

Engenharia Hidráulica

**ESTUDO PARA COMPARAR A EFICIÊNCIA DE MEDIÇÃO TANTO DO HIDRÔMETRO VOLUMÉTRICO QUANTO DO VELOCIMÉTRICO, TENDO-SE COMO META A DIMINUIÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA NO SISTEMA**

Whilison M. Mendonça<sup>1</sup>, Eliane Prado C. C. dos Santos<sup>2\*</sup>, Paulo E. da Silva Costa<sup>3</sup>  
Emmanuel K. da Costa Teixeira<sup>2</sup>

1. Estudante de Engenharia Civil da UFSJ
2. Professores do curso de Engenharia Civil - DTECH-UFSJ / Orientadora\*
3. Técnico do Laboratório de Hidráulica da UFSJ

**Resumo**

No presente trabalho foi realizado um estudo para simular os efeitos da substituição dos hidrômetros velocimétricos por volumétricos na redução do índice de perdas de um bairro da cidade de Itabirito, MG. Para isso foi realizado ensaios, em escala de bancada, visando comparar a eficiência de medição entre os hidrômetros velocimétricos e volumétricos e avaliado, em escala real, as perdas de água no sistema de distribuição em um bairro residencial da cidade de Itabirito, MG.

Os hidrômetros volumétricos foram mais eficientes, medindo até 50% a mais que os velocimétricos em algumas vazões ensaiadas abaixo de 8 L. h<sup>-1</sup>. Tem-se por simulação que a substituição dos hidrômetros velocimétricos por volumétricos pode diminuir o índice de perda atual que é de 21,13% para 5,39% e o tempo de retorno do investimento seria de 11 meses.

Nesse cenário, a aplicação do hidrômetro volumétrico em substituição aos hidrômetros velocimétricos utilizados atualmente mostrou-se vantajosa.

**Palavras-chave:** Saneamento Básico; Submedição de Água; Simulação.

**Trabalho selecionado para a JNIC:** PROPE – Universidade Federal de São João del Rei.

**Introdução**

No Brasil, 85,4% das pessoas são atendidas com o fornecimento de água tratada por meio de rede de distribuição, segundo os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (IBGE, 2015). Entretanto, mais de um terço da água captada e tratada pelas empresas de saneamento é perdida no sistema. De acordo com a Secretaria Nacional de Saneamento, o índice de perdas de água distribuída no Brasil em 2018 foi de 38,5% (SNS, 2019).

As perdas de água são classificadas em reais (físicas) quando ocorre vazamento de água durante o tratamento, nas tubulações e reservatórios; ou aparentes (não física) quando a água é consumida, mas não faturada pela empresa responsável pelo seu fornecimento, seja por ligações clandestinas, falhas no cadastro comercial ou limitação dos hidrômetros (LAMBERT, 2003).

O hidrômetro (HD) é o equipamento utilizado para medir, memorizar e exibir o volume de água que escoar por meio da tubulação. O INMETRO fixa os parâmetros de operação dos hidrômetros por meio do Regulamento Técnico Metrológico regido pela Portaria 246 de 2000, o qual define as faixas de vazões que o equipamento pode ser submetido, garantindo precisão de medição e durabilidade do medidor dentro dos limites esperados (INMETRO, 2000).

Os hidrômetros velocimétricos possuem um princípio de medição indireto, o qual relaciona a rotação da hélice interna com o volume escoado, de acordo com a velocidade que a água flui. Já o hidrômetro volumétrico tem um princípio de medição direto no qual o volume de água que passa pelo equipamento é medido a partir de uma câmara de volume que enche e esvazia continuamente, juntamente com um sistema de conversão que totaliza a medição. Esse tipo de hidrômetro, de modo geral, tem menores erros de medição em relação ao velocimétrico (TSUTIYA, 2006).

Diante disso o presente estudo teve como objetivo comparar a eficiência de medição entre os hidrômetros velocimétricos e volumétricos, em escala de bancada, e levantar dados das perdas de água em um bairro de Itabirito, MG. E, ainda, avaliar por meio de uma simulação os impactos da substituição dos hidrômetros velocimétricos utilizados atualmente por hidrômetros volumétricos.

**Metodologia**

A metodologia foi dividida nas seguintes partes: testes em escala de bancada para comparar as medições de água realizadas por meio de hidrômetros velocimétricos e volumétricos instalados em série e levantamento de dados de campo para quantificar perdas de água.

Com os dados obtidos, foram simulados os efeitos da substituição dos hidrômetros velocimétricos por volumétricos.

