

QUANTIZAÇÃO DO DESPERDÍCIO DE ÁGUA EM VAZAMENTOS REPRESENTADOS POR GOTEJAMENTOS E FILETES DE ÁGUA.

FÁBIO NONATO DE PAULA¹; MARIA CAROLINA FERREIRA B. TEIXEIRA²;
MAURÍCIO L. SANTAELLA¹; PEDRO HENRIQUE A. DE ALMEIDA¹

¹Curso de Graduação – Faculdade de Engenharia Mecânica/UNICAMP

²Curso de Graduação – Faculdade de Engenharia Elétrica/UNICAMP

RESUMO: Nosso trabalho buscou caracterizar os vazamentos comumente encontrados em residências, representados por gotejamentos e filetes de água (contínuos), através da medição de suas vazões e frequências em diferentes casos, considerando que suas ocorrências são observadas na saída de uma torneira simples. A fim de verificar os impactos desse desperdício para o consumidor e para o meio ambiente, e, indicar as possíveis causas da não detecção de tais vazamentos quando sua fonte é independente da caixa d'água. Analisamos, ainda, o sistema mecânico padrão de hidrômetros multijato e monojato, de forma a observar como estes instrumentos se comportam frente a vazões abaixo de seus limites mínimos de funcionamento.

PALAVRAS-CHAVE: desperdício, vazamento de água, gotejamento, filete, hidrômetro multijato, hidrômetro monojato.

INTRODUÇÃO

Hoje, a escassez de água doce em nosso planeta, frente ao consumo desenfreado e muitas vezes irresponsável de tal recurso, tornou-se uma preocupação global, um problema que atinge não só a espécie humana, mas toda a vida existente na Terra. Um exemplo desta situação pode ser ilustrado pelos 22% do volume de água não faturados, ou seja, desperdiçados, de um total de 80 milhões de metros cúbicos fornecidos pela SANASA - empresa responsável pela rede de

água de Campinas - só em 2005 (SANASA, 2006).

Frente a tal realidade, o ambiente residencial pode ser visto como um dos responsáveis por grande parcela de desperdício, o que agrava ainda mais a situação. Considerando ainda que, mesmo quando inutilizada domesticamente, a água perdida em certos vazamentos ou no uso sem responsabilidade da mesma, demanda um gasto

econômico e energético para torná-la reutilizável. Assim, nestes casos, a água desperdiçada e, posteriormente tratada, consome apenas recursos, não trazendo nenhum benefício ao usuário.

Atualmente, a grande maioria das residências situadas no perímetro urbano possui um hidrômetro, instrumento responsável pela medição da vazão de água tratada consumida, instalado. Entretanto, como todo instrumento mecânico de medição, este aparelho está sujeito a trabalhar com maior eficiência em uma determinada faixa de vazão, apresentando um limite mínimo que divide a vazão registrada da ignorada (FRANÇA, 2000).

A larga difusão da instalação de um instrumento de medição no âmbito residencial torna necessária uma grande disponibilidade desses aparelhos, que devem ser de simples construção e operação. Assim, faz-se uso de um método de medição da vazão de água constituído por um mecanismo simples, que utiliza, basicamente, uma turbina mais conhecida como roda d'água (FOX & MACDONALD, 2001). Mesmo apresentando diversos inconvenientes construtivos e de aplicação, este ainda é um mecanismo economicamente viável em larga escala.

Em conseqüência às necessidades domésticas de água, diferenciadas de residência para residência, hidrômetros com capacidades nominais diversificadas são requeridos,

apresentando respostas diferentes sobre aspectos como eficiência e quantidade de água fornecida por segundo. Entretanto, todos têm em comum o fato de que, em vazões acima ou abaixo de seus limites, seu funcionamento estará comprometido ou será inexistente (FRANÇA, 2000).

Assim, vazões pequenas, que não são registradas por estes aparelhos, podem contribuir, significativamente, ao desperdício. Não sendo marcadas pelo contador do hidrômetro, tais vazões, muitas vezes, não são percebidas pelo consumidor, pois não causam custos adicionais na conta de água, tornando-se uma forma de desperdício despercebida.

Este trabalho visou, portanto, quantificar as pequenas vazões e compará-las, para que, de uma maneira simples, se saiba quanto de água é desperdiçada sob nossas vistas, indicando, inclusive, as características do hidrômetro que auxiliam estas perdas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a análise dos vazamentos residenciais comuns através da quantização da vazão de água perdida em sua ocorrência, realizou-se uma seqüência de testes de modo a caracterizar o desperdício na forma de gotejamentos, assim como de fluxos contínuos de água, representados por filetes de diâmetro pequeno. Isso constituiu um método de aproximação experimental do caso observado em

vazamentos reais decorrentes de torneira defeituosas ou válvulas falhas.

Para a execução das medições utilizou-se uma torneira simples – acionada por rotação, geralmente encontrada na maioria das residências. Como as torneiras domésticas deste tipo possuem estruturas semelhantes, pode-se constatar que não haverá diferença significativa no volume da gota de equipamento para equipamento devido à tensão superficial da mesma que faz com que ela possua um volume aproximadamente constante em qualquer situação.

