

Análise propositiva da eficiência no abastecimento de água em campus universitário

A água é um recurso natural escasso e fundamental para a manutenção da vida, devendo a sua utilização racional ser uma preocupação de todos. Nas instituições de ensino superior, embora seja um ambiente de alta produção científica, muitas vezes as suas instalações não apresentam condições de eficiência na utilização dos recursos naturais, proporcionando impactos negativos como o da redução de disponibilidade de água na região, aumento da geração de efluentes, elevação dos custos operacionais e até mesmo o prejuízo indireto na formação dos estudantes, visto que seria benéfico o contato com uma gestão ambiental alinhada com as matrizes curriculares dos cursos. A redução no consumo de água em instalações prediais pode ser viabilizada de diversas formas, dependendo das características construtivas, da sua finalidade de utilização e do investimento disponível para as alterações. O presente trabalho analisa as instalações prediais e o histórico de consumo de água do Campus Porto, da Universidade Federal de Pelotas, indicando alterações para um uso mais eficiente do recurso hídrico através da redução no volume de vazamentos e modificações nos aparelhos sanitários, condições que proporcionariam uma redução do consumo de água estimada em 26,91%, aliada ao aumento do conforto na utilização das instalações por parte dos usuários. A análise realizada também contribui para a descrição das do consumo de água em instituições de ensino superior, condição que viabiliza o dimensionamento de sistemas complementares, como o de aproveitamento de águas pluviais ou de águas cinzas, visando melhor eficiência no abastecimento de água e contribuindo para a sustentabilidade das instituições de ensino.

Palavras-chave: Instalações hidráulicas prediais; Índice de perdas; Custos pela perda de água; Redução do impacto ambiental; Instituição de ensino superior.

Proactive analysis of water supply efficiency on university campuses

Water is a scarce and fundamental natural resource for the maintenance of life, and its rational use should be a concern of all. In higher education institutions, although it is an environment of high scientific production, often its facilities do not present conditions of efficiency in the use of natural resources, providing negative impacts such as the reduction of water availability in the region, increased generation of effluents, increased operational costs and even indirect impairment in the training of students, since it would be beneficial to contact with an environmental management aligned with the curricular matrices of the courses. The reduction in water consumption in building facilities can be made possible in several ways, depending on the construction characteristics, its purpose of use and the investment available for the changes. This paper analyzes the building facilities and the history of water consumption of the Porto Campus of the Federal University of Pelotas, indicating changes for a more efficient use of water resources through the reduction in the volume of leaks and modifications in sanitary appliances, conditions that would provide an estimated reduction in water consumption of 26.91%, combined with increased comfort in the use of facilities by users. The analysis also contributes to the description of water consumption in higher education institutions, a condition that enables the dimensioning of complementary systems, such as the use of rainwater or gray water, aiming at better efficiency in water supply and contributing to the sustainability of educational institutions.


Keywords: Hydraulic installations; Loss rate; Costs for water loss; Reduce environmental impact; Higher education institution.


Topic: Engenharia de Recursos Hídricos


Received: 02/02/2022


Reviewed anonymously in the process of blind peer.


Approved: 24/02/2022


Átila Martins Gomes 
Instituto Federal Sul-rio-grandense, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7278311317687067>
<http://orcid.org/0000-0001-7253-5635>
atilagomes@ifsul.edu.br

Andréa Souza Castro 
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4328855884811171>
<http://orcid.org/0000-0003-1989-684X>
andreascastro@gmail.com

Diuliana Leandro 
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3076528365846421>
<http://orcid.org/0000-0002-8092-5550>
diuliana.leandro@gmail.com

Maurizio Silveira Quadro 
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1749935262841216>
<http://orcid.org/0000-0001-8236-7479>
mausq@hotmail.com

Mery Luiza Garcia Vieira 
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4150741435340492>
<http://orcid.org/0000-0002-3865-1031>
meryluiza@yahoo.com.br

Luiza Beatriz Gamboa Araújo Morselli 
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2217724221930510>
<http://orcid.org/0000-0002-1703-7710>
luiza_morselli@hotmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.002.0007

Referencing this:

GOMES, Á. M.; CASTRO, A. S.; LEANDRO, D.; QUADRO, M. S.; VIEIRA, M. L. G.; MORSELLI, L. B. G. A.. Análise propositiva da eficiência no abastecimento de água em campus universitário. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.13, n.2, p.69-80, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.002.0007>

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural fundamental para a humanidade, tanto relacionado às necessidades fisiológicas como à manutenção das demandas sociais que envolvem a produção da maioria dos bens e serviços, incluindo agropecuária, geração de energia e atividades industriais (SOARES et al., 2019). O consumo de água em instituições de ensino superior apresenta diversidade de aplicações e demanda variável no decorrer do ano, considerando a alternância entre períodos letivos e não letivos. El Nwsany et al. (2019) descrevem que a água é utilizada em prédios educativos para hidratação humana, serviços de limpeza, construção e manutenção predial. Trigo et al. (2014) lembram que as instituições de ensino superior são as principais propagadoras do conhecimento na sociedade, formando profissionais que assumem posições de decisão nas empresas. Neste contexto, El Nwsany et al. (2019) indicam que a busca por conservação de água nos ambientes de estudo ajuda os estudantes a se conectarem com suas responsabilidades sociais, fazendo com que haja a contínua preocupação com o desenvolvimento sustentável.

