

## XII-008 – AVALIAÇÃO E APERFEIÇOAMENTO DE TORNEIRAS DE FECHAMENTO AUTOMÁTICO EM EDIFÍCIO PÚBLICO

**André Luis Castro Pereira<sup>(1)</sup>**

Técnico em Edificações pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG. Graduando em Engenharia Mecânica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG, Belo Horizonte.

**Gisele Vidal Vimieiro**

Engenheira Civil pela Escola de Engenharia da UFMG, Especialista em Educação Ambiental pela Faculdade SENAC Minas, Mestre e Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia da UFMG, Professora do Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG, Belo Horizonte, Brasil.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Maria Paschoal Gatti, 109 - Barreiro - Belo Horizonte - MG - CEP: 30640105 - Brasil - Tel: (31) 8870-3662 - e-mail: andreluiscp93@gmail.com.

### RESUMO

Seja como componente bioquímico de seres vivos, meio de vida de várias espécies, fonte de eletricidade e até fator de produção de vários bens de consumo, a água é um recurso natural muito valioso. A escassez dos recursos hídricos tem levado à busca de alternativas para o seu uso mais racional, como investimentos em educação ambiental pública e pesquisas de desenvolvimento e aperfeiçoamento de equipamentos e métodos economizadores de água. Diante disso, o objetivo desse estudo foi avaliar o desempenho, a robustez e propor aperfeiçoamentos das torneiras de fechamento automático instaladas em um edifício público, tendo sido testados e monitorados os equipamentos instalados no Campus I do CEFET-MG. O trabalho foi elaborado em etapas, dentre elas destaca-se a fundamentação teórica sobre o tema, a aferição e monitoramento das torneiras, a verificação dos mecanismos antivandalismo, a interpretação dos dados obtidos e a proposição de aperfeiçoamentos. Foram estudadas 41 torneiras instaladas em nos banheiros do , bem como o controle das vazões, registro de violações e de melhorias. Como principal recomendação o estudo da fabricação de borrachas de vedação que resistam mais a princípio à fadiga, bem como à produtos químicos com os quais possa vir a ter contato.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desperdício de água, Torneira fechamento automático, Instituição de ensino, Vandalismo, Aperfeiçoamento.

### INTRODUÇÃO

Seja como componente bioquímico de seres vivos, meio de vida de várias espécies, fonte de eletricidade e até fator de produção de vários bens de consumo, a água é um recurso natural muito valioso. Tomaz (2002) cita que a água ocupa 70% da superfície da Terra e a maior parte, 97%, é salgada. Apenas 3% do total é água doce e, desses, 0,01% vai para os rios, ficando disponível para uso. O restante está em geleiras, icebergs e em subsolos muito profundos.

Na atualidade, a escassez dos recursos hídricos e sua adequada utilização são uma preocupação global. Os problemas associados à água estão relacionados à sua distribuição geográfica desigual, ao aumento desordenado da população e ao mau uso do recurso. Estudos realizados pelo Instituto Internacional de Gerenciamento da Água (IWMI, 2000) estimam que cerca de 1/3 da população mundial vai experimentar efeitos extremos da escassez de água até o ano 2025.

Em uma instituição de ensino, há uma diversidade de atividades desenvolvidas que necessitam da água. Dentre essas principais atividades, as que consomem mais água são relativas à limpeza e à utilização diária e constante dos banheiros, devido ao número de pessoas que diariamente frequentam o local. Nesse sentido, é comum a

ocorrência de desperdícios de água nas instalações, devido a vazamentos, equipamentos inadequados ou mal instalados e o mau uso por parte dos usuários.

No que diz respeito ao uso dos edifícios, Wunder (2006) menciona que o consumo de água varia de acordo com alguns fatores, como região, clima, costumes, dentre outros. O maior consumo ocorre mesmo no banheiro, onde 80% da água é consumida. Diante disso, medidas em prol do combate ao desperdício e do uso racional da água têm sido comumente adotadas, como a educação ambiental da população e o uso de equipamento hidráulicos economizadores de água.

Segundo Oliveira (1999), a especificação de equipamentos hidráulicos economizadores deve ser realizada de acordo com as necessidades e o tipo de usuário, com as atividades relacionadas, com o consumo de água no local, com a avaliação técnico-econômica e com as características e condições do sistema onde serão incorporados. Pouca robustez, inadequações na especificação, mau uso e a falta de conscientização e orientação dos usuários têm levado à violação dos equipamentos instalados em edifícios com utilização pública. Essa violação frequentemente altera o funcionamento adequado do equipamento e pode ocasionar sua inutilização, gerando constantes dispêndios com manutenção corretiva e substituição. Assim, o presente trabalho visou avaliar e aperfeiçoar um dos equipamentos economizadores de água mais adotados em banheiros públicos, a torneira de fechamento automático, em especial aquelas instaladas nas instalações sanitárias do Campus I do CEFET/MG.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O primeiro passo dado para o andamento do projeto foi a realização de uma pesquisa focada na crise hídrica, nos equipamentos economizadores de água e, principalmente, nas torneiras de fechamento automático. Foram pesquisadas também as principais normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que versam sobre o tema:

- NBR 13713: Instalações hidráulicas prediais - Aparelhos automáticos acionados mecanicamente e com ciclo de fechamento automático - Requisitos e métodos de ensaio;
- NBR 10281: Torneira de pressão - Requisitos e métodos de ensaio;
- NBR 15704-1: Registro - Requisitos e métodos de ensaio Parte 1: Registros de pressão;
- NBR 15705: Instalações hidráulicas prediais - Registro de gaveta - Requisitos e métodos de ensaio.