O aparato experimental para teste em bancada foi montado no laboratório de Hidráulica do campus Alto Paraopeba da UFSJ. Foram utilizados tubos e conexões de PVC com diâmetro de 25 mm, registros de esfera de PVC e quatro hidrômetros, sendo dois volumétricos e dois velocimétricos, ambos classe C e vazão nominal de

1,5 m<sup>3</sup>. h<sup>-1</sup>, instalados em duas linhas (A e B), cada uma contendo em série um HD do tipo velocimétrico e outro volumétrico (Figura 1).

Figura 1 – Bancada de testes



Os procedimentos experimentais foram baseados no ensaio de determinação dos erros de indicação do HD em casos de verificação inicial para comercialização da Portaria 246/2000 do INMETRO. Os valores dos parâmetros de ensaio são apresentados na Tabela 1. O volume ensaiado foi mensurado indiretamente, usando o peso da água e densidade, e diretamente, com balde graduado. O erro de medição do hidrômetro foi quantificado pela diferença entre o volume de água ensaiado e o volume registrado.

Tabela 1 – Parâmetros de ensaio

	Vazão Inf. (L. h <sup>-1</sup> )	Vazão Sup. (L. h <sup>-1</sup> )	Vol. Mín. Ensaiado (L)	Repetições
a)	1,0	1,1	0,33	9
b)	15,0	16,5	1	9
c)	22,5	24,8	5	9
d)	675,0	750,0	5	9
e)	1350,0	1500,0	10	9
f)	1782,0		10	9

Os dados obtidos foram lançados no MS – Excel 2016, estratificados e distribuídos em gráficos para análise, exibindo a curva de erros (desempenho) correspondente aos valores de erro (%) de medição para cada faixa de vazão ensaiada (L. h<sup>-1</sup>) e tipo de hidrômetro.

A investigação de campo foi realizada no bairro Garden Ville, em Itabirito – MG, que possui 35 ligações de água ativas com hidrômetros velocimétricos instalados nos ramais prediais. O sistema de distribuição de água no bairro é setorizado e gerido pelo SAAE Itabirito, constituído por um reservatório com macromedidor, além das tubulações que compõem a rede de distribuição e os ramais prediais com os hidrômetros. Durante dez meses consecutivos, foram realizadas leituras nos hidrômetros e no macromedidor do bairro, a fim de calcular o índice de perdas (IP).

A simulação da redução do índice de perdas com a substituição dos hidrômetros velocimétricos por volumétricos no bairro Garden Ville (Itabirito – MG) foi realizada utilizando os dados de laboratório e o perfil de abastecimento das residências por faixas de vazão apresentado por Pereira e Ilha (2008).

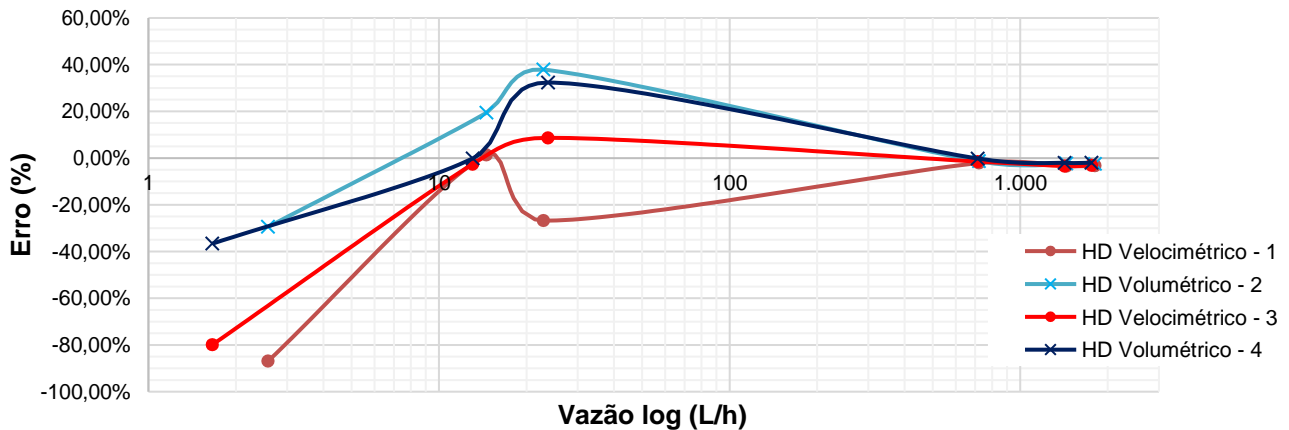
Uma análise de custo benefício foi feita a partir dos resultados da simulação de redução do índice de perdas. Para essa análise foi levantado o preço médio dos hidrômetros volumétricos na região de Belo Horizonte. Também foi utilizado a tabela tarifária vigente do SAAE Itabirito definida pela sua respectiva agência reguladora (ARISB-MG).