Abrindo-se a torneira, escolheu-se, aleatoriamente, um gotejamento de alta frequência. Posicionando um becker de 1 litro abaixo da saída da torneira, cronometrou-se o tempo necessário para que o recipiente estivesse completamente cheio e, por meio da equação do cálculo de vazão - Eq.1 (FOX & MACDONALD, 2001) - onde Q é a vazão, V o volume (fixado em 1 litro) e t é o tempo para o enchimento, pôde-se chegar à vazão associada ao gotejamento.

$$Q = \frac{V}{t} \quad \text{Eq.1}$$

De maneira a estender os resultados observados a maior quantidade possível de casos, consultou-se o órgão responsável pela rede de água de Campinas – SANASA – para obter maiores informações sobre os tipos de hidrômetros instalados na maioria das

residências de Campinas, visto que tal aparelho de medição é escolhido por esta Empresa e não pelo consumidor final. Assim, obtiveram-se dois modelos padrão de hidrômetros, comumente utilizados no âmbito residencial, cujos respectivos fabricantes foram igualmente informados. Isso permitiu que se tivesse acesso à ficha técnica dos mesmos, e, conseqüentemente a dados relevantes sobre os instrumentos, como suas capacidades nominais e vazões mínimas.

Por fim, realizou-se uma análise dos hidrômetros em questão para identificar as causas mecânicas que levam estes instrumentos à não detectar uma determinada faixa de pequenas vazões de água, apresentando algumas tecnologias que podem corrigir os erros mecânicos verificados.

Valendo-se de tais resultados, estima-se demonstrar que ramos hidráulicos não alimentados pela caixa d'água, como torneiras instaladas em quintais e jardins, podem contribuir para uma considerável parcela de desperdício de água, quando apresentam vazamentos, pois geralmente estão fora da visualização constante do consumidor ou como não acarretam custos adicionais na conta de água, são simplesmente ignoradas pelos mesmos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Medição da Vazão de gotejamentos e filetes de água

Para um gotejamento de frequência igual a 126 gotas por minuto, o recipiente foi preenchido em 38 minutos. Isso gera uma vazão de 1,58 litros por hora (l/h). Esta frequência de gotejamento está no limiar da transição para o filete de água, dessa forma não houve necessidade de testes com outras frequências, pois uma frequência de gotejamento superior já resulta em um filete de água e uma inferior irá gerar uma vazão ainda menor. No caso de um filete constante de água (de cerca de 3mm de diâmetro) observou-se que o becker estava cheio em 12 minutos, o que implica em uma vazão de 5 l/h.

Após consulta à SANASA, optou-se pela análise de dois hidrômetros com princípios de funcionamento distintos, mas que apresentavam características semelhantes: hidrômetros de velocidade dos tipos multijato e monojato, pertencentes à classe metrológica B, de fabricantes diferentes, com vazão máxima de 3000 l/h, vazão nominal de 1500 l/h, vazão de transição de 120 l/h, vazão mínima de 30 l/h, diâmetro nominal de $\frac{3}{4}$ " e início de funcionamento de 11 l/h (FAE TECNOLÓGICA / ACTARIS). Onde a vazão máxima é a maior vazão suportada pelo medidor, a vazão nominal é a maior vazão na utilização normal, a vazão de

transição é aquela que define a separação entre os campos de medição inferior e superior e a vazão mínima é a menor vazão na qual o hidrômetro fornece indicações que não possuam erros superiores aos erros máximos admissíveis (INMETRO, 2000).

Portanto, observa-se que as vazões obtidas experimentalmente, tanto para o gotejamento de alta frequência escolhido quanto para o filete de água, encontram-se muito abaixo do limite de funcionamento dos hidrômetros em questão (11 l/h - valor suficiente para encher um copo de cerca de 180ml em um minuto). A tabela 1 ilustra a relação entre a vazão de água desperdiçada e o volume perdido mensalmente em vazamentos representados por tais vazões:

Tabela 1. Relação entre diferentes vazões e o volume mensal de água associado.

Vazão (l/min)	Vazão (l/h)	Perda mensal (l)
0,026	1.58	1137.6
0.083	5	3600
0.167	10	7200

Tomando-se por base uma torneira de jardim com vazão nominal de 12 l/min, o simples ato de regar as plantas diariamente durante 5 minutos implicaria em um gasto de cerca de 60 litros de água cotidianamente. O desperdício mensal representado por uma vazão de 5 l/h é equivalente à execução contínua desta mesma operação durante dois meses. Uma analogia semelhante pode ser observada aumentando-se o período para 10 minutos,

tempo suficiente para se lavar uma quantidade moderada de louça, por exemplo. Neste caso, pode-se verificar que um vazamento com vazão de 10 l/h, muito próxima do limite de funcionamento dos hidrômetros tratados, permite a execução da mesma tarefa pelos mesmos dois meses nos quais se rega o jardim.