O consumo de água é composto pela utilização direta do insumo, desperdícios por parte dos usuários e por perdas físicas decorrentes de vazamentos. Em busca de uma utilização mais eficiente da água, Vianna et al. (2019) indicam que implantação de dispositivos economizadores de água, como redutores de vazão, temporizadores e acionamento de 3 e 6 litros para bacias sanitárias, podem trazer uma redução significativa no consumo, além de apresentarem facilidade de adoção com curto prazo para o retorno dos investimentos, inferior a 12 meses. Relacionado às perdas de água por vazamentos em prédios públicos, Kalbusch et al. (2018) destacam que é necessário o monitoramento das instalações prediais através de um cronograma de manutenção mantido pela equipe técnica responsável, além da disponibilidade de um canal de comunicação para o qual os usuários se reportem em caso de mau funcionamento.

Ao considerar o contexto apresentado, o trabalho apresenta como objetivo principal a estimativa da eficiência de abastecimento de água do Campus Porto, pertencente à Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), indicando alterações que reduzam o consumo de água sem prejuízo na utilização dos aparelhos sanitários. A caracterização do consumo também possibilita o futuro dimensionamento de reservatórios pluviais para abastecimento não potável visando reduzir os impactos ambientais, sociais e financeiros associados à instituição de ensino.

MATERIAIS E MÉTODOS

Apresentando uma área construída superior a 25.000 m², o Campus Porto abriga cursos de graduação e pós-graduação da UFPEL, além de uma biblioteca e um restaurante universitário e a parte administrativa da universidade. Segundo Muller et al. (2015), o campus foi instalado onde funcionou o Frigorífico Anglo, o qual encerrou suas atividades no ano de 1991. A partir de 2005 iniciaram as obras de adequação e implantação para abrigar o campus universitário, ocorrendo sua ocupação acadêmica em janeiro de 2009. A Figura 1 localiza a área de estudo segundo o sistema de referência de coordenadas SIRGAS 2000.

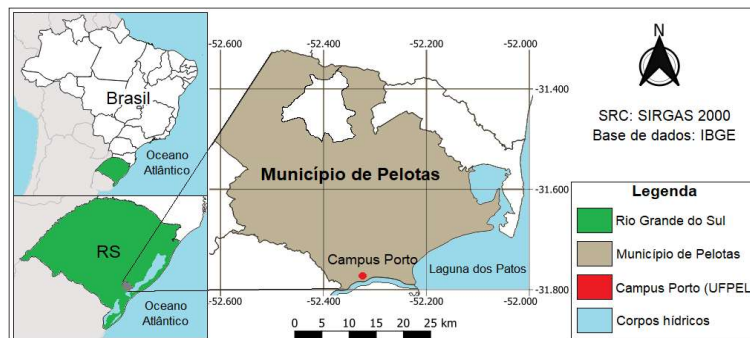


Figura 1: Localização da área de estudo.

O desenvolvimento da pesquisa ocorre através do conhecimento das características técnicas presentes no local do estudo, a começar pelo registro de consumo de água, seguido da vistoria das instalações hidráulicas, estimativa do índice de perda de água no campus e a indicação de eficiência de abastecimento com sugestões de mudanças na instalação. A Figura 2 apresenta um fluxograma da metodologia utilizada no trabalho.

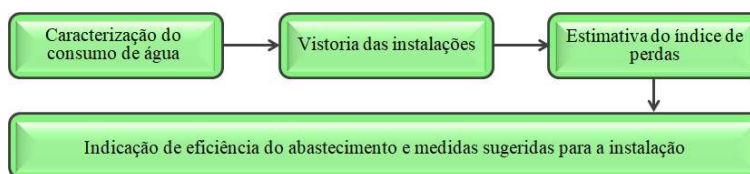


Figura 2: Fluxograma da metodologia utilizada.

A caracterização do consumo de água do campus Porto ocorre através dos valores registrados entre janeiro e dezembro de 2019. Devido à pandemia por COVID-19, a caracterização de consumo de água durante os anos de 2020 e 2021 não apresentaria representatividade para a pesquisa. Relacionado aos aparelhos sanitários, seu quantitativo ocorre através do levantamento cadastral da instalação, fornecido pela Pró-reitoria de Planejamento e Desenvolvimento (PROPLAN-UFPEL), sendo que a caracterização das condições de uso é obtida através de vistoria das instalações, realizada durante no segundo semestre de 2020.

Devido à complexidade da edificação, oriunda de prédio histórico que passou por diversas obras de adequação, é fundamental quantificar o impacto de possíveis vazamentos de água, indicando um potencial de redução do consumo através da manutenção. A quantificação de vazamentos é realizada através de coleta temporizada de água e indicação da vazão de perda. Nos aparelhos em que a coleta de água não foi possível, a patologia é caracterizada (gotejamento e filete de água) e a vazão de perda adotada utilizará como fonte de referência valores de bibliografias relacionadas. Visando complementar a estimativa do índice de perdas de água no campus universitário, foram realizadas leituras sistemáticas do hidrômetro durante um final de semana, no horário entre 6h e 7h, para aferir uma possível vazão de perda geral. Sobre as perdas de água por aparelhos sanitários, a estimativa do volume anual de água perdido é apresentada como resultado da aplicação da Equação 1 (essa equação foi criada por você, então salienta).

$$VP = 0,365 \times \%AP \times NAP \times PD \quad (1)$$

Em que:

VP = volume de perda de água por tipo de aparelho sanitário de acordo com a patologia ($m^3 \text{ ano}^{-1}$);

%AP = percentual de aparelhos sanitários com patologias na instalação (%);

NAP = número de aparelhos sanitários por tipo no prédio;

PD = Perda diária de água por tipo de aparelho sanitário (litros dia^{-1}).

