



AVALIAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS

Jáddson Áddson Boágua de Melo ¹
Êmele Rádna Rodrigues do Vale ²
Antônio José Cruz de Araújo ³
Maria Josicleide Felipe Guedes ⁴

RESUMO

Os desperdícios de água podem acontecer pela ocorrência de vazamento ou negligência no momento do uso. Assim, faz-se necessário a adoção de ações que utilizem os recursos hídricos de forma mais estratégica, em especial nas edificações públicas. Por meio desta pesquisa, objetivou-se avaliar e quantificar os desperdícios de água nas edificações da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró-RN. Para tanto, foram realizadas inspeções *in loco* nas Centrais de Aulas, Biblioteca e Restaurante Universitário. Foram inspecionados 384 pontos de consumo de água. Estimou-se um índice de vazamentos de 28,01%. O aparelho hidrossanitário que mais contribuiu para o volume de água desperdiçado foi a bacia sanitária, totalizando 159,18 m³.mês⁻¹. O desperdício total de água nos aparelhos hidrossanitários dos banheiros e bebedouros foi de 200,23 m³.mês⁻¹. Algumas orientações foram apontadas para subsidiar o Plano de Gestão de Logística Sustentável da universidade.

Palavras-chave: Recursos hídricos, Gerenciamento, Alternativas ao desperdício de água.

INTRODUÇÃO

O consumidor final exerce papel primordial na conservação dos recursos hídricos em condições adequadas às gerações futuras. Isso ocorre por ele ser o responsável pela prática de técnicas que podem aumentar ou diminuir o consumo de água. Nessa perspectiva, estudos sobre gestão e conservação hídrica devem levar em consideração como as pessoas e organizações agem no dispêndio desse recurso (MELO et al., 2014).

Os edifícios públicos comumente apresentam altas taxas de desperdício de água quando comparados aos privados. A precariedade em incentivos para manutenção dos componentes hidrossanitários, o fato dos usuários não serem os responsáveis diretos pelo pagamento da fatura

¹ Graduado pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, j_addson@hotmail.com;

² Graduada pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, emeleradna@gmail.com;

³ Graduado pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, antoniojosecruz333@gmail.com;

⁴ Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Professora do Centro de Engenharias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA mjosicleide@ufersa.edu.br.



de água e a burocratização dos processos e serviços contribuem para o agravamento desse problema (KALBUSCH et al., 2018).

O desperdício de água advém quando, disponível em um sistema hidráulico, ela se perde antes de ocorrer a atividade fim (por meio de vazamentos), ou quando é efetivamente utilizada para tal atividade, todavia em quantidade demasiada (OLIVEIRA, 2002).

Grande parte do consumo hídrico em edificações é afetado pelos vazamentos, que podem ocorrer no alimentador predial, nos reservatórios, nas tubulações (ramais e sub-ramais) e até nos próprios aparelhos de utilização, de forma visível ou não visível. Nos últimos anos, o aumento do custo da água tem instigado o desenvolvimento de equipamentos hidrossanitários mais eficientes, que têm sido adotados pelos grandes consumidores. Contudo, a velocidade de adoção desses novos equipamentos tem sido maior nos edifícios privados do que nos públicos (SÁNCHEZ; COHIM; KALID, 2015).

Nesse contexto, o diagnóstico das condições operacionais das instalações hidrossanitárias em edifícios públicos torna-se importante para enfatizar a perda de água nessas instalações e suas prováveis causas. Não obstante, nem toda a água é desperdiçada por vazamentos. Sabe-se que é necessário buscar tecnologia para obter economia efetiva desse recurso, entretanto, ações tecnológicas isoladas não são suficientes para reduzir o consumo se os usuários não estiverem comprometidos com a conservação da água (GONÇALVES; KALBUSCH; HENNING, 2018).

