EFEITO DA TORNEIRA BÓIA DE RESERVATÓRIOS DOMICILIARES NA EFICIÊNCIA DA MEDIÇÃO DOS HIDRÔMETROS

Marcelo D. Depexe[(1)]
Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Atua na área de Desenvolvimento Operacional da SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná.
Jackson Archarde Gonçalves
Engenheiro Civil - PUC-PR, Especialização em Engenharia de Software pela COPPE - UFRJ - Instituto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia. Atua na área de Desenvolvimento Operacional da SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná.
Josiane Kril
Tecnóloga em Construção Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), graduanda do curso de Engenharia Civil da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR). Atua na área de Desenvolvimento Operacional da SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná.

Endereço[(1)]**:** Rua Eng. Antônio Batista Ribas, 151- Tarumã. - Curitiba - PR - CEP 82.800-130.
Tel: +55 (41) 3330-7218 - e-mail: mdepexe@sanepar.com.br

RESUMO

A submedição é uma das principais causas das perdas aparentes nas companhias de saneamento. Diversos fatores contribuem para o fenômeno da submedição. Dentre eles está o funcionamento da torneira bóia nos reservatórios domiciliares. As bóias convencionais provocam abastecimento em baixas vazões, quando o nível do reservatório está quase completo, de modo a prejudicar a eficiência da medição dos hidrômetros. Essa condição hidráulica é intrínseca ao sistema de abastecimento utilizado em diversos países, onde o uso de reservatório domiciliar reduz as ocorrências de desabastecimento. O presente trabalho discute a influência das baixas vazões provocadas pela torneira bóia convencional, presente nos reservatórios domiciliares, quanto à eficiência da medição dos hidrômetros. Apresenta-se o resultado da substituição da torneira bóia convencional por torneiras de alta vazão em duas edificações. Os resultados demonstram que a torneira bóia de alta vazão proporciona melhoria na eficiência da medição, mas não eliminou totalmente a ocorrência de baixas vazões, nas quais os hidrômetros não apresentam bom desempenho. Desta forma, a aplicação de hidrômetros mais sensíveis às baixas vazões é recomendada como uma alternativa para redução da submedição.

PALAVRAS-CHAVE: torneira bóia, submedição, perda aparente.

INTRODUÇÃO

A submedição é uma das principais causas das perdas aparentes nas companhias de saneamento. A maior parte da perda aparente está relacionada à ineficiência dos hidrômetros. Em geral, as perdas por submedição variam entre 10 e 30% do volume consumido (FONSECA e COELHO, 2009). Entretanto, em certas situações um hidrômetro pode apresentar submedição superior a 50%, como demonstrado em estudos apresentados por Sanchez, Motta e Alves (2000) e Martins e Oliveira (2009). A submedição nos hidrômetros pode ser provocada por vários fatores, como o perfil de consumo, a qualidade da água, condições ambientais e climáticas, a velocidade da água, o correto dimensionamento e a posição de instalação, conforme Arregui *et al*. (2006) e Thornton e Rizzo (2002).

Além disso, outra causa para apontada por diversos pesquisadores é a presença de reservatório domiciliar, onde o funcionamento da torneira bóia provoca baixas vazões por longos períodos, de modo a abastecer a edificação em vazões nas quais o hidrômetro possui baixa sensibilidade. Charalambous *et al.* (2007) salientam que a submedição é maior na presença de baixas vazões. Consequentemente, quanto menor o consumo, maior será a submedição provocada pelo reservatório domiciliar. Segundo estudo realizado na cidade de Limassol, no Chipre, a submedição pode chegar a 20%, em casos de baixo consumo, mas em geral situa-se em torno de 7% do volume consumido.

Outros estudos demonstram que a torneira bóia dos reservatórios domiciliares gera submedição no hidrômetro, pois provoca abastecimento em baixas vazões. Mesmo com o uso de hidrômetros com melhor exatidão, o efeito da submedição provocada por baixas vazões pode ser significante. Neste sentido, Rizzo e Cilia (2005) apresentam um estudo em que concluem que a torneira bóia provoca uma submedição em torno de 6% do consumo residencial, mesmo quando se utiliza hidrômetro volumétrico.