O volume anual total estimado de perda de água por patologia nos aparelhos do Campus Porto é obtido a partir da Equação 2, que representa o somatório dos volumes anuais de água perdidos em cada aparelho sanitário, de acordo com suas caracterizações de patologias.

$$V_v = VP_1 + VP_2 + \dots + VP_n \quad (2)$$

Em que:

V_v = volume de perda de água total estimado no Campus Porto ($m^3 \text{ ano}^{-1}$);
 VP_1 = volume de perda de água em aparelhos sanitários em grupo 1 ($m^3 \text{ ano}^{-1}$);
 VP_2 = volume de perda de água em aparelhos sanitários em grupo 2 ($m^3 \text{ ano}^{-1}$);
 VP_n = volume de perda de água em aparelhos sanitários em grupo n ($m^3 \text{ ano}^{-1}$).

Através dos dados de consumo, da estimativa de perdas e da sugestão de utilização de dispositivos economizadores, é estimada a demanda eficiente de água necessária ao campus universitário, entendida como o menor volume de consumo de água capaz de suprir o uso da instalação, sendo obtida através da Equação 3.

$$D_m = CM_m - RCE_m \quad (3)$$

Em que:

D_m = demanda mensal eficiente de água ($m^3 \text{ ano}^{-1}$);
 CM_m = consumo mensal médio ($m^3 \text{ ano}^{-1}$);
 RCE_m = redução de consumo mensal estimado pelas medidas sugeridas ($m^3 \text{ ano}^{-1}$).

A eficiência de abastecimento da instalação é quantificada através da relação entre a demanda anual eficiente de água e o consumo anual médio, calculado através da Equação 4.

$$E\% = \frac{D_m}{CM_m} \times 100 \quad (4)$$

Em que:

$E\%$ = eficiência de abastecimento de água (%);
 D_m = demanda mensal eficiente de água ($m^3 \text{ ano}^{-1}$);
 CM_m = consumo anual ($m^3 \text{ ano}^{-1}$).

Considerando que o consumo de água no campus universitário é diretamente relacionado ao custo operacional da instituição de ensino, este estudo realizou uma estimativa de possível economia mediante a implantação das medidas sugeridas.

RESULTADOS

O campus universitário possui três aparelhos medidores de água nas suas instalações: o hidrômetro no ramal predial, o hidrômetro do restaurante universitário e o hidrômetro da cantina. O medidor no ramal predial registra o consumo total e é o aparelho utilizado pela concessionária de saneamento para fins tarifários, já os demais são registram o consumo fins de gestão administrativa.

Os valores de consumo no campus Porto entre janeiro e dezembro de 2019 são apresentados na Tabela 1. O consumo acadêmico é considerado como sendo o consumo do hidrômetro geral subtraindo os consumos do restaurante universitário e da cantina.

O consumo acadêmico mensal de água é estimado pela média aritmética dos valores registrados durante o ano, a qual resulta em $947,21 \text{ m}^3$ por mês. Considerando a população diária do Campus Porto de 4.498 pessoas em 2019 e uma média de 21 dias úteis por mês, obtém-se o consumo per capita de $10,03 \text{ litros pessoa}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. Visando a composição dos vazamentos no consumo registrado, foram realizadas leituras do hidrômetro, ao final de semana, no horário entre às 8h do dia 05 e às 11h do dia 06 de dezembro de 2020,

sendo aferido o consumo de aproximadamente 55 litros, conforme as leituras apresentadas na Figura 3.

Tabela 1: Consumo mensal de água no Campus Porto no ano de 2019.

Mês	Consumo de água registrado no Campus Porto (m ³)			
	Total	Restaurante	Cantina	Acadêmico
Janeiro	767	0	0,47	766,53
Fevereiro	1106	0	0,68	1105,32
Março	1024	255	1,90	767,10
Abril	1085	306	3,15	775,85
Mai	862	325	3,47	533,53
Junho	1519	238	2,63	1278,37
Julho	1787	212	2,68	1572,32
Agosto	1126	213	3,89	909,11
Setembro	1131	242	2,23	886,77
Outubro	1200	233	3,84	963,16
Novembro	1.266	211	1,90	1.053,10
Dezembro	907	151	0,65	755,35

Fonte: Dados fornecidos pela UFPEL via plataforma SEI.