Como os sistemas prediais assumem um papel muito significativo no consumo e na economia hídrica, entende-se o grau de abrangência desta pesquisa. Nesse sentido, Instituições de Ensino Superior (IES) devem ser referências em relação ao uso racional da água, tentando aproveitar ao máximo o recurso, principalmente no contexto do semiárido nordestino, região com elevada escassez de água, na qual está inserido o campus universitário contemplado neste estudo. Dessa maneira, o objetivo desta pesquisa foi avaliar e quantificar os desperdícios de água em edificações da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró-RN.

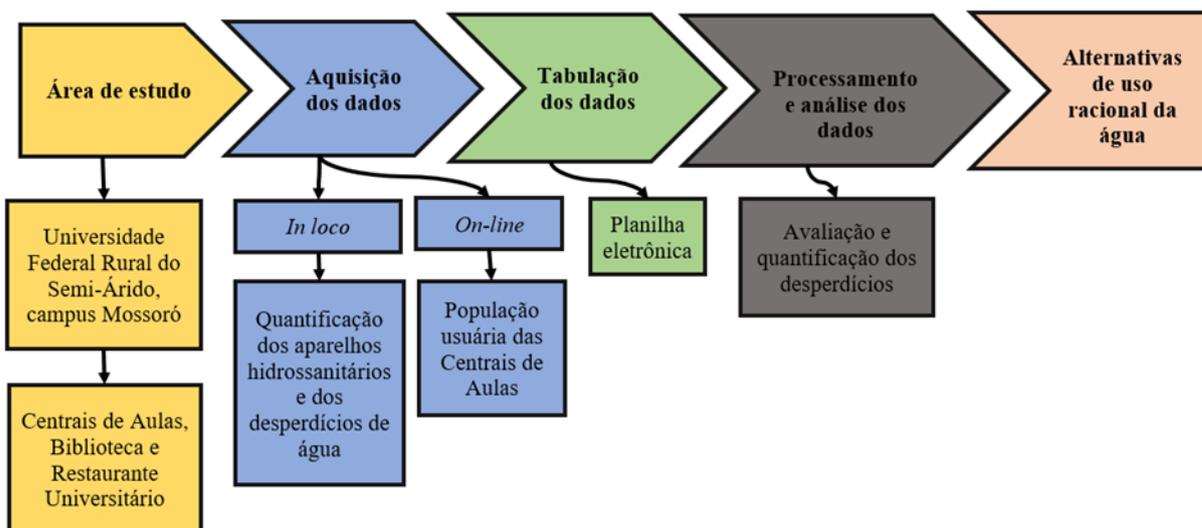
METODOLOGIA

As etapas metodológicas desta pesquisa estão apresentadas na Figura 1. Na primeira etapa foi definida a área de estudo, que compreendeu os prédios das Centrais de Aulas, Biblioteca e Restaurante Universitário da UFERSA, campus Mossoró. Na segunda etapa foi



realizada a coleta de dados, que contemplou visitas *in loco* aos edifícios citados e aquisição de dados *on-line*. Na terceira etapa, os dados foram tabulados com auxílio de planilha eletrônica. Por último, por meio dos resultados obtidos, foram propostas alternativas de uso racional da água.

Figura 1 – Fluxograma da pesquisa



Área de estudo

Mossoró é um município do Rio Grande do Norte (RN), localizado à distância de 278 km de Natal, capital do estado. Em 2019, sua população estimada era de 297.378 habitantes, com uma densidade demográfica de 123,76 hab.km². Sua área abrange 2.099,33 km², sendo a maior cidade do RN, em termos de extensão territorial (IBGE, 2020). O clima do município é considerado muito quente e semiárido, com precipitação média anual de aproximadamente 700 mm e período chuvoso entre fevereiro e abril. As temperaturas máxima, média e mínima anuais são de 36, 27 e 21 C°, respectivamente (IDEMA, 2008).

O município de Mossoró é um polo estudantil, possui IES privadas e públicas, sendo a UFERSA uma das principais da região. Além do campus em Mossoró, há ainda *campi* instalados nos municípios de Pau dos Ferros, Angicos e Caraúbas. A UFERSA, campus Mossoró, possui 22 cursos de graduação e 26 cursos de pós-graduação.