Dentre as soluções para o uso racional da água, conforme mencionado anteriormente, têm-se os equipamentos economizadores de água, que independente da participação do usuário constantemente promovem a economia de água. Além da regulação e acompanhamento do consumo de água, foram estudados no CEFET-MG a instalação de tais aparelhos, como redutores de vazão, arejadores mais econômicos e válvula de descarga de duplo acionamento, que visam reduzir o consumo, aperfeiçoar as manutenções e facilitar o controle do consumo de água e dos possíveis reparos necessários.

Ao mesmo tempo em que a revisão bibliográfica estava sendo executada, foi feita uma visita ao setor responsável pela manutenção do Campus I do CEFET para se obter alguns dados sobre as torneiras de fechamento automático ali instaladas, como: histórico de violações, viabilidade financeira de aplicação, possível diminuição do consumo de água após as instalações, número de banheiros e hidrômetros.

Após a obtenção dos dados técnicos dos produtos, foi realizada uma aferição dos dados fornecidos pelo fabricante, como a verificação do tempo médio de acionamento. Foram aferidas ainda as vazões disponibilizadas em cada torneira por acionamento e comparadas com os parâmetros preconizados por Norma (NBR 13713) e fornecidos pelos fabricantes.

Para a aferição das vazões disponibilizadas nas torneiras de fechamento automático no hall do restaurante do prédio principal e em sete banheiros masculinos e femininos do Campus I do CEFET-MG, o procedimento adotado foi bastante simples: utilizando-se um cronômetro e um béquer de medição, encontrou-se o tempo e o volume de água que cada uma das torneiras forneceram após um acionamento. Assim, a vazão obtida foi a razão entre o volume de água, medido em recipiente graduado, e o tempo de acionamento da torneira.

O procedimento de aferição foi realizado duas vezes no decorrer do trabalho. A primeira aferição foi realizada na última semana de agosto de 2015 e a segunda aferição foi feita na primeira semana de março de 2016, totalizando um intervalo de aproximadamente 180 dias.

No cálculo da vazão média, não foram considerados os valores de vazão que estavam fora do intervalo de confiança, que é dado pela Equação 1. Esse é um intervalo estimado, onde a média de um parâmetro de uma amostra tem uma dada probabilidade de ocorrer. Comumente define-se como o intervalo onde há 95% de probabilidade da média verdadeira ocorrer.

**Equação 1: Intervalo de confiança**

$$I = \left( \bar{x} \pm 2 \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right)$$

Na equação, “I” representa o intervalo de confiança, “x” a média das vazões, “s” o desvio padrão e “n” o número de torneiras.

Diante da intenção de se propor aperfeiçoamentos das torneiras de acionamento automático, realizou-se análise da estrutura interna dos equipamentos em estudo, para se compreender melhor o princípio básico de funcionamento desses.

Buscou-se ainda compreender melhor as características antivandalismo divulgadas pelas empresas fabricantes de equipamentos hidrossanitários para seus produtos a serem instalados em locais públicos, uma vez que não existe uma norma de referência que regulamente as características mínimas necessárias para receber tal classificação.

A ocorrência de violações e quaisquer outros eventuais problemas nas torneiras vem sendo observados durante todo o período de realização do projeto, que foi finalizado em março de 2016.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para padronizar as instalações hidrossanitárias atuais do Campus I, a equipe do Setor de Manutenção observou que as peças cujos modelos eram antigos ou apresentavam alguma avaria ou impossibilidade de redução no consumo deveriam ser trocadas. Além disso, foi observado pela equipe que as válvulas de descarga instaladas atualmente não apresentavam compatibilidade para receber o acabamento para válvula de descarga antivandalismo *Dual Flush*, sendo necessária uma obra civil para troca dessas instalações.

Percebeu-se, a partir dos dados fornecidos, que o CEFET-MG estava passando por um processo de homogeneização das torneiras do Campus I. Foi relatado que a não padronização dos tipos de torneiras era uma dificuldade para manutenção das mesmas ou até mesmo para se avaliar a redução no consumo de água, estipulado pelo Governo Federal para a instituição em 2015, com meta de redução de 30% do seu consumo. Como exemplos disso, são apresentadas três torneiras de lavatório diferentes na Figura 1.

**Figura 1: Três dos diferentes tipos de torneiras de lavatório encontradas no Campus I do CEFET-MG.**



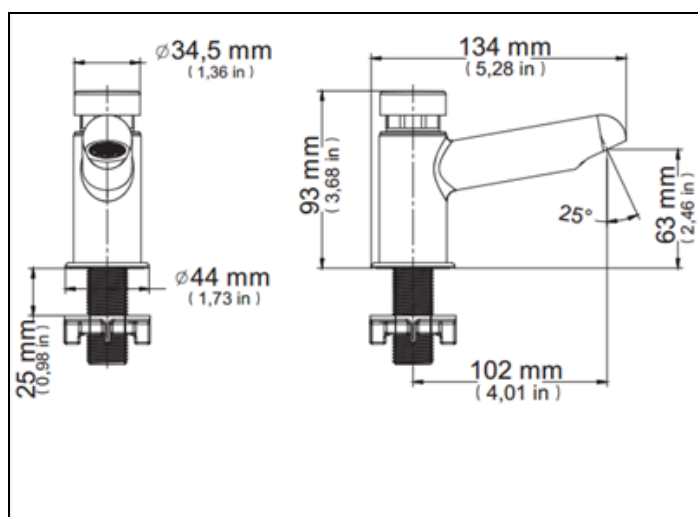
Fonte: Dados do Setor de Manutenção do CEFET-MG (2015).