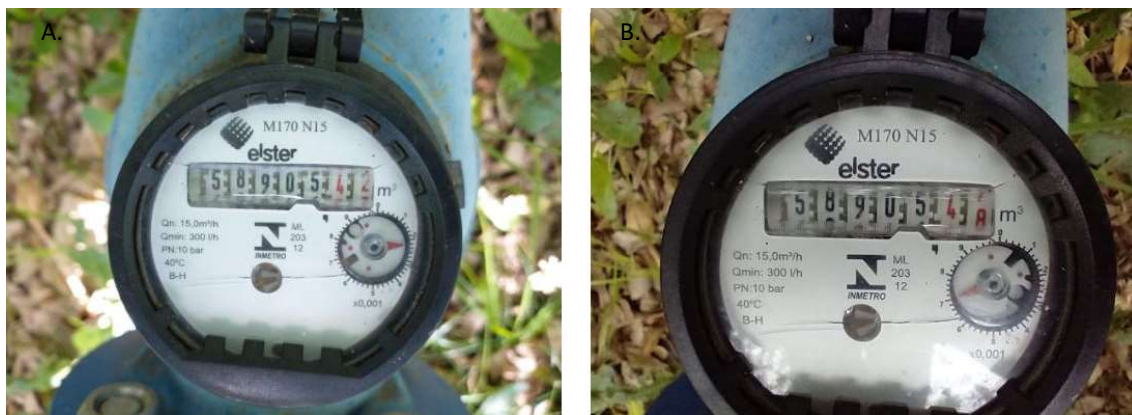


Figura 3: Leitura do hidrômetro geral do Câmpus Porto: dias 05 (A) e 06 (B) de dezembro de 2020.

O consumo aferido durante o final de semana deve ser analisado sob dois aspectos: a característica das instalações hidráulicas prediais e o consumo de água por parte dos usuários durante o final de semana. Relacionada às características das instalações hidráulicas, é relevante destacar que a instalação possui abastecimento do tipo misto, onde alguns pontos de consumo de água são ligados diretamente no ramal predial, sem passar por reservatório predial. Porém, a maior parte da instalação hidráulica predial é abastecida a partir de grandes reservatórios, com volumes superiores a 25 m³. O outro aspecto é a demanda de água oriunda dos trabalhadores que utilizaram as instalações hidráulicas durante o período monitorado, proporcionando o consumo registrado de 55 litros através de aparelhos com abastecimento direto, não sendo registradas perdas da instalação devido ao grande volume dos reservatórios.

Tabela 2: Quantitativo dos aparelhos sanitários que compõem o consumo geral do Campus Porto.

Bacia sanitária	Lavatório	Pia	Mictório	Chuveiro
140	106	10	14	2

Tendo em vista a impossibilidade de aferir o volume de água perdida por vazamentos na instalação através do hidrômetro geral, a estimativa do índice de perdas é apresentada com base na vistoria das instalações prediais, realizando uma projeção do número de aparelhos sanitários com vazamentos e uma quantificação do volume total de água perdida ao mês na instalação. A Tabela 2 apresenta o quantitativo de aparelhos sanitários presentes no campus universitário.

Considerando o momento histórico em que ocorreu a vistoria das instalações, no segundo semestre do ano de 2020, durante a suspensão das atividades acadêmicas presenciais em decorrência da pandemia por COVID-19, é relevante destacar as ações administrativas implantadas no Campus Porto neste período. Com a suspensão de grande parte das atividades presenciais, a instituição de ensino recorreu à interdição de banheiros sanitários visando à eficiência na higienização do prédio e segurança aos usuários, como pode ser verificado na Figura 4.

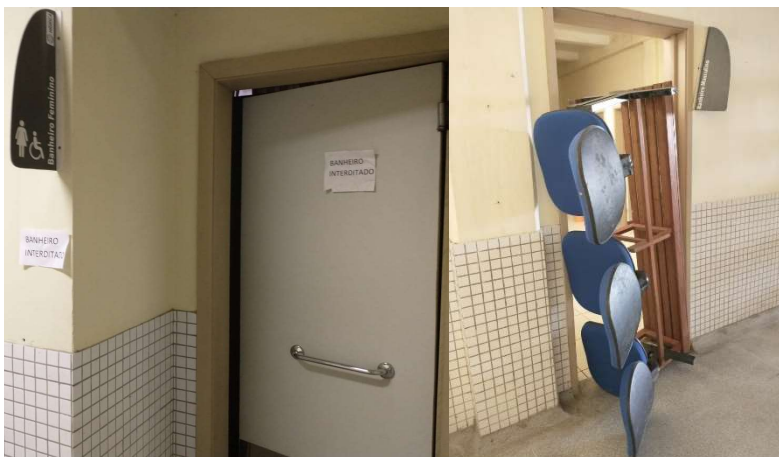


Figura 4: Banheiros interditados para eficiência na higienização predial.



Figura 5: Interdição de banheiro por vazamento de água, em maio de 2019.

Durante o período de menor utilização do Campus Porto a manutenção predial foi possível com maior eficiência do que a ocorrida em períodos normais de uso, como no ano de 2019, base de registro de consumo utilizado neste estudo. Durante a vistoria, por exemplo, não foi constatada perda de água em torneiras de lavatórios, situação que era presenciada durante o uso das instalações, sobretudo por falha de vedação na torneira temporizada, onde parte da água escoava pelo êmbolo durante o acionamento sem ser aproveitada pelo usuário. A Figura 5 registra a interdição de um banheiro por vazamento de água, durante o período letivo de 2019.

Mesmo com a reduzida utilização, durante a vistoria das instalações foram constatadas perdas de água por vazamentos em duas bacias sanitárias e um mictório de calha, conforme apresentado na Figura 6.