A água utilizada no campus universitário em estudo provém do sistema público cuja responsável é a Companhia de Água e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN). O abastecimento da UFERSA tem relação direta com o Termo de Cooperação n° 2/2009 celebrado



entre as duas instituições. Conforme o termo supracitado, a CAERN deve garantir o abastecimento da universidade em vazão contínua de $30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, durante um período de 20 anos, a partir de 3 de agosto de 2009. Em contrapartida, a UFERSA cedeu à CAERN a tutela de um poço localizado no terreno dessa instituição (UFERSA, 2013).

Aquisição dos dados

A identificação dos vazamentos foi realizada *in loco* nos aparelhos hidrossanitários dos banheiros e bebedouros da universidade, nas seguintes edificações: Prédio Central (PC), Central de Aulas 1 a 7 (CA 1 a CA 7), Biblioteca e Restaurante Universitário (RU). Os aparelhos avaliados por meio de inspeções visuais foram: torneiras, duchas, chuveiros, bacias sanitárias e mictórios. Para a quantificação do volume de água decorrente dos vazamentos visíveis nesses aparelhos foram utilizados os valores expressos na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores para a estimativa do volume desperdiçado nos vazamentos visíveis

Aparelhos hidrossanitários	Tipo de vazamento	Desperdício estimado [L.dia ⁻¹]
Torneiras (lavatório, pia, ducha uso geral)	Gotejamento lento ¹	6 a 10
	Gotejamento médio ²	10 a 20
	Gotejamento rápido ³	20 a 32
	Gotejamento muito rápido ⁴	> 32
	Filete ϕ 2 mm	> 114
	Filete ϕ 4 mm	> 333
	Vazamento no flexível	0,86
Mictório	Filetes visíveis	144
	Vazamento no flexível	0,86
	Vazamento no registro	0,86
Bacia sanitária	Filetes visíveis	144
	Vazamento no tubo de alimentação da louça	144
	Válvula disparada quando acionada	40,8 ⁵
Chuveiro	Vazamento no registro	0,86
	Vazamento no tubo de alimentação junto da parede	0,86

¹Até 40 gotas.min⁻¹. ²Entre 40 e 80 gotas.min⁻¹. ³Entre 80 e 120 gotas.min⁻¹. ⁴Acima de 120 gotas.min⁻¹.

⁵Supondo a válvula aberta por um período de 30 s, a uma vazão de $1,6 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$.

Fonte: Gonçalves et al. (2005)

Foram investigados também os vazamentos não visíveis nas bacias sanitárias e mictórios. Nesse processo, foi aplicado o teste da caneta hidrossolúvel, conforme metodologia de Fujimoto, Nunes e Ilha (2002). Esse teste foi realizado com, no mínimo, 30 minutos após o



último uso da bacia sanitária e/ou mictório. Devido à grande demanda de uso das bacias sanitárias e mictórios da universidade durante os dias da semana, os experimentos foram realizados aos finais de semana.

Após o período de tempo estipulado, foi realizado a secagem das louças internas das bacias sanitárias e mictórios. Logo após, foi traçada uma linha abaixo da borda do aparelho. Em caso de vazamentos não visíveis, após o intervalo de pelo menos 5 minutos, há interrupções desta linha. Para o caso de vazamentos visíveis, não é possível nem completar a linha ao redor do aparelho hidrossanitário. Fujimoto, Nunes e Ilha (2002) atribuem um valor de desperdício de 60,5 L.dia⁻¹ para vazamentos não visíveis. Para vazamentos visíveis, Gonçalves et al. (2005) especificam um valor de desperdício de 144 L.dia⁻¹.

O desperdício nos bebedouros ocorre no ato do consumo e alguns segundos após, pois as torneiras ficam gotejando. No entanto, passando-se alguns minutos sem acionamento, as torneiras cessam o gotejamento. O sistema nos bebedouros de toda a universidade funciona de maneira semelhante. Dos aparelhos sai uma mangueira a qual é ligada a uma tubulação. Essa, por sua vez, leva toda a água desperdiçada para fora da edificação.