O engenheiro responsável pelas obras do Setor de Manutenção disponibilizou o levantamento feito pela sua equipe indicando a possibilidade de o consumo ser reduzido em torno de 40% com o uso de aparelhos hidrossanitários economizadores e com o desenvolvimento de campanhas de conscientização.

Foram analisadas também pela equipe as contas de água do Campus I, a fim de controlar os gastos. O gráfico a seguir (Figura 3) apresenta a média de consumo diário na unidade no período entre 26/12/2013 e 26/03/2015, sendo possível observar que o Campus não apresentou um consumo médio homogêneo de água ao longo dos meses analisados.

As principais características geométricas do tipo de torneira que se deseja adotar como padrão no Campus I do CEFET-MG são mostradas na Figura 2.

**Figura 2: Dimensões da torneira de fechamento automático a ser padrão no Campus I do CEFET-MG**

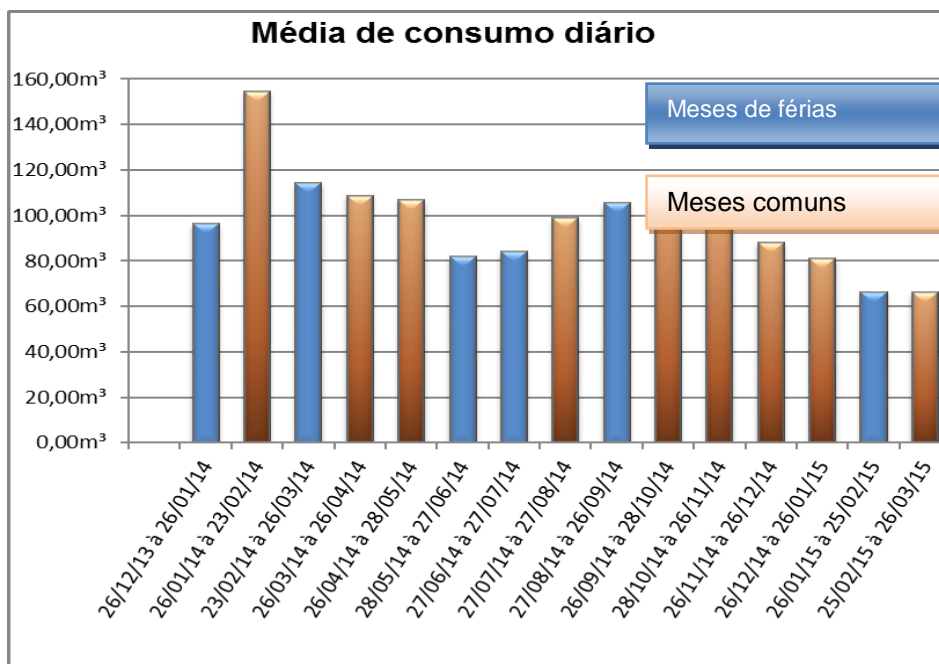


Fonte: Docol (2015).

A depredação dos equipamentos e o consequente desperdício de água é um problema socioambiental de graves consequências para a sociedade, pois além de investir mais na compra e manutenção de equipamentos com verba governamental, uma boa parte de água potável é desperdiçada.

Em busca de respostas sobre as características antivandalismo divulgadas pelas empresas fabricantes de equipamentos hidrossanitários para instalação em locais públicos, foi constatado que cada uma delas classifica o produto sem ter como referência uma norma (a princípio, ainda inexistente) que regulamente as características mínimas necessárias para receber tal classificação.

**Figura 3: Média de consumo diário de água no Campus I do CEFET-MG - 26/12/13 à 26/03/2015**



Fonte: Dados do Setor de Manutenção do CEFET-MG (2015)

Foram contatados os fabricantes mais renomados do mercado e obtidas algumas respostas sobre os seus produtos antivandalismo. Os produtos da empresa A por exemplo, são classificados como antivandalismo por apresentarem o embutimento na alvenaria dos componentes internos da torneira, impedindo assim o acesso a essas peças e evitando furtos.

Dentre as outras respostas obtidas, o coordenador da empresa B relata que: “o que diferencia as torneiras antivandalismo das convencionais é basicamente o tipo de arejador. Toda a linha de torneiras B1 tem arejador embutido que só pode ser retirado com auxílio de chave especial”. Já a empresa C evidencia que os produtos antivandalismo da sua marca acompanham uma chave específica para realizar a troca do mecanismo, o que também acontece na empresa A.

Conforme mencionado anteriormente, foi feita a aferição das vazões disponibilizadas nas torneiras de fechamento automático no hall do restaurante do prédio principal e em sete banheiros masculinos e femininos do Campus I do CEFET-MG, tendo sido identificados dos modelos de torneiras de uma mesma marca, denominados nesse trabalho como A1 e A2. O procedimento de aferição foi realizado duas vezes ao longo do trabalho.

Alguns dados fornecidos pelo fabricante foram utilizados para fundamentar a análise, como o tempo de um acionamento, a vazão e pressão estática de ambos os tipos de torneiras. Para o modelo A1 de torneira, o fabricante informa que a vazão é constante, cerca de 1,8 L/min, com variações de pressão estática de 0 a 4 Kgf/cm² e tempo de acionamento médio de 6 a 8 segundos.

Já para o modelo A2 de torneira, o fabricante informa os dados de vazão e pressão estática por meio de três curvas diferentes de acordo com o tipo de restritor de vazão utilizado (Sem restritor – Vazão: 3 a 6,2L/min, Pressão: 0,2 a 0,8kgf/cm³; Com restritor “vermelho” - Vazão: 3 a 4,7L/min, Pressão: 0,8 a 2,0kgf/cm³; Com restritor “preto” – Vazão: 3,5 a 5L/min, Pressão: 2,0 a 4,0kgf/cm³).