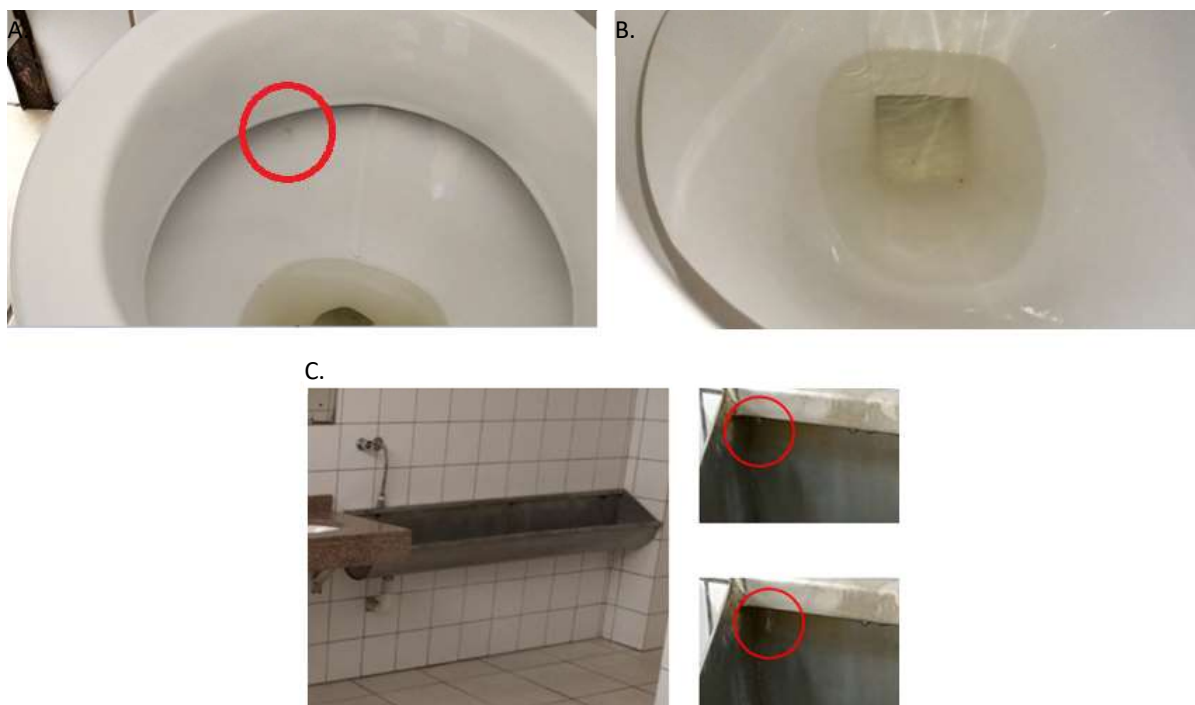


Figura 6: Vazamentos de água registrados durante a vistoria predial: gotejamento em bacia sanitária (A), filete em bacia sanitária (B) e gotejamento em mictório coletivo (C).

A estimativa de vazão de vazamento por aparelho para as bacias sanitárias é de 6 litros por dia para o vazamento tipo gotejamento lento e de 144 litros por dia para filete de água contínuo de até 2 mm, segundo Gonçalves et al. (2005) e SABESP (2020). A vazão de vazamento do mictório pode ser aferida por coleta temporizada, sendo de aproximadamente 1,68 litros por dia.

Considerando a suspensão das aulas em decorrência da pandemia por COVID-19, é imprescindível utilizar uma projeção do número de aparelhos sanitários com vazamentos na composição do consumo no ano de 2019, visando estimar o volume de água perdido. De acordo com a vistoria considerou-se que 4% das bacias sanitárias apresentavam vazamento do tipo gotejamento, 4% das bacias sanitárias apresentavam vazamento do tipo filete e 8% dos mictórios apresentaram vazamento do tipo gotejamento.

Conforme o quantitativo de aparelhos sanitários apresentado na Tabela 2, o Câmpus Porto é composto por 140 bacias sanitárias e 14 mictórios. Aplicando a Equação 1 é possível obter a vazão de perda anual para cada patologia registrada.

$$VP_{\text{Bacia Sanitária-gotejamento}} = 0,365 \times 4\% \times 140 \times 6 \text{ litros dia}^{-1} = 1,26 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1};$$

$$VP_{\text{Bacia Sanitária-filete}} = 0,365 \times 4\% \times 140 \times 144 \text{ litros dia}^{-1} = 294,34 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1};$$

$$VP_{\text{Mictório-gotejamento}} = 0,365 \times 8\% \times 14 \times 1,68 \text{ litros dia}^{-1} = 0,69 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1};$$

A partir destes valores, o somatório das perdas de água nos aparelhos sanitários representa a perda anual de água da instalação, calculada através da Equação 2, da seguinte forma:

$$VPTE = 12,26 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1} + 294,34 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1} + 0,69 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1} = 307,29 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}.$$

A estimativa de perda de água por vazamento no Câmpus Porto, baseado no quantitativo de aparelhos sanitários e na vistoria realizada nas instalações hidráulicas, indica que o volume de água perdido foi de aproximadamente 307,29m³ durante o ano de 2019, valor correspondente a um índice de perda de

aproximadamente 2,70% do volume consumido no mesmo ano. Importante destacar que a estimativa do índice de perdas de 2,70% não realiza a projeção sobre as perdas em lavatórios, por não terem sido registradas durante a vistoria.