Para a quantificação dos desperdícios nos bebedouros foi desenvolvido um reservatório para captação da água desperdiçada. A água captada no recipiente foi medida com o auxílio de uma régua de madeira graduada, representando os níveis dos volumes previamente calculados. O procedimento foi realizado na Central de Aulas 5, durante uma semana, nos três horários de funcionamento do campus: manhã, tarde e noite. Os recipientes foram visitados uma vez por turno para averiguação da situação do procedimento. A medição foi realizada em uma ou duas vezes ao dia, dependendo da quantidade desperdiçada naquele dia.

Todas as edificações avaliadas nesta pesquisa foram inspecionadas e notou-se que a Central de Aulas 5 era a que melhor se adequava ao sistema de captação, por isso o experimento foi realizado nesse local, pois era mais viável conectar a mangueira do bebedouro com os recipientes de captação. Desse modo, para o cálculo dos desperdícios de água nos bebedouros foi utilizada a Equação 1.

$$D = \frac{D_b}{N_p} \times N_b \times P \times D_u \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

D → desperdício nos bebedouros da UFERSA [m³.mês⁻¹];

D_b → desperdício do bebedor no período do experimento [m³.semana⁻¹.bebedouro⁻¹];

N_p → número de pessoas frequentando semanalmente a central de aulas [pessoa.semana⁻¹];

N_b → número de bebedouros;



$P \rightarrow$ número total de pessoas com matrículas ativas na UFERSA [pessoas.dia^{-1}];
 $D_u \rightarrow$ dias úteis no mês [dias.mês^{-1}].

Os bebedouros analisados nesta pesquisa são de dois tipos, tipo A e tipo B (menos robusto que o tipo A). O volume desperdiçado foi coletado separadamente e a Equação 1 foi aplicada levando em consideração o volume desperdiçado e a quantidade de cada tipo de bebedouro.

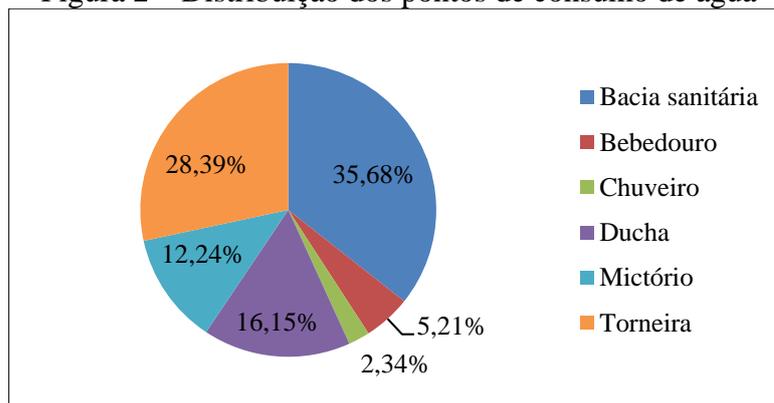
A população que frequenta as Centrais de Aulas, Biblioteca e Restaurante Universitário é, em sua maioria, estudantes de graduação, totalizando 5.996 alunos ativos, referentes ao semestre 2019.1, de acordo com dados extraídos do Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA) da UFERSA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diagnóstico dos pontos de consumo de água

Foram analisados 384 pontos hidráulicos nas edificações em estudo (Centrais de Aulas, Biblioteca e Restaurante Universitário). Por meio da Figura 2, é apresentada a distribuição dos pontos de consumo de água, com 35,68% desse percentual correspondente às bacias sanitárias.

Figura 2 – Distribuição dos pontos de consumo de água



Dos 384 aparelhos, 332 estavam funcionando, representando uma taxa de 86,46%. Os resultados mais satisfatórios foram referentes às torneiras e aos bebedouros, perfazendo 98,17 e 100% de funcionamento, respectivamente. A ducha higiênica, por sua vez, apresentou o menor percentual de desempenho de serviço satisfatório, com 58,06%. Os outros aparelhos



obtiveram porcentagem de funcionamento superior a 80%. Na Tabela 2 é apresentada a quantidade de pontos de utilização funcionando de acordo com o tipo de aparelho e edifício.