Para a torneira modelo A2, foi fornecido como tempo de acionamento 4 a 10 segundos (intervalo previsto por Norma), e como referência de vazão, 3 a 4 L/min.

No cálculo da vazão média, não foram considerados os valores de vazão que estavam fora do intervalo de confiança, que é dado pela Equação 1.

**Equação 1: Intervalo de confiança**

$$I = \left( \bar{x} \pm 2 \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right)$$

Na equação, “I” representa o intervalo de confiança, “x” a média das vazões, “s” o desvio padrão e “n” o número de torneiras.

Para a torneira modelo A1 (28 torneiras), o desvio padrão é:

$$s = \sqrt{20,19/(28 - 1)} = 0,865$$

E o intervalo de confiança será:

$$I = \left( 2,96 \pm 2 \times \frac{0,865}{\sqrt{28}} \right) = (2,96 \pm 0,33) \text{ l/min}$$

Para a torneira modelo A2 (13 torneiras), tem-se:

$$s = \sqrt{18,36/(13 - 1)} = 1,237$$

E o intervalo de confiança será:

$$I = \left( 2,68 \pm 2 \times \frac{1,237}{\sqrt{13}} \right) = (2,68 \pm 0,69) \text{ l/min}$$

Como mencionado, das 41 torneiras estudadas, 28 são do modelo A1 e 13 são do modelo A2. Das torneiras modelo A1, 19 apresentaram média de vazão fora do intervalo de confiança, juntamente com 7 torneiras do modelo A2, representando, assim, cerca de 68% e 54% respectivamente de possibilidade de inconsistência no funcionamento das mesmas.

Tomando-se como referência apenas o tempo mínimo ideal de funcionamento de ambos os tipos de torneira como 4 segundos e tempo máximo de 10 segundos (previstos em Norma), 6 torneiras apresentaram tempos de acionamento inferiores a 4 segundos (2 torneiras modelo A1 e 4 torneiras modelo A2), sem nenhuma apresentar tempo superior a 10 segundos.

Em contato por e-mail com a empresa fabricante das torneiras em estudo, essa afirma que os dois modelos têm fechamento de 6 a 8 segundos em média. Levando-se em conta essa afirmação, observou-se que apenas 14 das 41 torneiras ficaram nesse intervalo.

Para a segunda etapa de aferição, utilizando a mesma metodologia adotada na primeira, foram verificadas as vazões das mesmas torneiras para avaliar se haveria alguma modificação nos dados coletados inicialmente.

Para a torneira modelo A1 o desvio padrão é:

$$s = \sqrt{28,19/(28 - 1)} = 1,022$$

E o intervalo de confiança será:

$$I = \left( 2,97 \pm 2 \times \frac{1,022}{\sqrt{28}} \right) = (2,97 \pm 0,39) \text{ l/min}$$

Para a torneira modelo A2 tem-se:

$$s = \sqrt{18,01/(13 - 1)} = 1,225$$

E o intervalo de confiança será:



$$I = \left( 2,68 \pm 2 \times \frac{1,225}{\sqrt{13}} \right) = (2,68 \pm 0,68) \text{ l/ min}$$

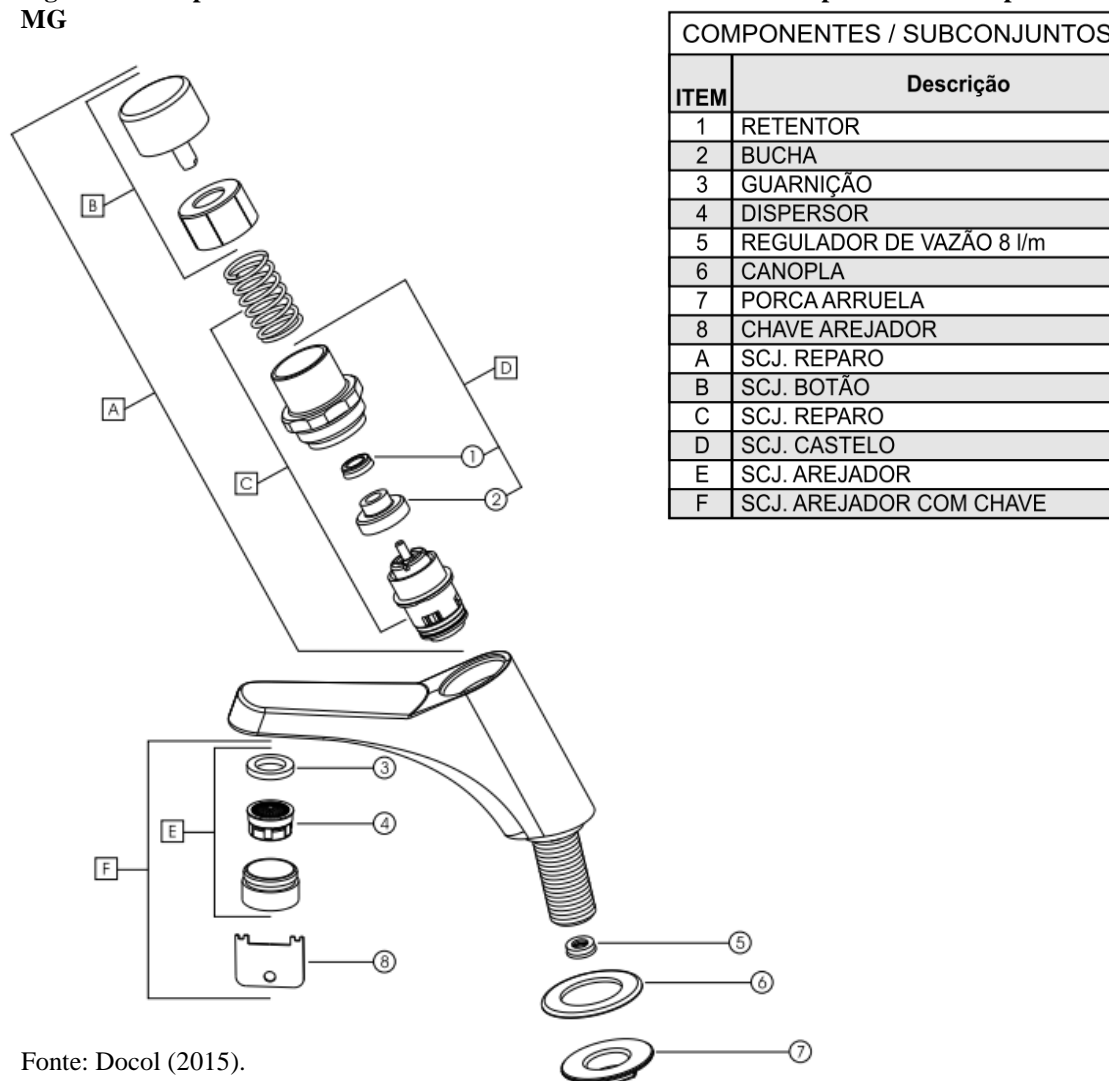
Das torneiras modelo A1, 20 encontraram-se fora do intervalo de confiança nesse segundo momento, juntamente com 8 torneiras do modelo A2, representando, assim, cerca de 71% e 62%, respectivamente, de possibilidade de inconsistência nos funcionamentos das mesmas.