Além dos vazamentos presenciados, outras condições das instalações prediais se apresentam como oportunas em busca de melhor eficiência de abastecimento através de alterações diretamente nos aparelhos sanitários, sendo caracterizadas como medidas para a redução do consumo de água. A adoção de bacias sanitárias com caixas de descarga com acionamento de 3 e 6 litros apresenta grande potencial de redução do consumo de água no campus universitário, seja pelo elevado número de aparelhos deste tipo na instalação, totalizando 140 unidades, seja pela redução no consumo de água proporcionada pelo dispositivo, entre 50 e 60%, segundo Grisolia (2015). Importante destacar que as bacias sanitárias representam boa parte da composição de consumo em prédios educacionais, sendo responsáveis por 45,6% da demanda de água conforme estimado por Barbosa et al. (2018).

Considerando que consumo mensal médio de água no ano de 2019 foi de 947,21 m³, que a instalação predial é composta por 140 bacias sanitárias, que estes aparelhos representam 45,6% do consumo registrado e que a utilização de caixas de descarga com acionamento de 3 e 6 litros proporciona uma redução de consumo de 50% da demanda do aparelho, ao realizar tal alteração nas bacias sanitárias seria possível obter uma redução estimada em aproximadamente 2.591 m³ de água por ano, ou seja, uma diminuição de 22,8% no consumo predial.



Figura 7: Vazão em excesso em lavatório.

A utilização de redutores de vazão nos lavatórios também representa uma oportunidade na redução do consumo de água na instalação. Apresentando um total de 106 unidades no Campus Porto, os lavatórios participam em uma média de 17,5% do consumo em instituições de ensino superior (BARBOSA et al., 2018), e em algumas situações apresentam condições de uso inadequadas por excesso de vazão, o que implica em prejuízo ao conforto dos usuários do lavatório, aumento do consumo de água e da geração de efluentes. A existência de lavatórios com vazão excessiva ocorre principalmente nos dois pavimentos inferiores do prédio, conforme apresentado na Figura 7.

Através da utilização de redutores de vazão nos 43 lavatórios do primeiro e segundo pavimentos, a estimativa de redução no consumo de água do Campus Porto pode chegar a 161 m³ ao ano, representando 1,42% do consumo anual, considerando o limite inferior de economia de 20% indicado por Grisolia (2015). A

Figura 8 apresenta um gráfico do volume anual de água perdido na instalação predial, baseado na vistoria realizada e nas alterações sugeridas.

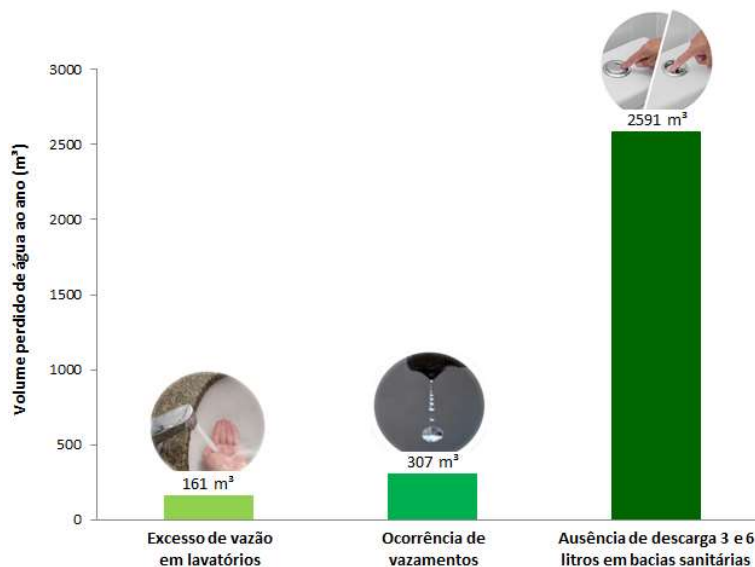


Figura 8: Gráfico do volume anual de água desperdiçado na instalação predial.

Considerando a alteração indicadas nas bacias sanitárias, lavatórios e manutenção das instalações hidráulicas, o consumo anual registrado de 11.366 m³ tornar-se-ia de 8.307 m³, sendo estimada a eficiência de abastecimento através da Equação 4.

$$E\% = \frac{8.307 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}}{11.366 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}} \times 100 = 73,09\%$$

A eficiência de abastecimento de 73,09% indica que aproximadamente 26,91% do consumo registrado na instalação poderia ser reduzido, valor próximo aos obtidos por Fasola et al. (2011) para escolas de Florianópolis/SC, registrando redução no consumo de água entre 15,3 e 55,9% através da utilização de equipamentos economizadores.

DISCUSSÃO

Considerando a adoção de todas as medidas propostas para um consumo eficiente de água no câmpus universitário, o consumo mensal médio reduziria dos 947,16 m³ para aproximadamente 692,25 m³, diminuindo o consumo de água per capita de 10,03 litros pessoa⁻¹ dia⁻¹ para 7,33 litros pessoa⁻¹ dia⁻¹. O consumo de água per capita em instituições de ensino, de acordo com Carli et al. (2013), apresenta grande variabilidade. Conforme apontado por Barbosa et al. (2018), os dados de consumo da Universidade de Brasília oscilaram entre 3,89 e 48,61 litros pessoa⁻¹ dia⁻¹. Nunes et al. (2017) indicam que a perda de água apresenta relação direta com o número de aparelhos sanitários com patologias e com a consciência ambiental dos usuários, condição convergente com os resultados obtidos, visto que o Câmpus Porto apresenta um total de 272 aparelhos sanitários, atende uma população de diária de 4.498 pessoas e obteve uma perda estimada de água de 3.059 m³ durante o ano de 2019, seja por vazamentos, aparelhos sanitários pouco econômicos ou com excessiva vazão. A redução do consumo de água pelas medidas sugeridas representaria uma economia financeira à instituição de ensino de aproximadamente R\$2.778,59 ao mês, considerando o custo de água e esgoto de R\$10,90 m⁻³, além dos benefícios ambiental e social relacionados.

