2020 ENTAC
XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais
Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA EM BACIAS SANITÁRIAS DE UM EDIFÍCIO DE UM CAMPUS UNIVERSITÁRIO[1]

GNOATTO, Eloise Leonora (1); KALBUSCH, Andreza (2); HENNING, Elisa (3)

(1) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, eloisegnoatto@utfpr.edu.br
(2) Universidade do Estado de Santa Catarina, andreza.kalbusch@udesc.br
(3) Universidade do Estado de Santa Catarina, elisa.henning@udesc.br

RESUMO

O consumo de água em bacias sanitárias de um edifício de salas de aula localizado em um campus universitário é avaliado neste artigo. O estudo é proposto em duas etapas: com acabamentos simples e de duplo acionamento instalados nas válvulas de descarga das bacias sanitárias. Foram realizadas medições de consumo nos equipamentos hidrossanitários da edificação por meio da instalação de medidores de consumo de água com registro em data logger. Como resultado, houve redução de 28,97% no indicador de consumo quando considerado o consumo de todos os equipamentos hidrossanitários instalados na edificação nos dois períodos de análise. Ao considerar as bacias sanitárias, houve diminuição no indicador de consumo de 36,00% nos banheiros femininos e de 39,02% nos banheiros masculinos.

Palavras-chave: *consumo de água, bacias sanitárias.*

ABSTRACT

Water consumption in a classroom building located on a university campus is assessed in this paper. Per capita water consumption in toilets is presented in two stages: with single-flush and dual-flush devices installed in the toilets. Consumption measurements were made on the building's plumbing fixtures using smart meters. The results showed that there was a 28.97% reduction in per capita water consumption when considering all plumbing fixtures installed in the building in the two analysis periods. With regard to toilets, per capita water consumption was reduced by 36.00% and 39.02% in women's and men's bathrooms, respectively.

Keywords*: water consumption, toilets.*

[1] GNOATTO, Eloise Leonora; KALBUSCH, Andreza; HENNING, Elisa. Avaliação de indicadores de consumo de água em bacias sanitárias de um edifício de um campus universitário. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

1 INTRODUÇÃO

As Universidades devem assumir o papel de liderança no desenvolvimento sustentável e o uso racional da água é uma ferramenta para promoção deste desenvolvimento (MARINHO; GONÇALVES; KIPERSTOK; 2014). Segundo os autores, a adoção de práticas relacionadas ao uso racional da água em Universidades exige associação entre ações de pesquisa e planejamento administrativo. Neste sentido, para Leal Filho (2011) é essencial que as Universidades desenvolvam projetos e estudos de caso que mostrem caminhos reais para operacionalizar propostas que tenham como objetivo a sustentabilidade.

O uso racional da água é fundamental na busca da sustentabilidade e podem ser aplicadas medidas estruturais e não estruturais para sua promoção (Silva *et al*., 2014). A adoção de tecnologias alternativas para promover a redução do consumo de água, como a substituição de equipamentos hidrossanitários convencionais por modelos economizadores de água é uma importante medida estrutural (Silva *et al*., 2014) e uma prática comum em programas de conservação da água (SILVA *et al*., 2017). De acordo com Alves, Rocha e Gonçalves (2006) a utilização de aparelhos economizadores de água no Brasil vem crescendo, principalmente em prédios de uso público, pois seu uso pode proporcionar redução nas contas de água e esgoto, além de energia elétrica. O objetivo deste artigo é avaliar a redução do consumo de água após a adoção de sistema de duplo acionamento em bacias sanitárias, além do impacto da substituição destes equipamentos no consumo total de um edifício de salas de aula de uma Universidade.

2 METODOLOGIA

Com o intuito de levantar o consumo de água nos banheiros de um edifício de um campus universitário, foram instalados medidores de consumo nas tubulações de abastecimento geral da edificação (de modo a quantificar o consumo total), além de medidores exclusivos para bacias sanitárias. Na tubulação responsável pelo abastecimento das bacias sanitárias, os medidores de consumo com registo em data Logger realizavam as medições de consumo de água das bacias sanitárias dos banheiros femininos e masculinos separadamente. As vazões dos equipamentos hidrossanitários instalados (exceto dos mictórios e das bacias sanitárias) foram verificadas pelo método gravimétrico de medição de vazão. Foram realizadas três medições, sendo a vazão adotada, a média entre os valores. No caso de bacias sanitárias e mictórios, utilizou-se a vazão de projeto estabelecida na NBR 5626 (ABNT, 1998).