Tomando-se como referência apenas o tempo mínimo ideal de funcionamento de ambos os tipos de torneira como 4 segundos e tempo máximo de 10 segundos (previstos em Norma), da mesma forma que se adotou para a primeira medição, tem-se mais uma vez 6 torneiras com tempos de acionamento inferiores a 4 segundos (2 torneiras modelo A1 e 4 torneiras modelo A2), sem nenhuma apresentar tempo superior a 10 segundos.

Comparando as torneiras com relação ao critério de tempo de acionamento, pode-se dizer que não houve variação da primeira para a segunda aferição de vazão, sendo observado que somente duas das 41 torneiras tiveram alternância de estarem hora dentro e hora fora do intervalo de confiança ao longo do processo.

Na Figura 4 são listados os principais componentes do tipo de torneira que se deseja adotar como padrão no Campus I do CEFET-MG.

**Figura 4: Componentes da torneira de fechamento automático a ser padrão no Campus I do CEFET-MG**



Fonte: Docol (2015).

Em reunião com o Setor Manutenção do Campus II do CEFET-MG, foi informado que é constante a troca do reparo representado na Figura 4 pelo conjunto de componentes do item C. Ainda conforme informado, como o custo de um reparo desse tipo gira em torno de R\$70,00 e a troca somente do retentor (item 1 da Figura 4) teria um custo de cerca de 10% desse valor, uma possível análise dos problemas das torneiras diminuiria o custo de manutenção, uma vez que acredita-se que geralmente é o retentor que encontra-se danificado.

Foi feita uma breve análise da torneira a ser padronizada, com o bombeiro hidráulico responsável pela manutenção do Campus I. A torneira foi desmontada e identificou-se as principais peças de troca. Um dos principais pontos de vazamento relatados por esse profissional da manutenção localiza-se sob o botão de acionamento e a provável causa é o retentor danificado, conforme mencionado anteriormente.

Há fabricantes que mencionam, em seus manuais de instalação, que algumas peças são danificadas pelo desgaste natural do uso, como os mecanismos de vedação. A Tabela 1 a seguir mostra os possíveis sintomas apresentados por uma torneira de fechamento automático, com suas prováveis causas e suas soluções.

**Tabela 1: Sintomas apresentados por torneiras de fechamento automático, prováveis causas e soluções**

SINTOMA	PROVÁVEIS CAUSAS	SOLUÇÃO
Não sai água ou pouca vazão	Alimentação de água interrompida	Verifique/abra a alimentação
	Arejador obstruído	Limpe ou substitua
A água sai continuamente (vazamento)	Pistão danificado	Substitua-o
	Eixo danificado	Substitua-o
	Sede danificada	Substitua-o
Tempo de funcionamento curto	Pistão danificado	Substitua-o
	Cilindro danificado	Substitua-o
Tempo de funcionamento longo	Pistão danificado/obstruído	Substitua-o
Vazamento sob o botão	Retentor danificado	Substitua-o
	Eixo danificado	Substitua-o

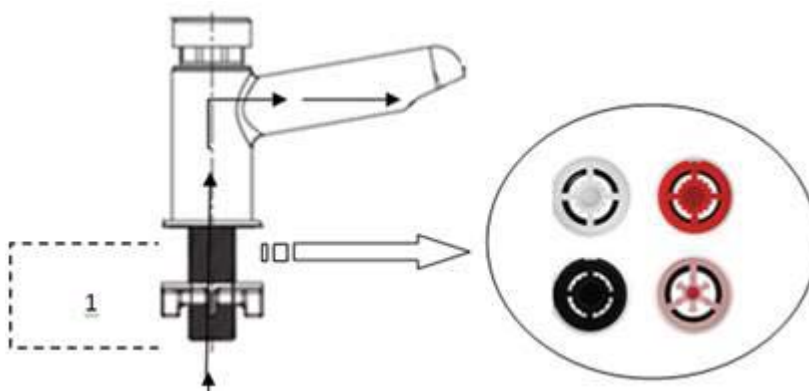
Fonte: Docol (2015).