Especificamente sobre o volume de água perdido por vazamentos, aproximadamente 307,29m³ de água registrada no consumo durante o ano de 2019 não foi aproveitada, valor correspondente a um índice de perda de aproximadamente 2,70%. Os dados obtidos corroboram os estudos de Soares et al. (2019), onde os autores ressaltam que as patologias em sistemas hidrossanitários são uma importante causa de desperdício de água em instituições brasileiras, de tal forma que a manutenção da instalação e alteração de aparelhos sanitários são indicadas como medidas para redução no consumo de água. El Nwsany et al. (2019) destacam que o simples fechamento dos registros que abastecem os aparelhos com vazamento de água seria uma medida importante para a redução das perdas até que a patologia seja consertada, sendo necessário, portanto, a aplicação de um plano de manutenção com vistoria periódica.

O aparelho sanitário que mais contribuiu para a redução na eficiência de abastecimento de água, estimada em 73,09%, foram as bacias sanitárias. Por totalizarem 140 unidades e não disporem descarga seletiva de 3 e 6 litros, estima-se que 2.591 m³ de água no consumo registrado durante o ano de 2019 poderiam ter sido reduzidos através da inserção da descarga seletiva. As bacias sanitárias também foram responsáveis pelo volume de vazamento estimado em 296,60 m³ durante o ano, valor que pode ser ainda maior segundo Oliveira (2002), pois o autor destaca que em muitos casos a perda de água não é visível, ocorrendo de forma sutil para o interior do aparelho sanitário, o que dificulta a sua aferição. Especificamente sobre a redução no consumo de água em bacias sanitárias, Shreeve et al. (2021) implantaram um sistema de descarga ainda mais eficiente na Universidade de Exeter, Inglaterra. Os autores analisaram os resultados obtidos a partir da instalação de 119 bacias sanitárias com descarga ultrabaixa, denominados como *ultra-low flow toilets* (ULFT), que utilizam por acionamento apenas 1,7 litro de água combinado com um sistema pneumático, tecnologia patenteada pela empresa Propelair's®. Embora os autores destaquem o excelente desempenho na redução do consumo de água, as bacias sanitárias com descarga ultrabaixa ainda não se apresentam como uma alternativa viável para utilização no Brasil, considerando a baixa disponibilidade de aparelhos semelhantes no país, o custo de importação e os impeditivos relacionados à manutenção do sistema.

Além das medidas propostas, outras alterações prediais também deveriam ser avaliadas pela gestão da universidade. Moura et al. (2018) destacam que os sistemas de aproveitamento de água pluvial possibilitam a redução do consumo de água potável, minimizam alagamentos e surgem como alternativas de abastecimento em meio a um cenário de indisponibilidade hídrica. Singer et al. (2018) indicaram que a coleta da água dos drenos de climatizadores podem contribuir para o abastecimento predial somado ao sistema de captação pluvial. Talpur et al. (2020) apresentaram excelentes resultados a partir da utilização de água de reuso para o abastecimento das bacias sanitárias, reduzindo entre 25 e 42% o consumo de água potável.

Parte importante no consumo de água da instalação, os usuários dos aparelhos sanitários possuem relação direta com a eficiência do sistema. Se tratando de uma instituição de ensino superior, poderiam ser aplicados elementos de sinalização que orientem os usuários quanto ao uso correto dos aparelhos sanitários, abordando a higiene pessoal, os conceitos de sustentabilidade no uso da água, a utilização da descarga de 3 e 6 litros e a indicação de um meio para contato com o setor de manutenção caso seja identificado vazamento

de água ou mal funcionamento dos aparelhos sanitários. Eventos de informação e conscientização do uso das instalações hidrossanitárias poderiam ser oferecidos a servidores e alunos em oportunidades como a semana do meio ambiente, realizada na primeira semana de junho. Estas medidas não têm os seus impactos quantificados na redução do consumo de água do Câmpus Porto, mas são sugeridas pelos benefícios potenciais na instituição de ensino e pela contribuição social oriunda do estímulo a práticas sustentáveis na população universitária, contribuindo na sua formação acadêmica.