Tabela 2 – Quantidade de pontos de utilização funcionando de acordo com o tipo de aparelho e edifício

Local	Aparelhos hidrossanitários em funcionamento							% por edifício
	Bacia sanitária	Bebedouro	Chuveiro	Ducha	Mictório	Torneira	Total	
PC ¹	5	1	-	-	1	8	15	83,33
CA 1 ²	5	1	-	2	-	4	12	80,00
CA 2 ³	7	2	-	3	-	4	16	100,00
CA 3 ⁴	16	2	2	9	3	15	47	71,21
CA 4 ⁵	6	2	-	2	-	4	14	93,33
CA 5 ⁶	20	2	2	8	7	16	55	88,71
CA 6 ⁷	23	3	2	12	10	16	66	89,19
CA 7 ⁸	23	2	2	-	10	15	52	96,30
Biblioteca ⁹	6	3	-	-	5	10	24	75,00
RU ¹⁰	9	2	-	-	5	15	31	96,88
Total	120	20	8	36	41	107	332	86,46
% por tipo	87,6	100,0	88,9	58,1	87,2	98,2	86,5	-

Prédio central (PC)¹, Central de Aulas 1 (CA 1)², Central de Aulas 2 (CA 2)³, Central de Aulas 3 (CA 3)⁴, Central de Aulas 4 (CA 4)⁵, Central de Aulas 5 (CA 5)⁶, Central de Aulas 6 (CA 6)⁷ e Central de Aulas 7 (CA 7)⁸, Biblioteca⁹ e Restaurante Universitário (RU)¹⁰.

Identificação e quantificação dos vazamentos

Aparelhos hidrossanitários dos banheiros

A maioria dos pontos de consumo de água estudados (94,79%) estão presentes nos banheiros dos edifícios, exceto os bebedouros. Por meio da Tabela 3, é apresentada a quantidade de pontos hidráulicos que podem gerar desperdício de água por tipo de aparelho e edifício.

Não foram identificados vazamentos nos chuveiros e nas duchas da instituição. O maior número de vazamentos por aparelho foi detectado nas bacias sanitárias, totalizando 67 vazamentos, entre visíveis e não visíveis, representando 72,04% de todos os vazamentos (Tabela 3). Já nos mictórios só foi detectado vazamento visível. Nas torneiras, foi identificado um gotejamento lento, um médio e um rápido, além de um vazamento por filete de ϕ 2 mm.

Em relação aos edifícios, as Centrais de Aulas 3, 5, 6 e 7 obtiveram o maior número de vazamentos neste estudo. Esses prédios possuem um número elevado de pontos de utilização, desse modo, quanto mais aparelhos, maior também será a probabilidade de vazamentos no local. Para Gonçalves, Kalbusch e Henning (2018), o número de instalações hidrossanitárias apresenta correlação positiva com o número de defeitos e vazamentos. Isto é, devido ao fato de



que comumente onde há um número maior de dispositivos, também haverá um número crescente de problemas não resolvidos, gerando um acúmulo em virtude da carência de investigação e manutenção do desempenho.

Tabela 3 – Quantidade de pontos hidráulicos que podem gerar desperdício por tipo de aparelho e edifício

Local	Pontos hidráulicos que geram desperdícios										% por edifício
	Bacia sanitária		Bebedouro		Mictório	Torneira			Filete φ 2mm	T O T A L	
	Vazamentos		Tipo		Filetes visíveis	Gotejamento					
	Visível	Não visível	A	B		Lento	Médio	Rápido			
PC¹	1	2	1	-	-	1	-	-	-	5	5,38
CA 1²	3	-	-	1	-	-	-	-	-	4	4,30
CA 2³	1	3	1	1	-	-	-	-	-	6	6,45
CA 3⁴	1	7	1	1	-	-	-	-	-	10	10,75
CA 4⁵	1	3	1	1	-	-	-	-	-	6	6,45
CA 5⁶	2	13	1	1	-	-	-	-	-	17	18,28
CA 6⁷	4	8	3	-	-	-	1	1	1	18	19,35
CA 7⁸	0	9	1	1	2	-	-	-	-	13	13,98
Biblioteca⁹	2	3	1	2	-	-	-	-	-	8	8,60
RU¹⁰	0	4	1	1	-	-	-	-	-	6	6,45
Total	15	52	11	9	2	1	1	1	1	93	100,0
% por tipo de aparelho	72,04		21,51		2,15	4,30					-

