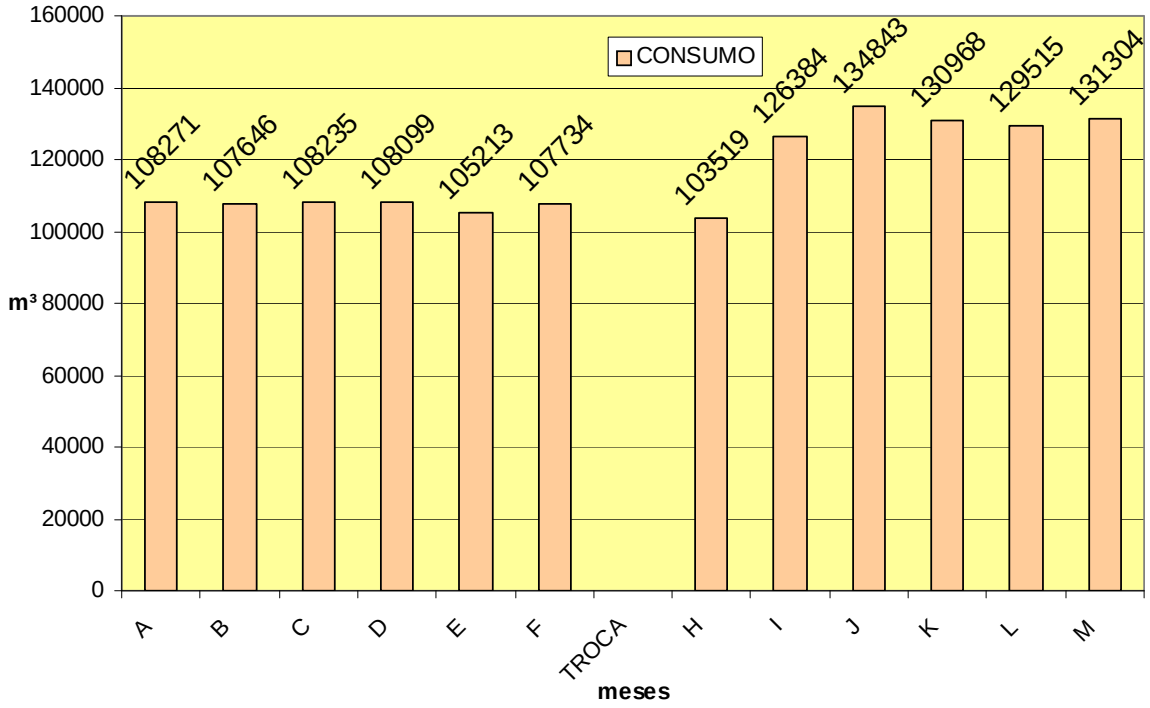


Figura 4: Consumos, de água total de 6 meses antes e 6 meses depois da troca dos hidrômetros, referentes ao Grupo 2.