CONCLUSÕES

As instalações hidráulicas do Campus Porto podem apresentar maior eficiência de abastecimento a partir de planos de manutenção e inserção de dispositivos economizadores de água. Com eficiência de abastecimento de água estimada em 73,09%, através de alterações como a manutenção periódica e criteriosa das instalações hidráulicas, disponibilidade de um canal de comunicação aos usuários que identifiquem vazamentos, implantação de bacias sanitárias com descarga de 3 e 6 litros e instalação de redutores de vazão nos lavatórios do primeiro e segundo pavimento, seria possível reduzir o consumo de água em aproximadamente 3.059 m³ ao ano, representando uma diminuição do custo operacional de R\$ 2.778,59 por mês. Diante do apresentado, é urgente a necessidade de elaboração de um programa de gestão de recursos hídricos na universidade, tendo em vista a obrigatoriedade do Plano de Gestão de Logística Sustentável (PLS) em toda a administração federal, avaliando inclusive a viabilidade de sistemas que substituam a água potável por águas pluviais ou águas cinzas em descargas de bacias sanitárias e mictórios. Os dados obtidos neste estudo podem servir para outras pesquisas que visem à sustentabilidade em instituições de ensino superior, indicando que as perdas podem ser críticas neste tipo de instalação e dando suporte para o dimensionamento de sistemas complementares que utilizem água não potável para usos menos nobres, proporcionando uma condição de menor impacto socioambiental negativo nas atividades desenvolvidas pelas instituições de ensino.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, G. G.; BEZERRA, S. P.; SANT'ANA, D.. Indicadores de consumo de água e análise comparativa entre o aproveitamento de águas pluviais e o reuso de águas cinzas em edificações de ensino do Campus Darcy Ribeiro - UnB. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, Brasília, v.22, n.1, p.01-15, 2018. DOI: <http://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n22.2018.01>

CARLI, L. N.; CONTO, S. M.; BEAL, L. L.; PESSIN, N.. Racionalização do uso da água em uma instituição de ensino superior: estudo de caso da Universidade de Caxias do Sul. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS**, São Paulo, v.7, n.2, p.143-165 2013. DOI: <http://doi.org/10.5585/geas.v2i1.30>

EL NWSANY, R. I.; MAAROUF, I.; ABD EL-AAL, W.. Water management as a vital factor for a sustainable school. **Alexandria Engineering Journal**, Alexandria, v.58, n.1, p.303-313, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.aej.2018.12.012>

FASOLA, G. B.; GHISI, E.; MARINOSKI, A. K.; BORINELLI, J. B.. Potencial de economia de água em duas escolas em Florianópolis, SC. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.11, n.4, p.65-78, 2011.

GONÇALVES, O.; ILHA, M.; AMORIM, S.; PEDROSO, L.. Indicadores de uso racional de água para escolas de ensino fundamental e médio. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.5, n.3. p.35-48, 2005.

GRISOLIA, P. Z.. **Gestão da demanda para uso racional da água (URA)**. Manual de sustentabilidade Condominial-SECOVISP. São Paulo, 2015.

KALBUSCH, A.; GONÇALVES, F.; CUREAU, R. J.; DEFAVERI, D.; RAMOS, D. A.. Avaliação das condições de operação de equipamentos hidrossanitários em edificações públicas. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.18, n.1, p.393-408, 2018.

MOURA, M. R. F.; SILVA, S. R.; BARROS, E. X. R.. Análise de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial em um empreendimento residencial na cidade de Recife-PE. **Revista Técnico-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v.22, n.1, p.66-72, 2018. DOI:

<http://doi.org/10.17058/tecnolog.v22i1.10493>

NUNES, L. G. C. F.; WANDERLEY, T. R. B.; SILVA, S. R.. Indicadores de consumo de água, vazamentos e perdas: estudo de caso das escolas públicas de Recife. **Revista Científica**, Dracena, v.10, n.20, p.10-20, 2017. DOI:

<http://doi.org/10.17271/19843240102020171659>

OLIVEIRA, L. H.. As bacias sanitárias e as perdas de água nos edifícios. **Revista Ambiente Construído, Porto Alegre**, v.2, n.4, p.39-45, 2002.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Determinação de perdas por tipo de vazamento e por tipo de equipamento**. São Paulo: SABESP, 2021.

SHREEVE, P.; COTTERILL, S.; NEWMAN, A.; BUTLER, D.. Campus Study of the Impact of Ultra-Low Flush Toilets on Sewerage Networks and Water Usage. **Water Journal**, Basel, v.13, n.419, p.01-17, 2021. DOI:

<http://doi.org/10.3390/w13040419>

SOARES, A. E. P.; PRADO, A. R. M.; SILVA, S. R.. O monitoramento como ferramenta da redução do consumo de água potável na faculdade de ciências da administração de Pernambuco – FCAP/UPE. **Revista Técnico-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v.23, n.1, p.42-48, 2019. DOI:

<http://doi.org/10.17058/tecnolog.v23i1.11693>

TALPUR, B. D.; ULLAH, A.; AHMED, S.. Water consumption pattern and conservation measures in academic building: a case study of Jamshoro Pakistan. **Springer Nature Journal**, Bern, v.2, n.1781, p.01-11, 2020. DOI:

<http://doi.org/10.1007/s42452-020-03588-z>

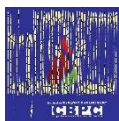
TRIGO, A. G. M.; LIMA, R. S. X.; OLIVEIRA, D. M.. Índice de sustentabilidade socioambiental no ensino. **Revista de Administração da UFSM**, Santa Maria, v.7, n.1, p.07-22, 2014. DOI: <http://doi.org/10.5902/1983465912771>

VIANNA, J. T. D. S.; SOUZA, M. A. A.. Escolha de alternativas para economia de água em edificações residenciais em Brasília, DF. **Revista Paranoá: Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, Brasília, n.23, p.37-56, 2019. DOI:

<http://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n23.2019.05>

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/44951876800440915849902480545070078646674086961356520679561157611988778483713/>