### Resultados e Discussão

Com os dados obtidos na investigação laboratorial foram geradas as curvas de erro dos hidrômetros (Figura 2). À excessão do HD velocimétrico 1, os hidrômetros seguem o padrão de erro descrito na portaria 246/2000 do INMETRO, apresentando maiores erros positivos (mediu mais) nas vazões próximas à de transição (22,5 L. h<sup>-1</sup>) e menores erros negativos (mediu menos) para vazões abaixo da mínima (7,0 L. h<sup>-1</sup>). Entretanto,

para todas as vazões ensaiadas, ambos os hidrômetros volumétricos foram mais acurados na medição do volume de água que os velocimétricos, medindo em média 20,72% a mais.

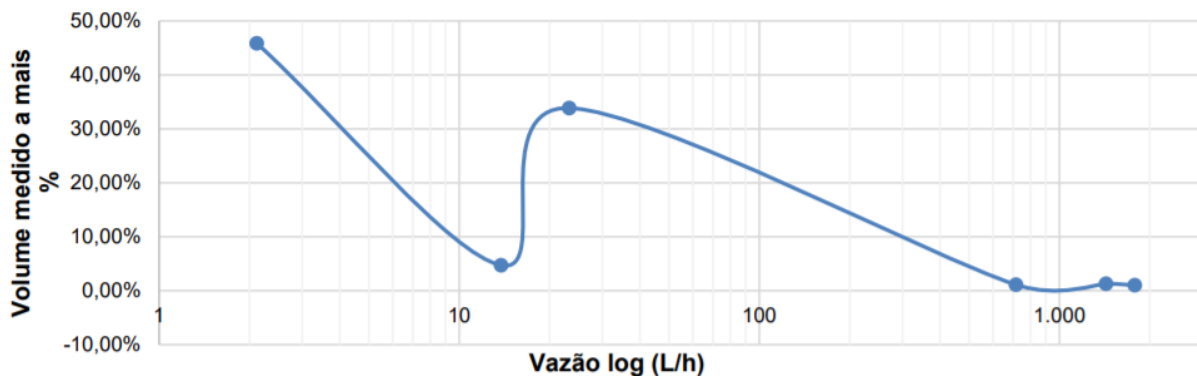
Figura 2 – Ensaio de desempenho dos hidrômetros – Curva de erros



De acordo com Pereira e Ilha (2008), cerca de 8,03% do volume consumido nas edificações passam pelo hidrômetro em vazões menores que 8 L. h<sup>-1</sup>. Sendo assim, a submedição dos hidrômetros velocimétricos é consideravelmente maior, visto os grandes erros apresentados para vazões de até 8 L. h<sup>-1</sup>.

Para algumas vazões ensaiadas menores que 8 L. h<sup>-1</sup> os hidrômetros velocimétricos não iniciaram o funcionamento, o que gerou erros de 100%. Esse fenômeno não ocorreu para nenhum ensaio com os hidrômetros volumétricos. O volume de água médio medido a mais pelos hidrômetros volumétricos chegou a quase 50% nas menores vazões ensaiadas (1,0 L. h<sup>-1</sup>) e ultrapassou 30% na vazão de transição (22,5 L. h<sup>-1</sup>) determinada pelo INMETRO, conforme Figura 3.

Figura 3 – Porcentual de volume de água medido a mais pelo hidrômetro volumétrico



Durante o período de estudo (maio de 2018 a março de 2019) o índice de perdas médio no sistema de distribuição foi de 21,13%, ou seja, a cada 1000 litros de água que sai do reservatório para distribuição, 211,3 litros não são faturados pela autarquia. Segundo o SAAE Itabirito, as redes de distribuição do bairro foram verificadas por geofonistas durante o período desse estudo, mas não foi identificado nenhum vazamento de água.

Utilizando os dados obtidos nos ensaios de bancada foi realizado uma simulação, considerando a diferença de medição entre os dois tipos de hidrômetros. Os resultados indicam que a substituição dos hidrômetros velocimétricos por volumétricos pode proporcionar um aumento do volume de água medido pela empresa de saneamento na ordem de 19,96% (Tabela 2), passando de uma média mensal de 17,45 m<sup>3</sup> para 20,93 m<sup>3</sup> por residência. Esse aumento na medição de água reduziria o índice de perdas na distribuição de água do bairro de 21,13% para 5,39%. Esses valores simulados estão de acordo com a estimativa existente de submedição dos hidrômetros no Brasil, que está entre 8% e 23% (SANCHEZ, MOTTA E ALVEZ, 2000).