Cobacho *et al*. (2007) realizaram estudo com 46 residências com características similares e com reservatório domiciliar de aproximadamente 1000 litros. Os autores concluem que, com hidrômetros classe B, a submedição provocada pela torneira bóia é de aproximadamente 20% nos primeiros anos após a instalação do hidrômetro e que entre 6 a 8 anos, a submedição pode chegar a 30%. Em um estudo similar realizado na Itália, Criminisi *et al*. (2009) concluem que o funcionamento da torneira bóia provoca uma submedição adicional que varia entre 15 e 40% do volume consumido, de acordo com as características e tempo de instalação do hidrômetro.

Arregui *et al.* (2005) apresentam um exemplo de uma residência onde o reservatório domiciliar é abastecido durante uma hora, de acordo com o gráfico da Figura 1. Durante um período de 15 dias, a maior vazão atingida foi inferior a 500 l/h. Neste exemplo, há um vazamento interno de aproximadamente 10 l/h. Desta forma, mais de 35% do volume consumido ocorre em vazões abaixo de 12 l/h, que não é registrada adequadamente por um hidrômetro classe B Qn 1,5 m³/h, cuja vazão mínima é de 30 l/h. Para este caso, os autores recomendam a utilização de hidrômetros mais sensíveis a baixas vazões, como um hidrômetro de vazão nominal 0,6 m³/h.

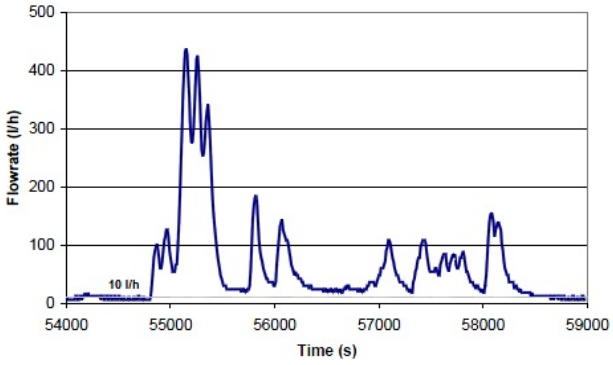


Figura 1 Vazões ocorridas durante enchimento do reservatório (ARREGUI *et al*., 2005)

Pereira e Ilha (2008) apresentam um estudo de caso de aplicação da torneira bóia de alta vazão em laboratório de hidráulica, em condições adequadas e seguras. Os autores descrevem as seguintes conclusões:

a) Na fase final de enchimento do reservatório são praticamente nulos os efeitos do gotejamento;
b) O tempo de enchimento do reservatório domiciliar é bem menor;
c) A vazão de enchimento é bem superior;
d) É notório o fechamento rápido do servo comando da válvula, conforme Figura 2.

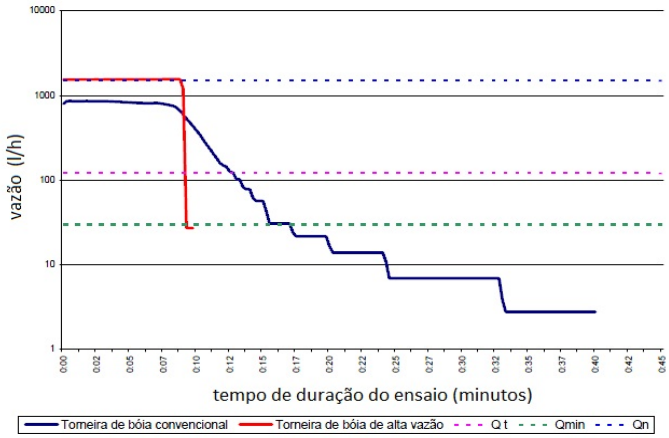


Figura 2 Comportamento das vazões ao longo do tempo – torneiras de bóia convencional e de alta vazão (PEREIRA e ILHA, 2008)

É salutar a performance técnica do dispositivo de controle de vazão da torneira bóia de alta vazão com acionamento do tipo *on - off* . O dispositivo deve manter a vazão de entrada de água no reservatório domiciliar em vazão constante, preferencialmente dentro da faixa de vazão recomendada pelo fabricante do hidrômetro. Desta forma, procura-se uma boa exatidão da medição de vazão associada à durabilidade do hidrômetro, que não deve operar em altas vazões.