A partir das observações realizadas na análise da estrutura interna dos equipamentos, orientadas por profissional responsável pelo laboratório de pesquisa de materiais da instituição, foram levantadas algumas ideias para serem desenvolvidas no aperfeiçoamento desse tipo de torneira. Para que se alcançasse um maior desenvolvimento na fase de aperfeiçoamento das torneiras, foram coletadas duas torneiras de marcas diferentes: o modelo A2 das torneiras que vinham sendo estudadas e outra torneira (modelo C1), de marca menos consagrada no mercado, à qual se tinha acesso.

Inicialmente, foi necessário o entendimento do princípio básico de funcionamento de uma torneira de fechamento automático. Com a ajuda do profissional, foi observado como é a passagem de água nos componentes internos da torneira, como ilustrado na Figura 5 a seguir. Para facilitar o entendimento, foi dividida a estrutura interna da torneira modelo A2 em três partes principais (Figuras 5 a 10).



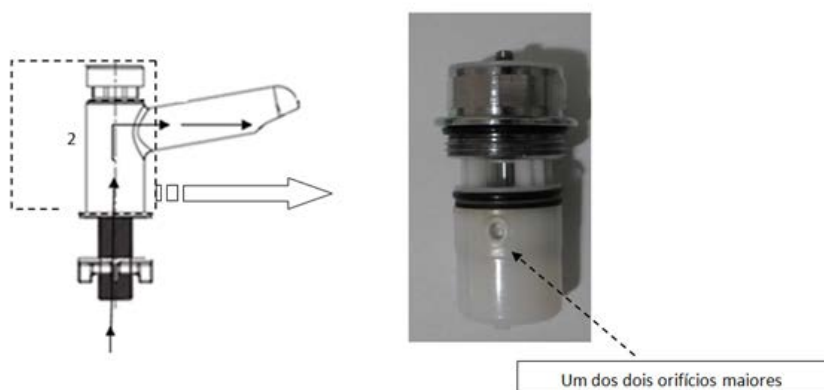
**Figura 5: Estrutura interna e funcionamento da torneira modelo A2 – 1ª Parte**



Fonte: Adaptado de Docol (2015).

O fluxo de água inicia-se pela parte inferior da torneira, onde estão presentes os redutores de vazão e em que é visto o tubo com rosca externa.

**Figura 6: Estrutura interna e funcionamento da torneira modelo 2 - 2ª Parte: válvula**



Fonte: Adaptado de Docol (2015).

Nessa segunda parte, pode-se observar que os primeiros elementos que entram em contato com a água são os orifícios laterais plásticos em formato arredondado. Existem dois orifícios, como ilustrado na Figura 6, com os quais a água entra primeiramente em contato.

Após a passagem da água nesses elementos, sem que a torneira seja acionada, ela flui sob pressão para uma espécie de reservatório na parte inferior da válvula (espaço vazio – Figura 7). Além de funcionar como um reservatório, sua principal função é permitir que o eixo central da válvula possa ser acionado. Se não houvesse esse espaço, o eixo da válvula não desceria e a torneira não seria acionada.

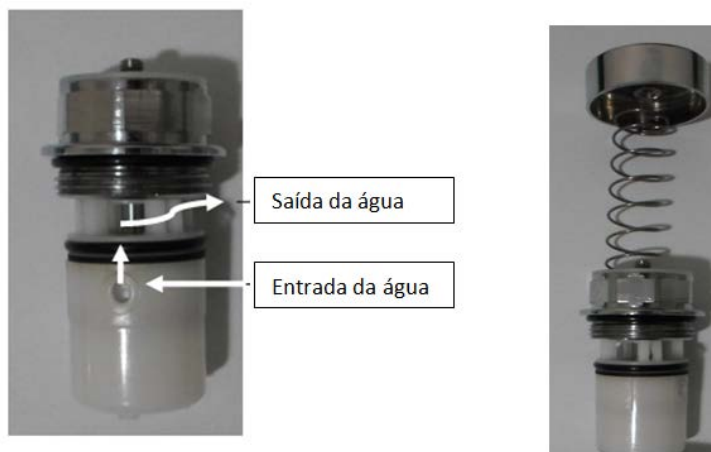
Durante o acionamento, o eixo desce e a água flui através do orifício maior mencionado para a parte superior da válvula, como ilustrado na Figura 7. Por fim, a água passa pela estrutura metálica da torneira e sai pelo arejador (Figuras 8 e 9).