Prédio central (PC)¹, Central de Aulas 1 (CA 1)², Central de Aulas 2 (CA 2)³, Central de Aulas 3 (CA 3)⁴, Central de Aulas 4 (CA 4)⁵, Central de Aulas 5 (CA 5)⁶, Central de Aulas 6 (CA 6)⁷ e Central de Aulas 7 (CA 7)⁸, Biblioteca⁹ e Restaurante Universitário (RU)¹⁰.

Dos 332 aparelhos avaliados, 93 apresentaram vazamentos, ou seja, 28,01% do total dos equipamentos. Nunes, Wanderley e Silva (2017) analisaram vazamentos em pontos hidráulicos de 180 prédios nas escolas estaduais de Pernambuco. O maior índice de vazamento apresentado na pesquisa foi de 21,43%, que ainda é menor do que 28,01%, referente ao valor obtido na UFERSA. Os autores atribuíram esse elevado índice de vazamentos a falta de manutenção preventiva vinculada à cultura brasileira de optar, majoritariamente, por manutenções corretivas. Esse fato fica ainda mais evidente quando constatado que uma das escolas estudadas, com menor índice de vazamento (cerca de 2%), foi a única edificação cadastrada que apresentou hábitos de manutenções preventivas.

O volume total de água desperdiçada nos aparelhos hidrossanitários dos banheiros das Centrais de Aulas é expresso na Tabela 4. As bacias sanitárias foram os aparelhos que mais contribuíram negativamente, chegando a desperdiçar 159,18 m³.mês⁻¹, mais de 90% das perdas.



Logo após, encontram-se os mictórios e as torneiras, com 8,64 e 4,89 $\text{m}^3\cdot\text{mês}^{-1}$, respectivamente. Em relação as edificações, aquelas com o maior número de vazamentos corresponderam também ao maior volume desperdiçado, caso das Centrais de Aulas 3, 5, 6 e 7.

Tabela 4 – Volume de água desperdiçada pelos aparelhos sanitários

Local	Desperdiço de água [$\text{m}^3\cdot\text{mês}^{-1}$]			
	Bacia sanitária	Mictório	Torneira	Total por bloco
PC ¹	7,95	-	0,24	8,19
CA 1 ²	12,96	-	-	12,96
CA 2 ³	9,76	-	-	9,76
CA 3 ⁴	17,02	-	-	17,02
CA 4 ⁵	9,76	-	-	9,76
CA 5 ⁶	32,24	-	-	32,24
CA 6 ⁷	31,80	-	4,65	36,45
CA 7 ⁸	16,34	8,64	-	24,98
Biblioteca ⁹	14,08	-	-	14,08
RU ¹⁰	7,26	-	-	7,26
Total	159,18	8,64	4,89	172,71
% vol. desperdiçado por tipo de aparelho	92,2	5,0	2,8	-

Prédio central (PC)¹, Central de Aulas 1 (CA 1)², Central de Aulas 2 (CA 2)³, Central de Aulas 3 (CA 3)⁴, Central de Aulas 4 (CA 4)⁵, Central de Aulas 5 (CA 5)⁶, Central de Aulas 6 (CA 6)⁷ e Central de Aulas 7 (CA 7)⁸, Biblioteca⁹ e Restaurante Universitário (RU)¹⁰.