O formato do reservatório também é importante no efeito da submedição, pois é determinante no funcionamento da bóia. Quanto maior for a área superficial do reservatório, maior será o volume contido em um centímetro de altura. Desta forma, maior será o volume a ser abastecido em baixas vazões, quando o nível estiver quase completo e a bóia estiver quase fechada. Este fenômeno ocorre na fase final de enchimento do reservatório e durante consumos em pequenas proporções (BORGES, 2007). Assim, os reservatórios mais altos e de menor largura devem provocar menor influência na submedição.

OBJETIVO

O presente trabalho discute a influência das baixas vazões provocadas pela torneira bóia convencional, presente nos reservatórios domiciliares, quanto à eficiência da medição dos hidrômetros. Apresenta-se o resultado da substituição da torneira bóia convencional por torneiras de alta vazão, conforme ilustração da Figura 3.



Figura 3 Exemplos de torneira bóia de alta vazão

Para a realização do teste, foram selecionados dois locais onde exista abastecimento de forma indireta, ou seja, todo o volume de água medido no hidrômetro deverá ser conduzido para o reservatório domiciliar. Esse tipo de abastecimento é considerado indireto, porque, a partir do reservatório domiciliar são realizadas todas as formas de distribuição da água para todos os pontos de consumo do imóvel. Assim, não devem existir no imóvel ponto de consumo com ligação direta da rua.

MÉTODO

Foram instaladas duas torneiras bóia de alta vazão, em substituição às torneiras existentes, em uma Escola Estadual de Ensino Fundamental e em uma edificação composta por escritórios. Foram realizadas visitas técnicas para inspeção hidráulica dos possíveis locais para realização do teste, sendo que a escolha dos locais levou em consideração aspectos como o histórico de consumo, abastecimento indireto e acessibilidade às instalações hidráulicas dos imóveis.

Definido os locais de estudo, a próxima etapa foi a instalação do armazenador de dados (datalogger de vazão) na unidade de medição, para registrar o consumo antes e depois da substituição da torneira bóia convencional pela de alta vazão. O datalogger foi instalado em um hidrômetro volumétrico com saída pulsada, em série com o hidrômetro existente no local. Após o registro dos dados de uma semana, as torneiras foram substituídas, mantendo-se o registro dos dados, para levantamento do perfil de consumo com as duas configurações diferentes.

A aplicação do dispositivo de controle de nível no reservatório domiciliar será a torneira bóia de alta vazão normatizada pela NBR 14.534 (ABNT, 2000) e está disponível em lojas no mercado de materiais hidráulicos, em diferentes marcas, modelos e preços. O produto tem um custo aproximado de R$ 77,00 (setenta e sete reais) e acompanha o manual de instalação hidráulica e respectiva garantia do produto.

Procura-se determinar a influência da torneira bóia convencional e comparar o desempenho do hidrômetro quando na presença de torneira bóia de alta vazão. Supõe-se que a torneira bóia de alta vazão proporcione abastecimento somente em vazões maiores, sem a ocorrência de baixas vazões, prejudiciais à eficiência da medição.

RESULTADOS

As torneiras convencionais foram substituídas em duas edificações: uma escola e um escritório. Os resultados são apresentados a seguir:

- **Escritório**

O escritório possui reservatório de 500 litros e torneira bóia convencional de ¾", que foi substituída por torneira bóia de alta vazão de ½", conforme Figura 4. Os serviços para substituição ocorreram com muita facilidade. Foi utilizado um redutor de ¾" para ½" e fita veda rosca, sem necessidade de uso de ferramentas especiais. O tempo aproximado para execução dos serviços foi de 30 minutos.