A verificação de vazões foi importante para determinar o modelo de medidor de consumo de água com registro em data logger a ser instalado conforme o(s) ponto(s) de utilização de água abastecido(s). Na tubulação que abastece as bacias sanitárias foram instalados medidores com sensores de fluxo que atuam em faixa de vazão de 10-350 L/min e na tubulação que abastece os lavatórios, mictórios, torneiras de limpeza e bebedouros, sensores de fluxo de 1-120 L/min.

O edifício analisado possui dois pavimentos e em cada pavimento há um banheiro feminino e um banheiro masculino. Os equipamentos hidrossanitários instalados em cada banheiro estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Quantitativo dos equipamentos hidrossanitários instalados em cada banheiro feminino e masculino do edifício universitário.

Equipamento Hidrossanitário	**Banheiro Feminino Inferior**	**Banheiro Feminino Superior**	**Banheiro Masculino Inferior**	**Banheiro Masculino Superior**	**Total**
Bacia sanitária	4	4	4	4	16
Mictório	-	-	5	5	10
Torneira de Lavatório	4	4	3	3	14
Bebedouro (localizado na entrada do banheiro)	1	1	1	1	4
Torneira de limpeza	1	1	-	-	2

Fonte: Os autores

As medições foram realizadas em dois períodos: primeiramente com acabamentos de simples acionamento instalados nas válvulas de descarga das bacias sanitárias e no segundo período de medições esses acabamentos foram substituídos por acabamentos de duplo acionamento. Os demais equipamentos hidrossanitários não foram alterados ao longo dos dois períodos de medições. Ressalta-se que as bacias sanitárias não possuem indicação de volume consumido por descarga. No entanto, antes do início da coleta de dados de consumo no primeiro e segundo períodos de medições, as válvulas de descarga foram reguladas pela equipe técnica da empresa fabricante, em parceria de pesquisa com a Universidade.

A edificação analisada está localizada dentro de um campus universitário, portanto há uma grande rotatividade de pessoas ao longo do dia. Os indicadores de consumo em L/aluno/dia foram determinados levando em consideração o número total de alunos que utilizaram o bloco de sala de aulas de acordo com dados obtidos junto ao registro acadêmico da instituição durante os dois períodos de medições (Tabela 2). Esse número apresenta variações ao longo da semana e em dias de eventos realizados no campus. Essa variação foi levada em consideração, porém não foi possível determinar, entre os alunos, os que efetivamente utilizaram os banheiros e os equipamentos hidrossanitários.

Tabela 2: Número de alunos em cada dia da semana.

	Número de usuários - Período 1			**Número de usuários - Período 2**		
Dias da semana	**Feminino**	**Masculino**	**Total**	**Feminino**	**Masculino**	**Total**
Segunda-feira	399	892	1291	481	984	1465
Terça-feira	384	949	1333	454	1038	1492
Quarta-feira	400	914	1314	476	1024	1500
Quinta-feira	442	1024	1466	513	1147	1660
Sexta-feira	267	554	821	299	660	959

Fonte: Os autores

Os indicadores de consumo foram determinados dividindo-se o volume de água consumido diariamente (L/dia) pelo número de alunos que utilizam o edifício, conforme Equação 1.

$$IC = \frac{V}{n} \qquad (1)$$

Onde:

IC é o indicador de consumo (L/aluno/dia);
V é o volume consumido diariamente (L/dia);
n é o número de alunos.