Em pesquisa realizada por Cunha et al. (2019) na UFERSA, o volume de água desperdiçada nas bacias sanitárias nas Centrais de Aulas foi de 92,89 $\text{m}^3\cdot\text{mês}^{-1}$. Em contrapartida, neste trabalho, quando é considerado apenas as bacias sanitárias das Centrais de Aulas, o desperdiço foi de 129,88 $\text{m}^3\cdot\text{mês}^{-1}$, devido, principalmente, ao aumento no número de vazamentos não visíveis. Com esses dados, é possível perceber uma ineficiência em relação a execução de manutenção nos prédios da universidade.

Vários fatores podem contribuir para o aumento nos índices de vazamentos de uma instituição, por exemplo, falta de consciência no momento da utilização (carência de educação ambiental), aparelhos obsoletos, além da insuficiência de manutenção preventiva e corretiva. Outro obstáculo que pode contribuir para o aumento da água desperdiçada é a burocratização do processo de correção de vazamentos, no qual a solicitação deve ser efetuada por meio da plataforma Sistema Integrado de Patrimônio, Administração e Contratos (SIPAC). Contudo, não são todos os usuários dos locais avaliados que possuem acesso à plataforma.

Segundo a Superintendência de Infraestrutura (SIN), a UFERSA possui 5 funcionários responsáveis pelas manutenções e conserto nas instalações hidráulicas de todos os *campi*. Foi



registrado também que o volume de solicitações é elevado e que a mão de obra contratada não consegue executar todos os serviços. Assim, devido aos números de serviços, as manutenções preventivas ficam em segundo plano. O ideal seria a criação de uma equipe especializada em realizar, periodicamente, o levantamento qualitativo e quantitativo dos vazamentos nos banheiros e, em seguida, auferir recursos para solucioná-los.

Desperdício de água nos bebedouros

Dos 20 bebedouros avaliados, todos estavam em condições normais de funcionamento, sendo 11 do tipo A e 9 do tipo B. Sempre que existe consumo de água, devido ao modo como operam, todos os bebedouros geram desperdício. Após o experimento foi obtido um volume de água desperdiçada de $88,55 \text{ L.semana}^{-1}.\text{bebedouro}^{-1}$ no tipo A e de $34,70 \text{ L.semana}^{-1}.\text{bebedouro}^{-1}$ no tipo B.

A população equivalente frequentadora da Central de Aulas 5, onde foi realizada a coleta de água desperdiçada nos bebedouros, é de $6.166 \text{ alunos.semana}^{-1}$. Nesses equipamentos, diferentemente dos aparelhos dos banheiros, só há desperdício quando há consumo. A maior parte do consumo ocorre em dias úteis, por isso foi considerado 22 dias úteis em um mês. Como exposto na metodologia, 5.996 alunos têm matrículas ativas na UFERSA. E supondo que todos os alunos vão frequentar a universidade todos os dias, sendo esse cenário o mais desfavorável, e aplicando os parâmetros citados na Equação 1, foi constatado que o desperdício nos bebedouros seria de $20,84$ e $6,68 \text{ m}^3.\text{mês}^{-1}$, para os bebedouros tipo A e B, respectivamente.

Como o desperdício nos bebedouros é dado pela forma como a água é consumida nos equipamentos, é necessária uma mudança na cultura dos usuários. A principal modificação seria implementar o hábito de levar seu copo ou garrafa individual para evitar o desperdício no aparelho. Para Feldman (2011), não se pode esperar que indivíduos se auto conscientizem de forma independente, mas devem ser adequadamente informados e educados sobre as novas alternativas, o motivo da sua implantação e como podem alcançar um consumo mais sustentável. Dessa forma, é imprescindível a implementação de ações educativas nesses espaços, como palestras e uso de *folders*. Outra medida que pode ser adotada são os recipientes de captação, semelhantes aos utilizados no trabalho, com adaptações necessárias, para o acúmulo de água. Toda a água acumulada nesses recipientes poderia ser aplicada em usos diversos, como limpeza da própria edificação e irrigação.