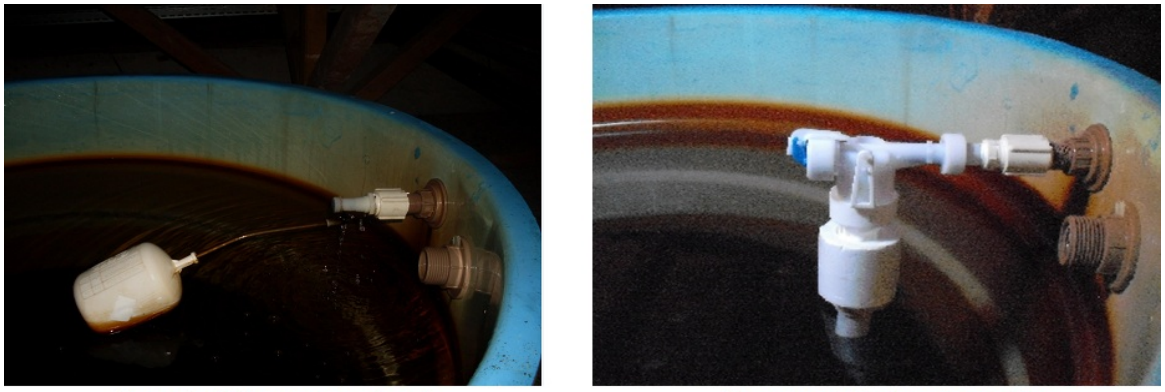


Figura 4 Torneira bóia convencional e de alta vazão

A Figura 5 apresenta o histograma de consumo na situação anterior, ou seja, com bóia convencional. A Figura 6 apresenta o histograma com a torneira bóia de alta vazão instalada. Observa-se que na presença da torneira bóia convencional, a maior parte das vazões ocorre entre 30 e 150 l/h. Uma pequena parcela das vazões (3,55%) ocorre entre 150 e 250 l/h.

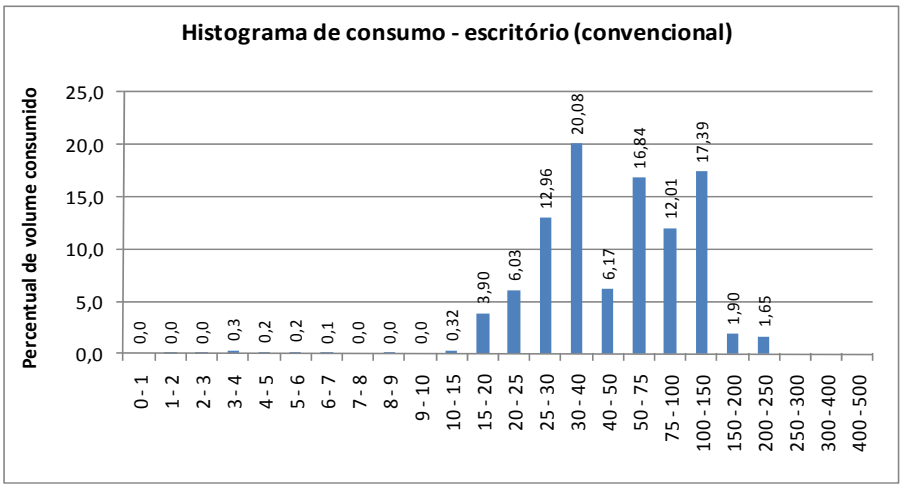


Figura 5 Histograma - Torneira bóia convencional

Já com a torneira bóia de alta vazão, há o registro de vazões maiores, pois 4,42% ocorreram acima dos 250 l/h. Entretanto, houve a ocorrência de baixas vazões, entre 7 e 15 l/h, que antes eram irrelevantes, mas que na Figura 6 representam 21,55% do consumo.