Portanto, um pequeno vazamento, muitas vezes despercebido ou ignorado pelo consumidor, pode representar um significativo desperdício se analisado em uma escala temporal maior. O que mostra que a prevenção e a reparação de tal incidente podem ajudar a diminuir os impactos ambientais do uso irracional da água na região em que vivemos.

Caracterização dos hidrômetros selecionados

Sistema Monojato

Nesse sistema, o fluxo de água penetra na carcaça por um orifício de entrada, provoca o movimento de um rotor cujo eixo é perpendicular a esse fluxo e deixa a carcaça por um orifício de saída (MELO, 1997), que se situa no mesmo plano do primeiro orifício.

Sistema Multijato

Neste caso, a carcaça integra uma câmara com duas fileiras de perfurações, uma superior e outra inferior, dirigidas perpendicularmente ao eixo da turbina. Uma fileira encontra-se em sentido contrário à outra e ao acionar a turbina

(de forma análoga ao que ocorre no hidrômetro monojato), vindo da fileira inferior, o fluxo de água é impulsionado para a fileira superior (MELO, 1997).

Princípio de Medição

Nos hidrômetros de velocidade, o princípio de medição do volume de água avaliado consiste em deduzir o volume desse fluido do número de revoluções de um rotor (turbina) por ela acionado (ELMORE, 1972).

Causas que levam ao aparecimento de uma vazão limiar para o início do funcionamento do hidrômetro

O rotor, peça essencial de um hidrômetro mecânico, é constituído de uma roda formada por várias palhetas espaçadas simetricamente ao redor de um eixo. Este eixo é posicionado perpendicularmente ao fluxo de água, sendo estruturado de forma a apresentar o mínimo atrito nos mancais, diminuindo, assim, o torque resistivo imposto para a movimentação da turbina. Dessa forma observa-se que tanto o hidrômetro multijato como o monojato apresentam resistências semelhantes ao início do funcionamento, já que são constituídos basicamente pelos mesmos elementos.

Logo, para que o hidrômetro comece seu funcionamento, o torque gerado pelo fluxo de água deve ser maior que o torque resistivo dos

mancais. Portanto, a resistência ao movimento da turbina, aliada ao volume de água que escapa pelas frestas existentes entre o rotor e a parede da câmara e ao atrito associado às engrenagens do relógio são os maiores responsáveis pela existência de uma vazão mínima abaixo da qual o hidrômetro registra erros fora das determinações da norma ou legislação vigente (FRANÇA, 2000).

Tecnologias para a redução do problema

O limite imposto pela vazão mínima pode ser atenuado através de diversas técnicas, como a utilização de medidores eletrônicos, nos quais existe um acoplamento magnético da turbina à relojoaria. Ou construindo-se um hidrômetro com mancal feito de safira (ou material semelhante), uma pedra de alta dureza do conceito mecânico que apresenta alta resistência à penetração de outros materiais e menor rugosidade. Ambos os métodos que diminuem o atrito aumentando a sensibilidade mecânica do aparelho e, conseqüentemente, diminuindo a vazão necessária para iniciar o funcionamento do aparelho.

No entanto essas tecnologias possuem um custo elevado e se tornam inviáveis para a utilização doméstica. Medidores de vazão de fluido de alta precisão são normalmente utilizados para processos que necessitam de uma medição muito mais exata, como ocorre na extração de petróleo de reservatórios, onde o

desperdício do fluido ocasiona uma perda de custo elevado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACTARIS. Ficha Técnica do Hidrômetro Monojato Unimag. Disponível em: <<http://www.actaris.com.br/agua/unimag.htm>>. Acesso em: 27 novembro 2006.

ELMORE, E.(coord). **Manual de Referência Medidores de Água Domiciliar**. Peru:OMS e BID, Lima, 1972.

FAE TECNOLÓGICA. Manual Operacional Hidrômetro Multijato DELTA-MTF.. Disponível em:<http://www.fae.com.br/pt/agua_produto_det_alhe.asp?Id_Dados=43&Id_Produto=10>. Acesso em: 27 novembro 2006.

FOX, R., MACDONALD, R. **Introdução a Mecânica dos Fluidos**. 5ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

FRANÇA, A. **Conceitos Básicos e Características Gerais de Instrumentos de Medição**. Apostila do Curso Instrumentação Mecânica, Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP. Campinas, Brasil, 2000.

INMETRO. Portaria nº 246 de 17 de outubro de 2000. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/rtac/pdf/RTAC000667.pdf>>. Acesso em: 28 novembro 2006.

MELLO, E. **Hidrômetros sem ângulo para Leitura – Perdas na Medição de Água**. XXIV Assembléia Nacional da ASSEMAE. Brasília, DF, 1997

SOCIEDADE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO S/A-SANASA. Controle de Perdas de Água na Distribuição e Faturamento. Disponível em:<<http://www.sanasa.com.br/>>. Acesso em: 10 outubro 2006.