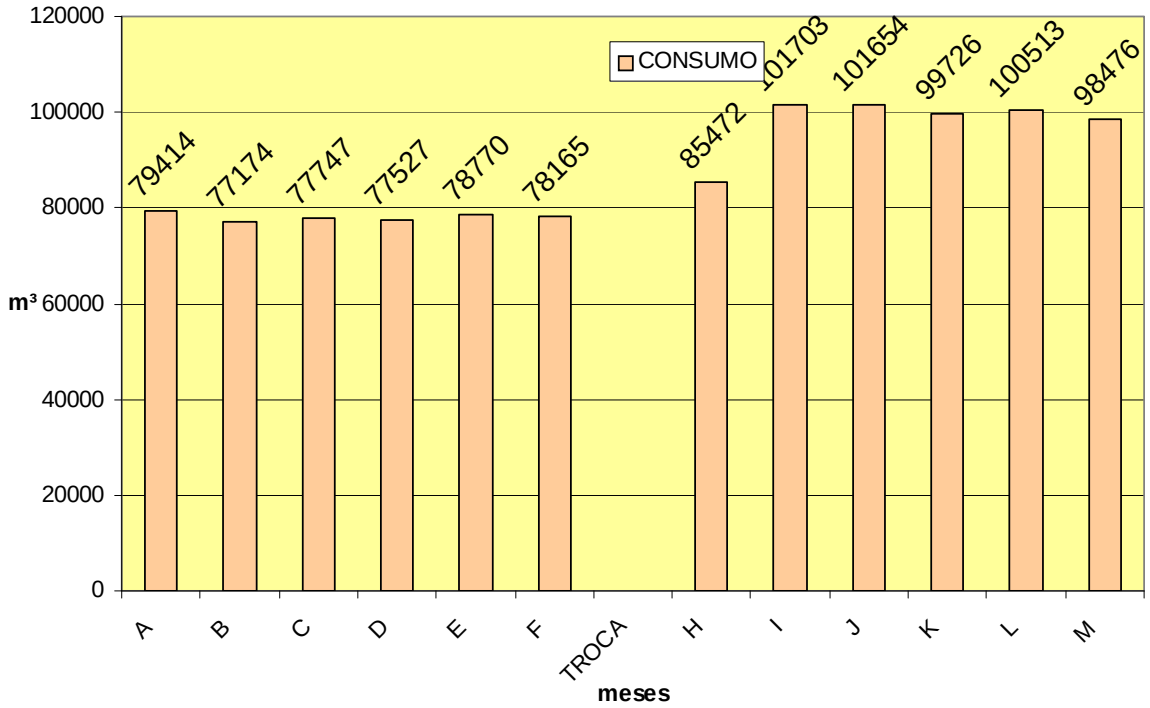


Figura 5: Consumos, de água total de 6 meses antes e 6 meses depois da troca dos hidrômetros, referentes ao Grupo 3.

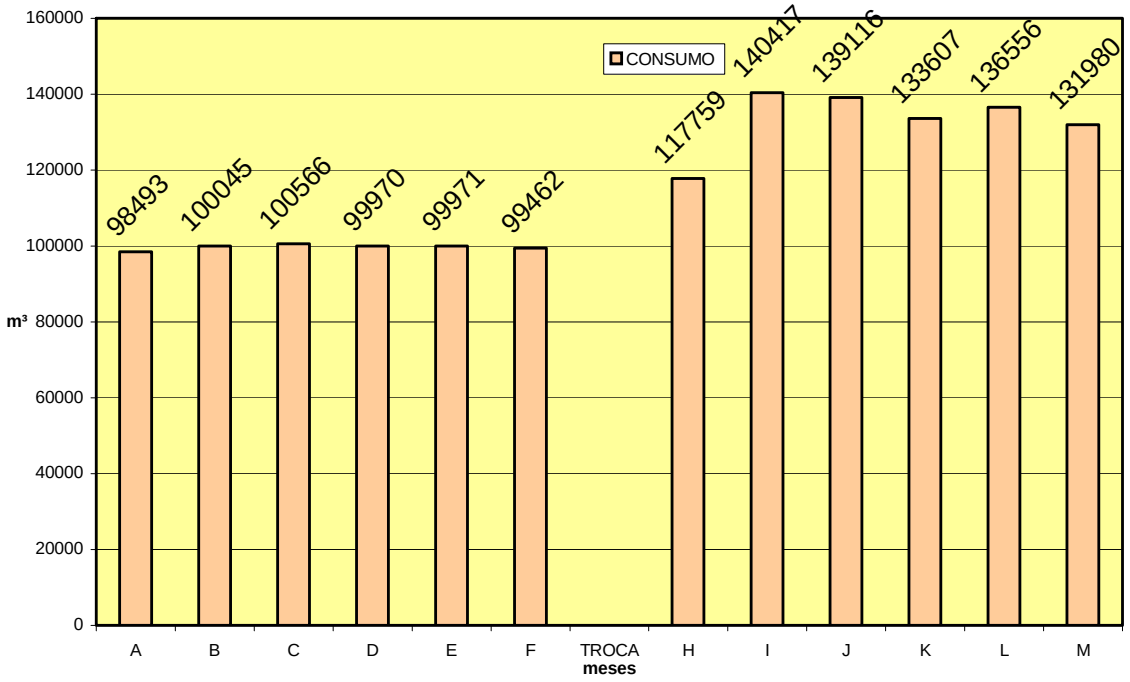


Figura 6: Consumos, de água total de 6 meses antes e 6 meses depois da troca dos hidrômetros, referentes ao Grupo 4.

Na figura 7 são comparados, para cada um dos grupos, os valores médios referentes aos seis meses antes e seis meses depois da troca dos hidrômetros.