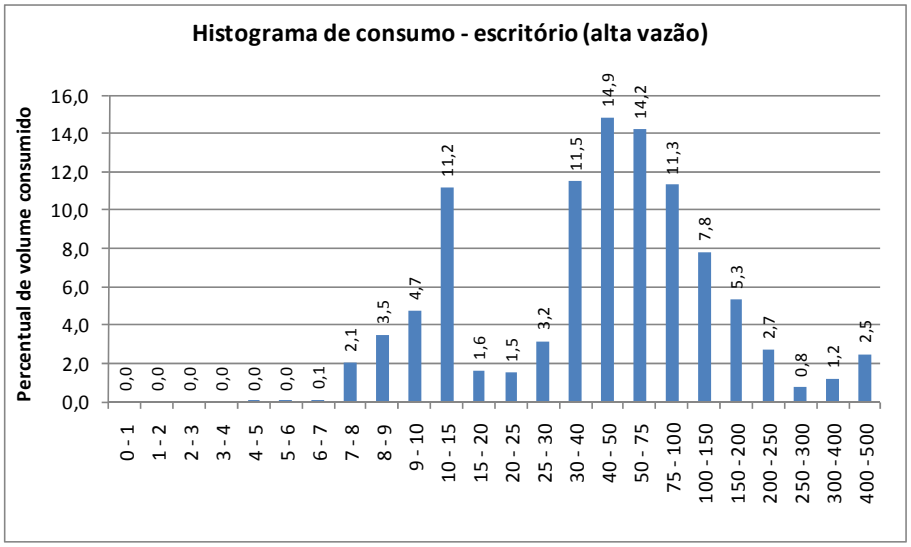


Figura 6 Histograma - Torneira bóia de alta vazão

O resultado apresentado na Figura 6 é diferente do que seria esperado, principalmente levando em consideração os resultados apresentados por Pereira e Ilha (2008), pois permaneceu a ocorrência de abastecimento em baixas vazões, que são prejudiciais ao bom desempenho do hidrômetro. Além disso, houve registro de vazões mais baixas do que aquelas registradas com a torneira bóia convencional, principalmente entre 7 e 15 l/h. Apesar disso, houve aumento na medição do volume, provavelmente devido à melhoria na eficiência da medição, como pode-se visualizar na Figura 7.

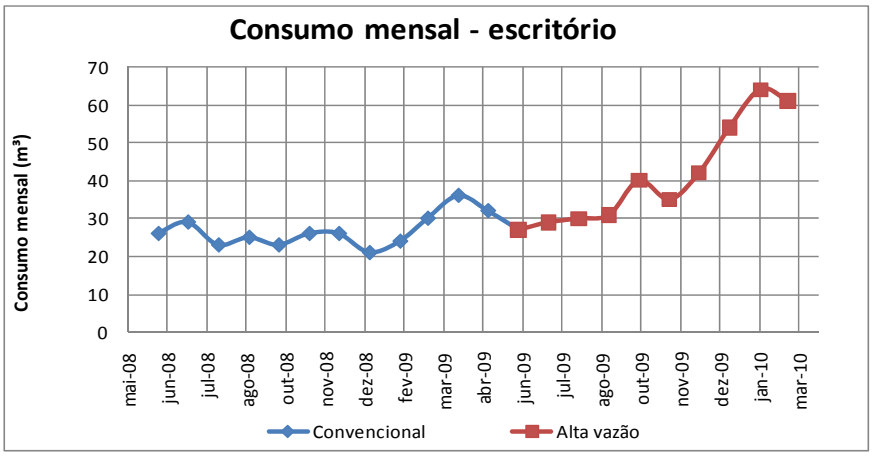


Figura 7 Consumo antes e após a instalação da torneira bóia de alta vazão

Comparando-se o volume micromedido de junho a dezembro de 2008 com o mesmo período de 2009, verifica-se um aumento de 31%. Evidentemente, é possível que alterações no consumo exerçam influência sobre este resultado, além da melhoria provocada pela substituição da torneira bóia.