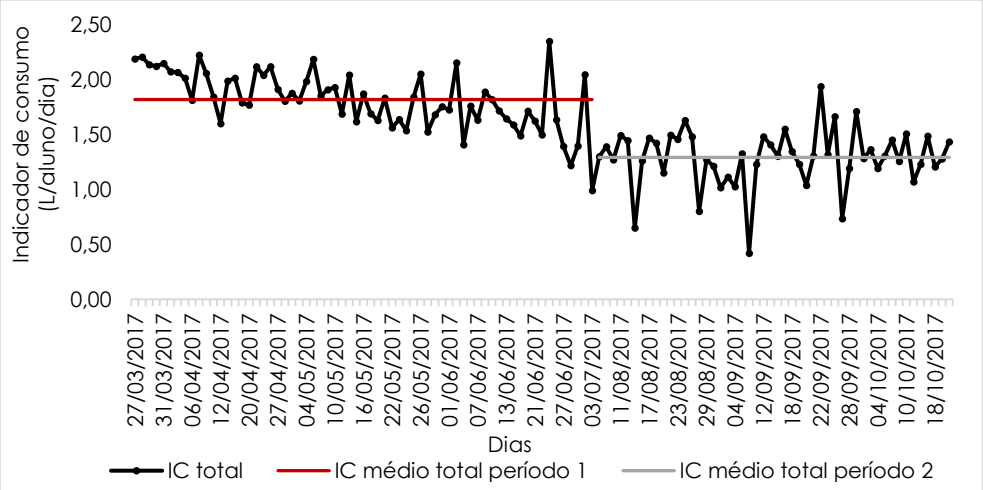
É importante salientar que para cálculo do indicador de consumo foi considerado o número total de alunos que utilizam a edificação por dia da semana. No caso da análise de consumo em banheiros femininos e masculinos, o número de alunos de cada gênero foi considerado. Não foi possível determinar quantos alunos utilizam efetivamente os banheiros, tendo sido o utilizado o número de alunos matriculados em disciplinas no referido edifício. Esta é uma limitação do presente trabalho.

3 RESULTADOS

Na etapa inicial de medições foi determinado o consumo de água de todos os equipamentos hidrossanitários com os acabamentos das válvulas de descarga de simples acionamento instalados nas bacias sanitárias. Na segunda etapa, os acabamentos das válvulas de descarga instalados nas bacias sanitárias eram os de duplo acionamento. Para os cálculos executados foram excluídas as medições realizadas aos finais de semana e feriados, e assim o período inicial contou com 65 dias e o período final, com 50 dias.

A Figura 1 mostra o indicador de consumo (IC) total, que inclui todos os equipamentos hidrossanitários instalados em todos os banheiros e o valor médio desse indicador para cada período de análise. A primeira fase apresentou indicador médio de consumo de 1,819 L/aluno/dia e desvio-padrão (s) igual a 0,265 L/aluno/dia. A segunda etapa apresentou indicador de consumo médio de 1,292 L/aluno/dia (s = 0,264 L/aluno/dia). A redução no indicador de consumo entre os dois períodos foi de 28,97%, em média.

Figura 1 – Indicador de consumo total para cada período analisado.