**Figura 7: Estrutura da válvula de acionamento da torneira**



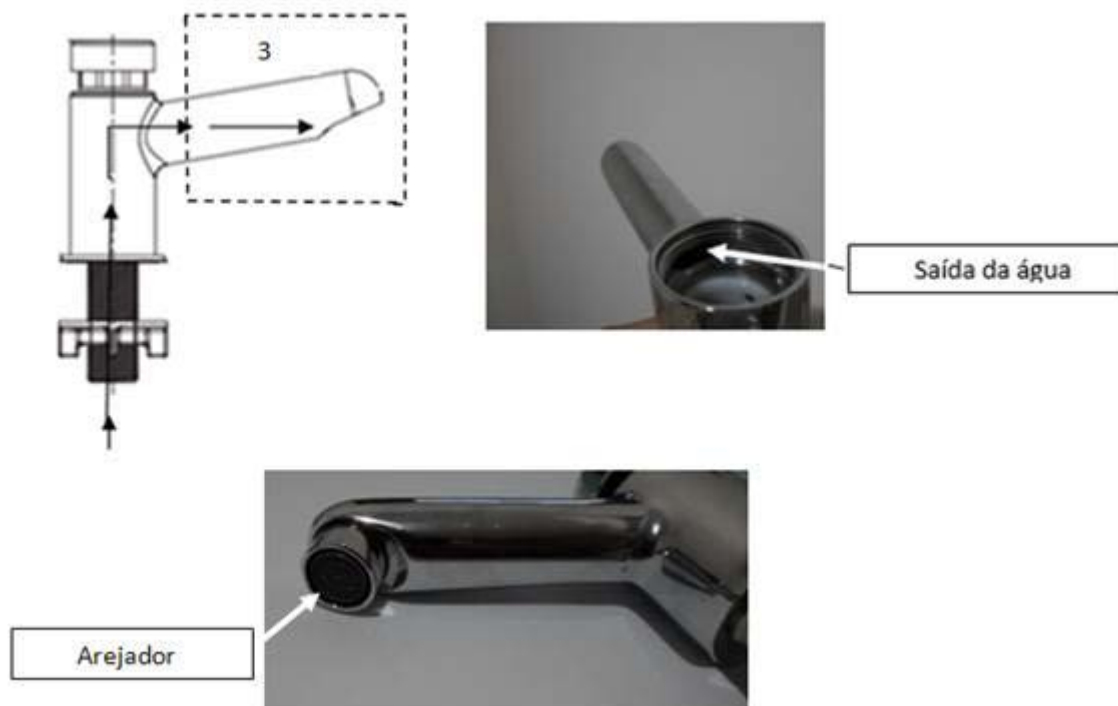
Fonte: Elaborado pelo autor

**Figura 8: Saída e entrada de água na válvula de acionamento da torneira**



Fonte: Fonte: Elaborado pelo autor

**Figura 9: Estrutura interna e funcionamento da torneira modelo - 3ª Parte: saída da água para o exterior**



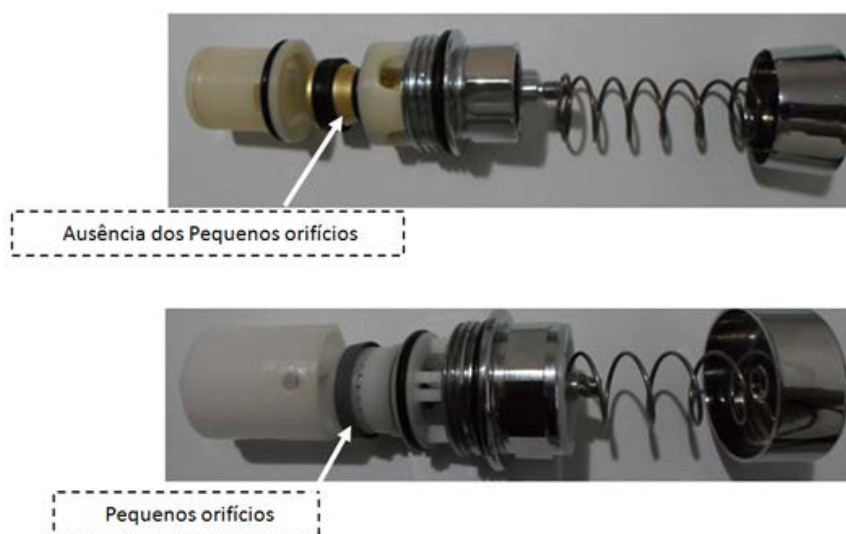
Fonte: Adaptado de Docol (2015).

Observou-se que o princípio de funcionamento da torneira de outra marca é bastante semelhante. O que a irá diferenciá-la da torneira modelo A2 é a presença de alguns elementos estruturais que são mencionados a seguir. Através da comparação visual de ambas as torneiras, foi notável a diferença entre os materiais aplicados. A torneira de outra marca (C1) passa uma maior confiança ao comprador quando se analisa a robustez. Tal característica é perceptível devido à maior aplicação de metais na sua estrutura em relação a do modelo A2, que possui uma maior quantidade de peças plásticas.

No entanto, deve-se levar também em conta que o equipamento de modelo C1 analisado foi adquirido no ano de 2003, aproximadamente 10 anos antes da peça modelo A2. Tal defasagem pode ter influenciado na comparação estrutural entre ambas as torneiras.

Outra diferença ao se comparar as torneiras C1 e A2 é a ausência dos pequenos orifícios indicados na Figura 10 na torneira da outra marca (C1). Tais elementos contribuem para o desacionamento da torneira modelo A2, permitindo que a água flua para a parte interna do reservatório, conforme debatido com o profissional do laboratório de pesquisa de materiais.

**Figura 10: Válvula: Modelo C1 (outra marca) x Modelo A2 (marca em estudo)**



Fonte: Adaptado de Docol (2015).

Os comprimentos das molas das torneiras de ambos os fabricantes são semelhantes (cerca de 55mm) e as deformações das mesmas são de 13mm aproximadamente quando comprimidas no acionamento. Robert Hooke (1635-1703) verificou que a deformação da mola aumenta proporcionalmente à força. Através da Lei de Hooke, tem-se então a relação apresentada na Equação 2.