- **Escola**

A escola possui aproximadamente 1050 alunos, distribuídos em dois turnos. A condição da rede hidráulica de abastecimento interno do imóvel favorece a realização do estudo, uma vez que toda a água consumida na escola passa pelo reservatório, sem pontos de abastecimento direto. O volume de reservação é de aproximadamente 20 m³, assegura a distribuição das águas em quantidade a todos os pontos de consumo do imóvel de maneira uniforme.

Durante o levantamento do perfil de consumo com a torneira bóia convencional, verificou-se que a vazão mínima foi 50,4 l/h, conforme a Figura 8. Em todos os dias da semana, mesmo durante a noite, a vazão geralmente era superior a 100 l/h, o que levantou a suspeita de alguma anormalidade de consumo da água nas instalações hidráulicas interna da escola. Desta forma, foi identificado um vazamento interno na escola, responsável pelo consumo noturno. Após a realização dos reparos, o datalogger foi instalado novamente, de modo a gerar os histogramas de consumo da Figura 9 e da Figura 10.

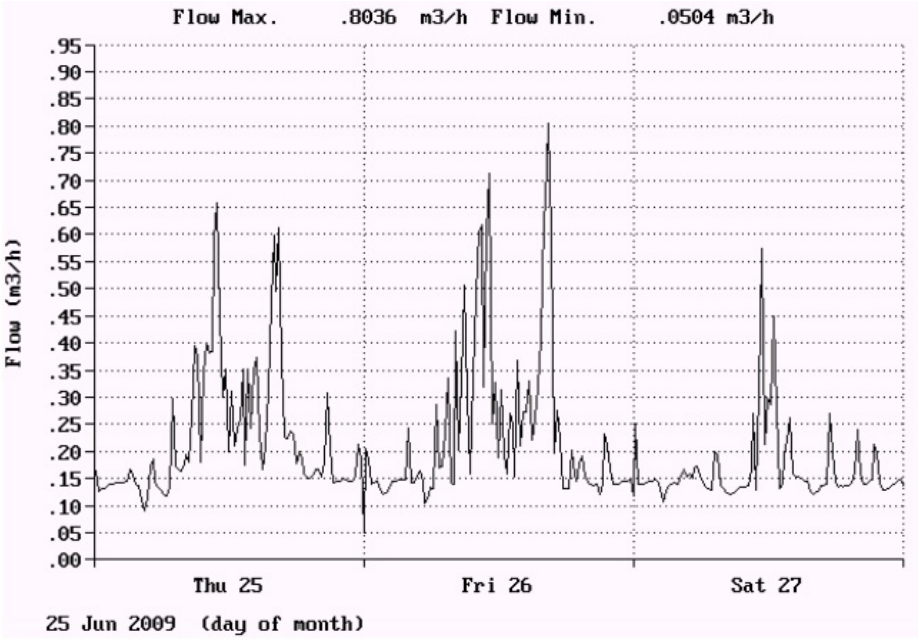


Figura 8 Registros de vazão indicando vazamento interno

A Figura 9 apresenta o histograma de consumo com torneira bóia convencional e a Figura 10 demonstra os consumos com torneira bóia de alta vazão instalada.