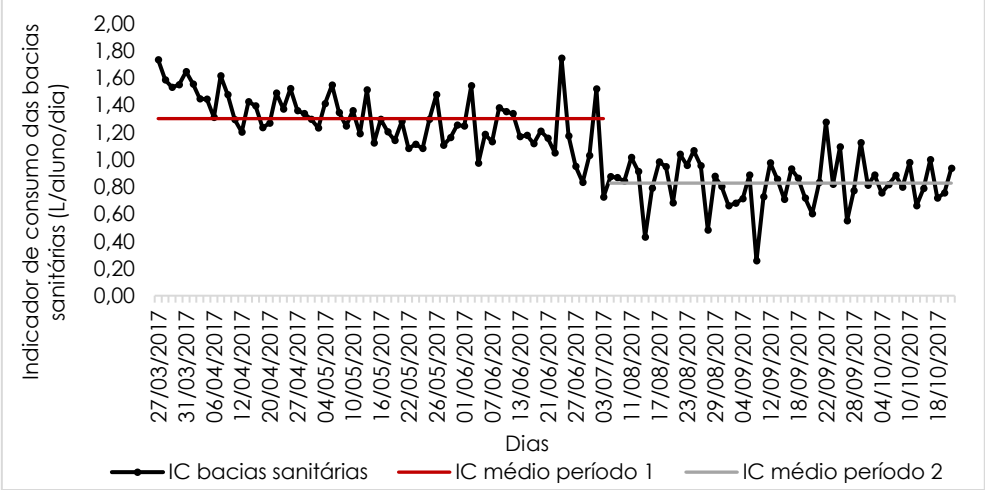
Fonte: Os autores

Os valores dos indicadores de consumo encontrados para os dois períodos analisados são inferiores aos encontrados por Menegassi (2012) para o Centro Socioeconômico e para o Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Os indicadores de consumo relatados por Menegassi (2012) foram de 3,45 e 3,92 L/aluno/dia, respectivamente. Alexandre, Kalbusch e Henning (2017) encontraram indicadores de consumo entre 2,356 e 2,543 L/aluno/dia para o mesmo edifício avaliado neste estudo. A pesquisa realizada por Alexandre, Kalbusch e Henning (2017) foi realizada em período diferente, com a utilização de outros modelos de medidores e com duração distinta da presente pesquisa.

Os indicadores de consumo determinados por essa pesquisa mostraram-se baixos em comparação com outros estudos. Isso pode estar relacionado ao fato de que nem todas as pessoas que utilizam o bloco de salas de aula fazem uso dos banheiros, uma vez que o edifício é bastante próximo de outros blocos de salas de aula da instituição e de um shopping center, localizado em terreno vizinho à Universidade. Por diversas razões (como comodidade ou preferência) os alunos podem optar por utilizar os banheiros próximos e não os do bloco de salas de aula em que foi realizado o estudo.

A Figura 2 mostra o indicador de consumo de água total para as bacias sanitárias nos dois períodos de medições e os valores médios. Houve uma diminuição média de 36,43% no indicador de consumo de água em bacias sanitárias. O primeiro período apresentou IC de 1,301 L/aluno/dia (s = 0,205) e o segundo período de medições apresentou IC de 0,827 L/aluno/dia (s = 0,181).

Figura 2 – Indicador de consumo das bacias sanitárias e a média para cada período analisado.

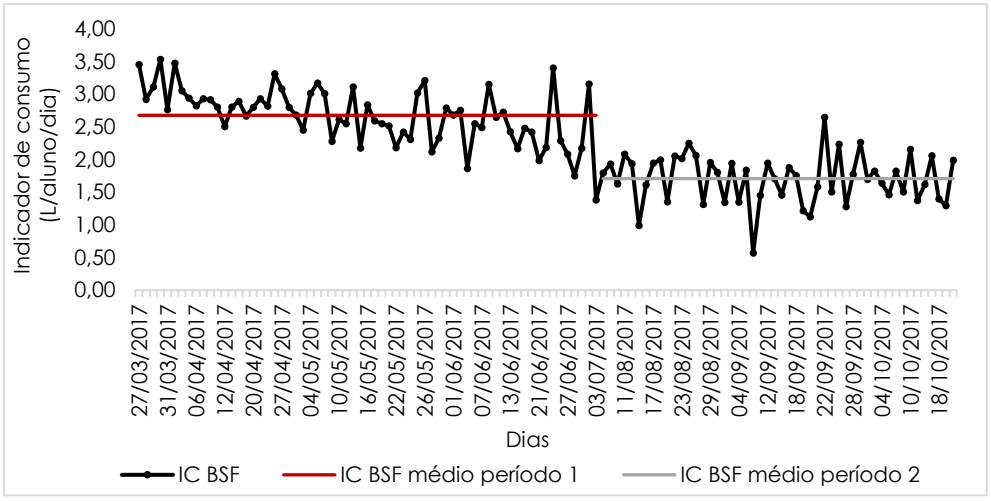


Fonte: Os autores

As bacias sanitárias representam 71,52% do consumo total do edifício no primeiro período de medições e 64,01% do total consumido no segundo período, em que os acabamentos das válvulas de descarga eram de duplo acionamento. A Figura 3 mostra o indicador de consumo diário para as bacias sanitárias dos banheiros femininos e a média do indicador de consumo para cada período de análise. A primeira fase apresentou indicador de consumo médio de 2,667 L/aluno/dia (s = 0,434). A segunda fase apresentou indicador de

consumo médio de 1,707 L/aluno/dia (s = 0,378). Houve uma diminuição no indicador de consumo médio das bacias sanitárias do banheiro feminino entre os dois períodos de medições de 36,00%.