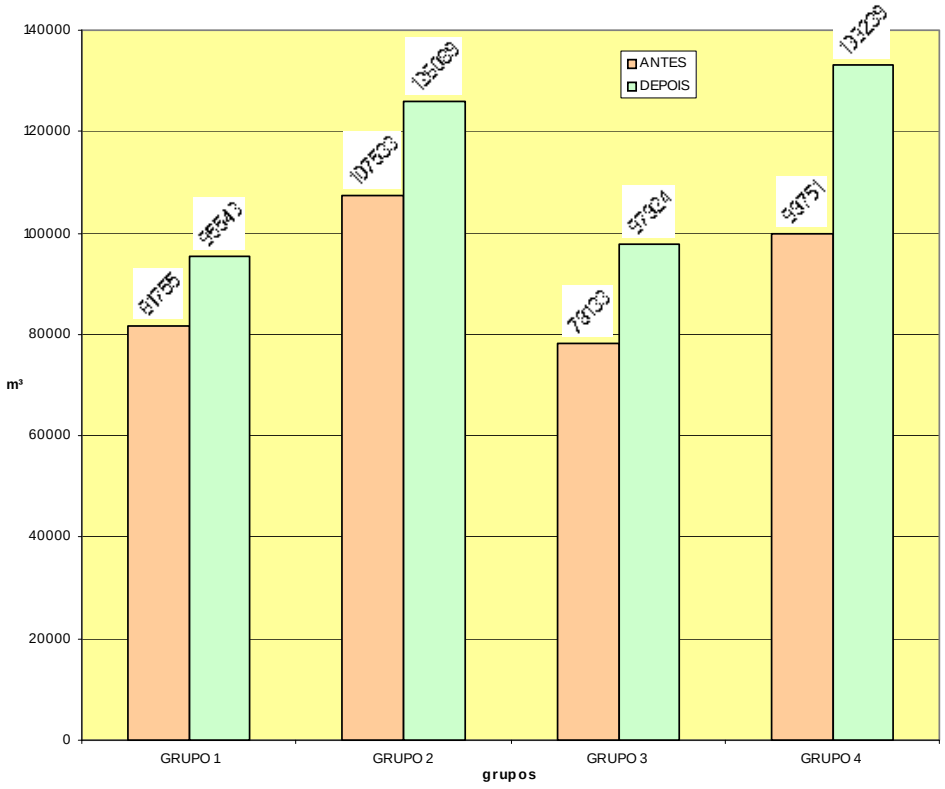


Figura 7:Consumos, de água médio de 6 meses antes e 6 meses depois da troca dos hidrômetros, referentes aos Grupos 1, 2, 3, e 4.

Verifica-se, na figura 7, que em todos os grupos, as médias dos consumos dos seis meses após as trocas dos hidrômetros são superiores ás médias dos seis meses antes da troca dos hidrômetros.

Calculando a diferença, entre os valores médios dos consumos referentes aos seis meses antes e aos seis meses depois das trocas dos hidrômetros, resulta um superávit de 85.623 m^3, consequentemente uma redução nas perdas aparentes (não físicas).

CONCLUSÕES

Para os hidrômetros ensaiados, à medida que se aumenta a vazão real de escoamento verifica-se uma queda do erro.

Independente do tipo hidrômetro utilizado, verificou-se o maior erro, nas vazões mais baixas, (vazões de início de funcionamento).

Comparando os resultados referentes aos três hidrômetros ensaiados, pode-se afirmar que o hidrômetro com a menor vazão nominal é o mais indicado para operação em residências que contem reservatórios superiores de distribuição com torneira bóia, uma vez que o erro para a vazão de início de funcionamento foi o menor verificado.

A presença da caixa de água reduz o valor médio dos volumes mais freqüentes consumidos, da ordem de 46%, resultando numa elevação das perdas aparentes por submedição. Dificulta a seleção dos hidrômetros mais adequados porque o range de consumo é expandido.

A substituição de hidrômetros antigos por novos com maior precisão é vantajosa para as empresas de saneamento, pois foi verificado, na cidade de Jundiaí, um aumento no registro do consumo de água após a troca de um número expressivo de hidrômetros.

A substituição de hidrômetros antigos por novos, de certa forma também é vantajosa para o consumidor, uma vez que, a melhora na precisão das medições leva a detectar vazamentos físicos internos nos imóveis. Leva ainda o consumidor a mudar os seus hábitos e a otimizar o uso da água, o que é muito positivo para o meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14005/1997** – Estabelece padrões para os medidores para água de fria de 15 m3/h até 1500 m3/h, embora esses medidores não sejam regulamentados ainda pelo INMETRO.
2. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15538/2008** – Especificam os critérios e procedimentos para a avaliação de desempenho de hidrômetros para água fria de vazão nominal até 2,5 m3/h, e traz como principal melhoria a ampliação das vazões de ensaio para avaliar os hidrômetros em bancada.
3. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8009/1997** - Define os termos empregados em hidrômetros taquimétricos, destinados à medição de água fria.
4. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8193/1999** – Fixa as condições mínimas exigíveis para aceitação dos hidrômetros taquimétricos para água fria e suas respectivas conexões. Trata das características construtivas e metrológicas, estabelecendo a faixa de erros admissíveis para os hidrômetros de até 15 m^3/h de vazão nominal.
5. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8195/1997** – Estabelece o método de ensaio para verificação das principais características de hidrômetros taquimétricos. Define como devem ser as bancadas de ensaio, quais instrumentos devem ser utilizados para os testes dos hidrômetros e os procedimentos de ensaio com os respectivos erros admissíveis.
6. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 212/1999** – Medidores velocimétricos de água potável fria até 15m^3/h. Rio de Janeiro, 1999.
7. INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Portaria nº 246/2000.** Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.

8. SILVA, Nilce R. da. **Estudo de metodologias para avaliação de submedição de hidrômetros domiciliares em sistemas de água.** Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Publicação PTARH.DM. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
9. TURRI, Alessandro; SILVA, Carlos Marcelo N. da; CARVALHO, Leví P. de; TORELLI, Rafael A.; SILVA, Sandro R. **Medição individualizada em edifícios residenciais verticais: custos adicionais de implantação.** Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil - Faculdade Anhanguera de Jundiaí, Jundiaí, 2009.