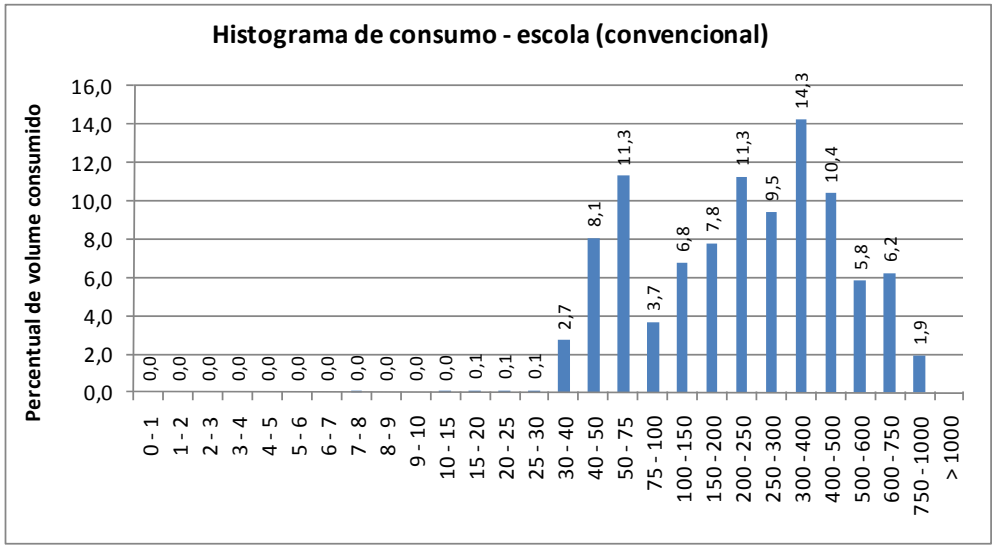


Figura 9 Histograma - Torneira bóia convencional

Observa-se grande variação nas vazões de abastecimento da escola com a torneira bóia convencional. As vazões abaixo de 30 l/h são insignificantes, ou seja, todas as vazões ocorrem acima de Qmin. Aproximadamente 77% do consumo ocorre entre a vazão de transição Qt = 75 l/h e a vazão nominal Qn = 1500 l/h.

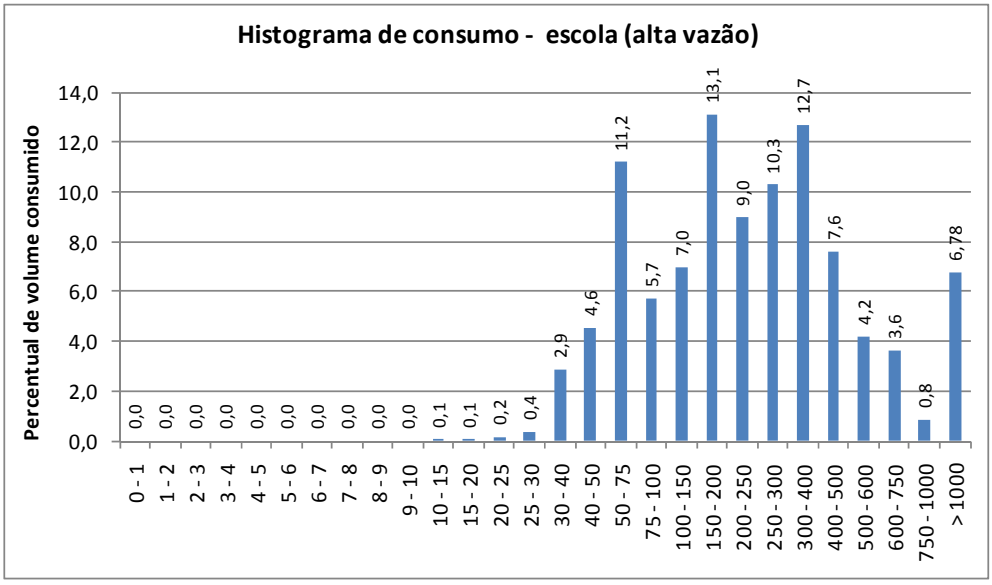


Figura 10 Histograma - Torneira bóia de alta vazão

Com a torneira de alta vazão, permanece a ocorrência de baixas vazões, entre Qmin e Qt. Houve ligeiro aumento nas vazões maiores, pois aproximadamente 81% do consumo ocorreu entre a vazão de transição Qt = 75 l/h e a vazão nominal Qn = 1500 l/h. Cabe salientar que a torneira bóia de alta vazão proporcionou a ocorrência de vazões acima de 1 m³/h. Desta forma, apesar de se observar a ocorrência de vazões maiores, a ocorrência de baixas vazões acaba por prejudicar a medição, de modo a promover pequena recuperação na eficiência da medição.