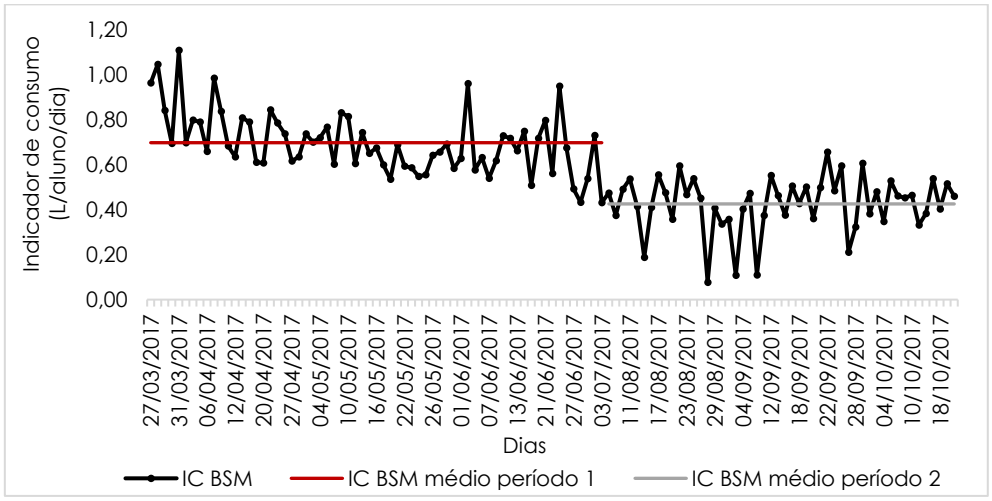
Figura 3 – Indicador de consumo das bacias sanitárias dos banheiros femininos (BSF) e média para cada período analisado.



Fonte: Os autores

O indicador de consumo médio para as bacias sanitárias dos banheiros masculinos no período inicial de medições foi de 0,697 L/aluno/dia (s = 0,139 L/aluno/dia) e para o segundo período de medições o indicador de consumo médio encontrado foi de 0,425 L/aluno/dia (s = 0,124 L/aluno/dia), conforme Figura 4. A diminuição no indicador de consumo foi de 39,02% entre os dois períodos de medições.

Figura 4 – Indicador de consumo das bacias sanitárias dos banheiros masculinos (BSM) e média para cada período analisado.



Fonte: Os autores

Os usuários do gênero masculino representam aproximadamente 69% da população da edificação. Os indicadores de consumo médios calculados

quando da utilização de acabamentos de simples acionamento nas bacias sanitárias foram 2,667 e 0,697 L/aluno/dia para banheiros femininos e masculinos, respectivamente. No segundo período de medições, após a substituição dos acabamentos das válvulas de descarga por modelos de duplo acionamento, os indicadores de consumo de água nas bacias sanitárias foram de 1,707 L/aluno/dia para o banheiro feminino e de 0,425 L/aluno/dia para o banheiro masculino. A diferença entre os valores de consumo *per capita* em banheiros femininos e masculinos pode estar relacionada à presença de mictórios nos banheiros masculinos.

Considerando os indicadores de consumo *per capita*, a redução média após a adoção de sistemas de duplo acionamento nas descargas de bacias sanitárias da edificação foi de 36,43% (considerando o indicador de consumo em bacias sanitárias). Como as bacias sanitárias representam parcela entre 64,01% e 71,52% do consumo total de água, a redução após a substituição dos acabamentos simples por acabamentos de duplo acionamento foi de 28,97% quando considerado o consumo total de água do edifício. Os indicadores de consumo determinados nesse estudo estão sintetizados na Tabela 3.

Tabela 3: Síntese dos Indicadores de consumo.