#### **Equação 2: Lei de Hooke**

$$F = k \cdot x$$

Nessa equação, “F” representa a intensidade da força aplicada (N), “k” a constante elástica da mola (N/m) e “x” a deformação da mola (m). Para a situação em questão, pode-se considerar a deformação como constante, já que é a mesma para ambas as torneiras. Quando se simula o acionamento das torneiras (não instaladas), percebe-se que é necessário aplicar uma maior força na torneira da outra marca, modelo C1. Conclui-se então que essa torneira possui uma constante elástica maior em relação a do modelo A2.

Nesse sentido, foi observado que, devido à ausência dos orifícios na torneira C1, torna-se necessário a aplicação de uma maior força no desacionamento da mesma, já que a torneira modelo A2 possui como auxílio, além da força da mola, a força hidráulica gerada pelo fluxo de água na válvula.

Com relação à utilização de diversos tipos de materiais, observa-se que o tipo de borracha aplicada geralmente em retentores é a borracha nitrílica (NBR). Por possuir uma boa resistência à altas e baixas temperaturas, à abrasão e baixa permeabilidade ao gás, faz com que a NBR tenha uma variedade razoável de aplicações.

Foi cogitada a possibilidade de identificação microestrutural da borracha aplicada em retentores de variadas marcas de torneiras, bem como a melhoria no material da borracha dos retentores em busca de uma maior vida útil nos sistemas hidráulicos com um profissional em materiais. Devido a algumas limitações e dificuldade imposta na identificação de tal borracha, até mesmo por profissionais experientes na área, não foi possível fazer tal identificação e tal estudo de melhoria da borracha respectivamente.

## CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

As instituições de ensino, sejam elas particulares ou públicas como escolas e universidades, não podem ficar ausentes na tarefa de apoiar e praticar tarefas voltadas a economia e ao uso racional da água. Isso engloba desde a implantação de projetos voltados para instalação de equipamentos economizadores, até melhorias contínuas nos processos de controle e manutenção dos equipamentos e a conscientização da sociedade. A redução do consumo de água é um dos fatores principais quando observamos os benefícios ambientais e financeiros decorrentes do uso adequado das torneiras de fechamento automático.

Os resultados obtidos mostram a possível irregularidade das torneiras aliadas à qualidade dos materiais fornecidos pelos fabricantes. Nesse sentido, tem-se como principal recomendação o estudo da fabricação de borrachas de vedação que resistam mais a princípio à fadiga, bem como à produtos químicos com os quais possa vir a ter contato como a presença do cloro na água.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ANA. Conservação e Reuso da Água em Edificações. São Paulo, jun. 2005.
2. CHENG, CHENG-LI. Rainwater Use System in Building Design. Rio de Janeiro, Brasil, 2000.
3. CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DE SÃO PAULO – CREA-SP. Peças que economizam água. Disponível em: <<http://www.creasp.org.br/biblioteca/wp-content/uploads/2012/08/Capitulo-01-Pe%C3%A7as-que-economizam-%C3%A1gua.pdf>>. Acesso em: 29 mai. 2015.
4. DOCOL – METAIS SANITÁRIOS. Catálogo de Produtos. Joinville, 2015.
5. DOCOL – METAIS SANITÁRIOS. Torneira para lavatório. Disponível em: <<https://www.docol.com.br/pt/produto/torneira-para-lavatorio-de-mesa-pressmatic-alfa>>. Acesso em: 20. mar. 2015.
6. INTERNATIONAL WATER MANAGEMENT INSTITUTE – IWMI. World water supply and demand. Colombo, Sri Lanka:International Water Management Institute. 2000.
7. MENDES, C. F. Estudos Exploratório de Programas de Uso Racional de Água em Instituições de Ensino Superior e a Pré-Implementação no Anel Viário do Campus do Vale da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, 2006.
8. MENDONÇA, T. R. Conservação de água em residências unifamiliares Sergipe, 2009.
9. SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO - SAAE. Dicas para evitar o desperdício de água e exigir a preservação dos recursos hídricos. Disponível em: <http://www.saaebjlapa.com.br/dicas.php> Acesso em: 15 dez. 2015.
10. OLIVEIRA, L. H. Metodologia para implantação de programa de uso racional de água em edifícios. 1999. 344p. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da USP, São Paulo.
11. PERSONA, G., INAGAKI, G. Y. M. Consumo de água nas torneiras dos banheiros da Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação. Disponível em: <[http://www.ib.unicamp.br/dep\\_biologia\\_animal/sites/www.ib.unicamp.br/site/dep\\_biologia\\_animal/files/5.%20CONSUMO%20DE%20%C3%81GUA%20NAS%20TORNEIRAS.pdf](http://www.ib.unicamp.br/dep_biologia_animal/sites/www.ib.unicamp.br/site/dep_biologia_animal/files/5.%20CONSUMO%20DE%20%C3%81GUA%20NAS%20TORNEIRAS.pdf)> Acesso em: 18. mai. 2015.
12. PORTAL DE NOTÍCIAS DA GLOBO - G1.Como economizar água instalando válvula de descarga com duplo acionamento. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/blog/como-economizar-agua/post/como-economizar-instalando-valvula-de-descarga-com-duplo-acionamento.html>> Acesso em: 29 mai. 2015.
13. PROJETO BRASIL DAS ÁGUAS. A importância da água. Disponível em: <<http://brasildasaguas.com.br/educacional/a-importancia-da-agua/>> Acesso em: 29 mai. 2015.
14. TOMAZ, P. Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais. Guarulhos, 2002.
15. WUNDER, L. R. Avaliação durante operação dos sistemas hidráulicos prediais e urbanos de conjuntos habitacionais de interesse social no município de Passo Fundo. Passo Fundo, RS, 2006.