CONCLUSÕES

O fato de que a torneira bóia convencional provoca baixas vazões, de modo a prejudicar a eficiência da medição dos hidrômetros, tem sido discutida por diversos autores. Essa condição hidráulica é intrínseca ao sistema de abastecimento utilizado em diversos países, onde o uso de reservatório domiciliar reduz as ocorrências de desabastecimento. Por outro lado, sua presença provoca submedição, reduzindo o faturamento da empresa.

Entretanto, a substituição por uma torneira bóia de alta vazão não apresentou os resultados esperados, pois ainda permaneceu a ocorrência de baixas vazões, nas quais os hidrômetros não apresentam bom desempenho. Desta forma, a aplicação de hidrômetros mais sensíveis às baixas vazões pode ser uma alternativa para redução da submedição, uma vez que, além de não eliminar o problema, escolha do tipo de torneira bóia a ser aplicada é de responsabilidade dos proprietários dos imóveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14534 - Torneira de bóia para reservatórios prediais de água potável - Requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2000, 18p.
2. ARREGUI, Francisco; CABRERA JR., Enrique; COBACHO, Ricardo; GARCÍA-SERRA, Jorge. Key factors affecting water meter accuracy. In: IWA LEAKAGE 2005 CONFERENCE, **Proceedings**…, Halifax, Canada, 2005. 10 p.
3. ARREGUI, F.J.; CABRERA, E.; COBACHO, R.; GARCÍA-SERRA, J. Reducing apparent losses caused by meters inaccuracies. **Water Practice & Technology**, v. 1, n. 4, 8 p., 2006.
4. BORGES, E. J. B. **Análise da micromedição do volume de água potável domiciliar e sua influência no cálculo das perdas no sistema de distribuição**. 88 p. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2007.
5. CHARALAMBOUS, B.; CHARALAMBOUS, S.; IOANNOU, I. Meter under-registration caused by ball valves in roof tanks. In: WATER LOSS 2007, Proceedings… Bucharest, Romania. 2007. 11 p.

6. CRIMINISI, A.; FONTANAZZA, C. M.; FRENI, G., LA LOGGIA, G. Evaluation of the apparent losses caused by water meter under-registration in intermittent water supply. **Water Science & Technology**, v. 60, n. 9, p. 2373–2382, 2009.

7. COBACHO, R.; ARREGUI, F.; CABRERA, E.; CABRERA, E. Jr. Private water storage tanks: evaluating their inefficiencies. In: EFFICIENT 2007: The 4th IWA Specialised Conference on Efficient Use of Urban Water Supply, **Proceedings**…, Jeju Island, Korea, 2007. 8p.

8. FONSECA, P.; COELHO, A. C. Manutenção de hidrômetros - um problema econômico. In: 25º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 2009. Recife – PE, **Anais**... Rio de Janeiro - RJ: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2009. 11 p.

9. MARTINS, F. L. C.; OLIVEIRA, M. A. S. PAHI – projeto de adequação do parque de hidrômetros da Baixada Santista. In: XX ENCONTRO TÉCNICO AESABESP. 2009. São Paulo. **Anais**... São Paulo-SP: SABESP, 2009, 24 p.

10. PEREIRA, L. G.; ILHA, M. S. O. Avaliação da submedição de água em edificações residenciais unifamiliares: o caso das unidades de interesse social localizadas em Campinas, no estado de São Paulo. **Ambiente Construído**. v. 8, n. 2, p. 7-21, abr./jun. 2008.

11. RIZZO, A.; CILLA, J. Quantifying meter under-registration caused by the ball valves of roof tanks (for direct plumbing systems). In: IWA LEAKAGE 2005 CONFERENCE, **Proceedings…**, Halifax, Nova Scotia, Canada, 2005. 12P.

12. 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: XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 2000. Porto Alegre. **Anais**... ABES, 2000. 14p.

13. THORNTON, J.; RIZZO, A. Apparent losses, how low can you go? In: LEAKAGE MANAGEMENT CONFERENCE, Lemesos, Cyprus, **Proceedings**… 2002. 16 p.