	IC - Período 1 (L/aluno/dia)			**IC - Período 2 (L/aluno/dia)**		
	Média	**Mediana**	**Desvio padrão (s)**	**Média**	**Mediana**	**Desvio padrão (s)**
IC Total	1,819	1,820	0,265	1,292	1,304	0,264
IC BS	1,301	1,296	0,205	0,827	0,837	0,181
IC BS BWC Feminino	2,667	2,723	0,434	1,707	1,764	0,378
IC BS BWC Masculino	0,697	0,683	0,139	0,425	0,455	0,124

Legenda: IC: Indicador de Consumo; BS: Bacia Sanitária; BWC: Banheiro.
Fonte: Os autores

A adoção de equipamentos economizadores de água em edifícios é importante e, em conjunto com outras práticas relacionadas ao uso racional da água, pode gerar significativa economia de recursos hídricos. No que concerne ao consumo de água em edificações educacionais, as Universidades, além da importante atuação em pesquisa na área, também devem ser exemplo do que ensinam (MARINHO; GONÇALVES; KIPERSTOK; 2014). Neste sentido, não apenas a adoção de equipamentos economizadores, mas também o monitoramento e a avaliação do consumo de água devem ser objetivos dos gestores, buscando o uso racional da água no ambiente universitário.

4 CONCLUSÕES

O estudo permitiu determinar os indicadores de consumo de água das bacias sanitárias instaladas em um edifício de salas de aulas de uma Universidade. A substituição dos acabamentos de válvula de descarga de simples acionamento por acabamentos de duplo acionamento resultou na redução de 28,97% no consumo de água total do edifício. A redução foi de 36,00% nas bacias

sanitárias dos banheiros femininos e de 39,02% nos banheiros masculinos.

Os indicadores de consumo *per capita* apresentados mostraram-se menores do que aqueles encontrados na literatura para edificações da mesma tipologia. Uma explicação possível para esse fato é que nem todas os alunos que utilizam o bloco de salas de aula fazem uso dos banheiros. A principal limitação do estudo foi a impossibilidade de identificar o número exato de alunos que utilizam os banheiros da edificação analisada.

Os resultados obtidos evidenciam que as bacias sanitárias representam o maior consumo de água na edificação analisada, variando entre 64,01% e 71,52% do total de água consumida. Além disso, a utilização modelos economizadores mostra-se eficaz na redução do consumo de água, promovendo o uso racional desse recurso natural.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Docol Metais Sanitários pela doação dos dispositivos de válvula de descarga e ao Grupo PET do CCT-UDESC pelo desenvolvimento de medidores utilizados neste estudo. Os autores gostariam de agradecer o apoio financeiro a esta pesquisa recebido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq (termo de concessão 421062/2018-5), Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina-FAPESC (termo de concessão 2019TR594).

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

ALEXANDRE, A. C.; KALBUSCH, A.; HENNING, E. Avaliação do impacto da substituição de equipamentos hidrossanitários convencionais por equipamentos economizadores no consumo de água. **Engenharia Sanitária e Ambiental** [online], v. 22, n.5, p.1005-1015. 2017.

ALVES, W. C.; ROCHA, A. L.; GONÇALVES, R. F. Aparelhos Sanitários Economizadores. *In:* GONÇALVES, R. F (Coord.). **Uso Racional da Água em Edificações**. Vitória: ABES, 2006. p. 267-322.

LEAL FILHO, W. About the role of universities and their contribution to sustainable development. **Higher Education Policy**, v. 24, n. 4, p. 427-438, 2011.

MARINHO, M.; GONÇALVES, M. do S.; KIPERSTOK, A. Water conservation as a tool to support sustainable practices in a Brazilian public university. **Journal of Cleaner Production**, v. 62, p. 98-106, 2014.

MENEGASSI, L. F. de A. F. **Avaliação da aplicabilidade de indicadores de consumo como ferramentas de auxílio à racionalização do uso da água no campus universitário Trindade.** 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SILVA, J. K.; NUNES. L.G.C.F.; SOARES. A.E.P.; SILVA, S.R. Assessment of water-saving equipment to support the urban management of water. **RBRH**, Porto Alegre, v. 22, 2017.

SILVA, S.F.; BRITTO, V.; AZEVEDO, C.; KIPERSTOK, A. Rational Consumption of Water in Administrative Public Buildings: The Experience of the Bahia Administrative Center, Brazil. **Water**. v. 6, p. 2552-2574, 2014.