Tabela 2 – Simulação da redução das perdas com a utilização dos hidrômetros volumétricos

Faixa de Vazão (L. h <sup>-1</sup> )	Perfil de abastecimento	Valor medido a mais pelo HD volumétrico	Redução das perdas
0 - 8	8,03%	22,20%	1,78%
8 - 15	8,20%	12,10%	0,99%
15 - 30	10,86%	33,80%	3,67%
30 - 45	7,72%	33,70%	2,60%
45 - 60	6,38%	33,00%	2,11%
60 - 75	4,72%	32,60%	1,54%
75 - 90	4,83%	31,90%	1,54%
90 - 120	5,74%	30,60%	1,76%
120 - 150	4,86%	29,10%	1,41%
150 - 500	26,18%	9,70%	2,54%
500 - 750	9,17%	0,50%	0,05%

750	1050	2,92%	-1,00%	-0,03%
1050	1500	0,39%	1,20%	0,00%
Total =				<b>19,96%</b>

O volume de água medido a mais, 121,8 m<sup>3</sup> por mês, de acordo com a tabela tarifária vigente em 2019 do SAAE Itabirito, elevaria o faturamento da autarquia em 26,16% no bairro Garden Ville, o que equivale a R\$ 1.235,18 mensais. O hidrômetro volumétrico utilizado nesse estudo foi orçado em R\$ 385,00 no dia 28/09/2018. Portanto, para substituir os hidrômetros das 35 ligações de água ativas do bairro em estudo seriam gastos R\$ 13.475,00. Sendo assim, o valor investido seria recuperado pelo aumento do faturamento em aproximadamente 11 meses.

### Conclusões

Os hidrômetros volumétricos mediram em média 20,72% a mais, apresentando resultados mais favoráveis para sua utilização em substituição aos hidrômetros velocimétricos instalados, pois exibiram maior eficiência para mensurar o volume de água em todas as faixas de vazão ensaiadas.

O índice de perdas médio na distribuição de água no bairro estudado foi de 21,13% no período de maio de 2018 a março de 2019.

Por meio da simulação realizada, a redução do índice de perdas de água poderá chegar a 15,74 pontos percentuais com a utilização dos hidrômetros volumétricos, passando dos atuais 21,13% para 5,39% na área estudada, e o período de recuperação do investimento nesse tipo de medidor para as 35 ligações de água ativas do bairro em estudo ocorre em 11 meses. Nesse cenário, a autarquia que administra o saneamento básico em Itabirito – MG poderia investir o aumento de faturamento (média de R\$ 1.235,18 por mês ou 26,16%) na atualização do próprio parque de hidrômetros ou, ainda, investimentos e melhorias em outras áreas do saneamento básico, contribuindo para melhorar a qualidade de vida na municipalidade Itabiritense.

Por fim, tendo em vista os resultados fornecidos pelos hidrômetros volumétricos, sugere-se ao SAAE Itabirito a aplicação de um projeto piloto para compra e utilização de tais hidrômetros, acompanhando continuamente a variação do índice de perdas e do faturamento da empresa. Adicionalmente, sugere-se que outras companhias de saneamento no Brasil que não utilizam os hidrômetros volumétricos realizem esse mesmo procedimento para avaliação da viabilidade na substituição dos hidrômetros, classificada como um bom custo benefício por esse estudo.

### Referências bibliográficas

AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE MINAS GERAIS – ARISB-MG. **Resolução de fiscalização e regulação – ARISB-MG nº090, de 01 de fevereiro de 2019.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Manual de Contrato de Performance e Desempenho.** 2017. 97p.

BRASIL. IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios: síntese de indicadores 2015.** Rio de Janeiro: IBGE, 2016. 108p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2018.** Brasília: SNS/MDR, 2019. 180 p.: il.

INMETRO. **Portaria nº 246 de 17 de outubro de 2000.** Brasília, DF, 2000. 12p. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/>>. Acesso em 26/07/2019.

LAMBERT, ALLAN. **Assessing Non-Revenue Water and its Components: A Practical Approach.** The IWA Water Loss Task Force Water 21 – Article N° 2. Disponível em: <[http://www.pacificwater.org/userfiles/file/Water%2021%20-%20Article%20No\\_%202%20-%20Assessing%20NRW.pdf](http://www.pacificwater.org/userfiles/file/Water%2021%20-%20Article%20No_%202%20-%20Assessing%20NRW.pdf)>. Acesso em 05 maio 2018.

PEREIRA, Leonel Gomes; ILHA, Marina Sangoi de Oliveira. **Avaliação da submedição de água em edificações residenciais unifamiliares: o caso das unidades de interesse social localizadas em Campinas, no estado de São Paulo.** Revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, p. 7 -21, abr./jun. 2008.

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 - BA.** In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27., 2000, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: 2000.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de água.** 3ª Ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 643p.