O total de água desperdiçada dar-se-á pela soma do desperdício nos bebedouros com o total de água desperdiçada por mês nos aparelhos hidrossanitários, perfazendo $200,23 \text{ m}^3 \cdot \text{mês}^{-1}$, reiterando a necessidade urgente da adoção do gerenciamento hídrico efetivo na universidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Mediante a análise dos aparelhos hidrossanitários, 13% dos equipamentos estavam quebrados e 72% das bacias sanitárias apresentaram vazamentos, o que pode indicar manutenção precária e conseqüente nexos com perdas de água.
- Por vezes, os usuários das edificações públicas identificam os vazamentos nos dispositivos hidráulicos, contudo, não sabem como reportar tais avarias. Dessa forma, a comunicação é um instrumento fundamental para efetivação da conservação da água.
- Apesar do desenvolvimento de tecnologias que se destinam ao uso racional de água, os aparelhos hidrossanitários necessitam de manutenção cíclica durante a vida útil. A manutenção deve fazer parte das estratégias de gestão das águas, concebidas de modo a detectar também outras carências intrínsecas a cada local e a seus usuários.
- A boa aparência das instalações hidrossanitárias, proporcionando conforto aos usuários, não é garantia de que não possa haver desperdício vultoso de água nessas.
- O gerenciamento efetivo do uso da água, dispensando os excessos burocráticos, estimulando os usuários a utilizar os recursos hídricos de modo eficiente e cumprindo com a manutenção adequada dos dispositivos hidráulicos, são soluções para os problemas apresentados neste estudo.
- Os aspectos analisados neste artigo poderão subsidiar diretrizes para o Plano de Gestão de Logística Sustentável (PLS), quanto à gestão das águas na universidade, indicando alternativas para reduzir o desperdício de água nas Centrais de Aulas, Biblioteca e Restaurante Universitário.
- Apesar do estudo ter sido conduzido na UFERSA, o delineamento metodológico é abrangente e aplicável a outros *campi* universitário e edifícios públicos.

REFERÊNCIAS

CUNHA, L. M. P.; VALE, E. R. R.; ARAÚJO, A. J. C.; GUEDES, M. J. F. Proposição de alternativas ao desperdício de água em bacias sanitárias das centrais de aulas de um campus



universitário. In: **30º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente**. São Paulo, SP, 2019.

FELDMAN, D. L. Integrated water management and environmental justice – public acceptability and fairness in adopting water innovations. **Water Science and Technology: Water Supply**, v. 11, n. 2, p. 135-141, 2011.

FUJIMOTO, R. K.; NUNES, S. S.; ILHA, M. S. O. Análise dos testes de detecção de vazamentos em bacias sanitárias. In: **IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Foz do Iguaçu, PR, 2002.

GONÇALVES, F.; KALBUSCH, A.; HENNING, E. Correlation between water consumption and the operating conditions of plumbing fixtures in public buildings. **Water Science and Technology: Water Supply**, v. 18, n. 6, p. 1915-1925, 2018.

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

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Brasil/Rio Grande do Norte/Mossoró**. Disponível em:
<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/mossoro/panorama>>. Acesso em: 6 de abril de 2020.

IDEMA – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE. **Perfil do seu município: Mossoró**. Mossoró, 2008. 24 p.

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

MELO, N. A.; SALLA, M. R.; OLIVEIRA, F. R. G.; FRASSON, V. M. Consumo de água e percepção dos usuários sobre o uso racional de água em escolas estaduais do Triângulo Mineiro. **Ciência & Engenharia** (Science & Engineering Journal), v. 23, n. 2, p. 01-09, jul./dez. 2014.

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. **ANAP Brasil**, v. 10, n. 20, p.10-20, 2017.

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

SÁNCHEZ, A. S.; COHIM, E. H. B.; KALID, R. A. Sistema inteligente para monitoramento do consumo de água e detecção de vazamentos em prédios. In: **2º Congresso Internacional RESAG 2015: Gestão da Água e Monitoramento Ambiental**. Aracaju, SE, 2015.

UFERSA - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO. **Plano de Gestão de Logística Sustentável da UFERSA**. 2013. Disponível em:
<http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/284/arquivos/PLSdefinitivo_UFERSA2013.pdf>. Acesso em: 10 de junho de 2019.