

PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA EM BACIAS SANITÁRIAS DAS CENTRAIS DE AULAS DA UFRSA, MOSSORÓ-RN

Livia Maria Pinheiro da Cunha¹, Maria Josicleide Felipe Guedes²

¹Graduanda do curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, e-mail: <liviapinheiro06@gmail.com>, ²Professora Adjunta da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, Centro de Engenharias, e-mail: <mjosicleide@ufrsa.edu.br>.

Resumo: No presente trabalho objetivou-se propor alternativas ao desperdício de água em bacias sanitárias das centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFRSA), campus Mossoró-RN. Para tanto, foi necessário estimar o consumo de água das bacias sanitárias, bem como os vazamentos nestes aparelhos. O número de usuários que utilizam as centrais de aulas da instituição em epígrafe foi obtido com o auxílio do Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA). A alternativa de uso racional da água considerada neste estudo contemplou a substituição das válvulas de descarga convencional das bacias sanitárias por modelo *dual flush*. A detecção dos vazamentos nas bacias sanitárias foi realizada pelo teste da caneta. Já a economia de água gerada pela substituição das válvulas de descarga foi simulada para diferentes cenários, que englobaram uma variação no percentual de uso das bacias sanitárias de 10 a 100%, por parte dos usuários do sistema, considerando utilização de 1 ou 2 vezes ao dia. Como principais resultados, obteve-se que os vazamentos nas bacias sanitárias perfazem 92.895 L.mês⁻¹ e que a implantação do sistema *dual-flush* geraria uma economia de até 60% do consumo de água nos banheiros das centrais de aula da universidade.

Palavras-chave: Gerenciamento da demanda de água. Edificações públicas. Válvula de descarga. Economia de água.

1. INTRODUÇÃO

A água e seu uso são temas recorrentes no meio acadêmico, tanto para aprofundamento do conhecimento quanto para desenvolvimento de projetos de conscientização acerca do seu uso, que se fazem indispensáveis diante do atual cenário de escassez. Com o uso irracional, má distribuição dos recursos hídricos e a crescente poluição ambiental, a água tem se tornado cada vez mais imprópria para o consumo humano e o acesso a esse recurso natural está gradativamente mais limitado.

Apesar da quantidade de água na superfície da Terra manter-se inalterada, a disponibilidade desta em condições apropriadas para uso humano vem tornando-se menor. Fatores que vão desde a captação desse recurso, passando por sua distribuição, até o acesso ao consumidor, geram impacto sobre esse bem inesgotável, que tem seu acesso progressivamente mais difícil, não se tornando escasso, mas sim mal utilizado.

Com o crescimento populacional, a demanda por água potável aumenta, diminuindo sua disponibilidade. Dessa forma, faz-se necessário o desenvolvimento de políticas de conscientização e racionamento dos recursos hídricos, que induzam à mudança de comportamento dos usuários e, também, à implantação de tecnologias que promovam a redução do consumo.

Diante da crescente ameaça de esgotamento dos recursos hídricos, a ciência tem investido no desenvolvimento de alternativas para redução de consumo da água através de tecnologias poupadoras. É válido ressaltar que essas medidas independem das mudanças de hábitos por parte dos usuários, sendo ambas vertentes importantes, de maneira que a segunda é atrelada a fatores humanos, exigindo um tempo maior para obtenção de resultados eficientes. Visto que há grande desperdício de água no afastamento dos dejetos humanos, com relação à implantação destas tecnologias, ressalta-se a substituição de bacias sanitárias convencionais por modelos mais econômicos [1]. As bacias sanitárias são responsáveis por 14,9 a 49,8% do consumo de água de uma residência [2].

No caso de edificações públicas, que detém grande parcela do consumo de água nos centros urbanos, há uma necessidade de posicionamento por parte das instituições quanto à implantação de medidas poupadoras e incentivo na mudança de comportamento dos usuários.

A bacia sanitária é uma das maiores responsáveis pelo consumo de água em edificações. Os modelos antigos, de caixa embutida, despejam cerca de 12 L de água para o afastamento de dejetos; enquanto as bacias

convencionais, com descargas acopladas, despejam 6,8 L [3], com volume nominal de 6 L [4]. Vazamentos também são detentores de boa parte do consumo de água em instalações prediais, normalmente provocados por patologias na válvula de descarga ou na torneira de boia [5]. O desperdício pode chegar a 144 L.dia⁻¹ se o vazamento for visível [6].

Uma alternativa para o problema de excesso de água utilizado em descargas de bacias sanitárias é a implantação de um sistema de descarga com duplo acionamento (*dual flush*). Esta possui a opção de despejar apenas 3 L de água ao acionar apenas um dos botões [3], para eliminação das excretas líquidas, proporcionando assim uma economia significativa de água.

Na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró-RN, todas as bacias sanitárias possuem o sistema de descarga tradicional, com acionamento único, seja descarga embutida ou acoplada [7]. Normalmente as pessoas utilizam os banheiros da universidade apenas para urinar, desta forma, esse sistema convencional de descarga gera um desperdício considerável de água. Vale ressaltar que a detecção e correção de vazamentos também gera um forte impacto na economia de água em prédios públicos, e faz-se necessário que seja investigado na universidade em questão.

Levando em consideração que os homens normalmente utilizam os mictórios ao urinar, a substituição das válvulas de descarga convencionais por válvulas de duplo acionamento torna-se dispensável nos banheiros que possuem mictório, pois para o afastamento dos dejetos sólidos são necessários os 6L de água. No entanto, é imprescindível uma avaliação para posterior manutenção dos mictórios que se encontram em desuso, pois, neste caso, os homens deixam de usar esses aparelhos para utilizar as bacias sanitárias, gerando um desperdício significativo de água. Diante o exposto, neste trabalho o objetivo foi propor alternativas ao desperdício de água em bacias sanitárias das centrais de aulas da UFERSA, Mossoró-RN.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Vazamentos

Vazamento configura-se como fuga de água de um sistema hidráulico, seja em tubulações (conexões e tubos), componentes de utilização, reservatórios ou equipamentos. A incidência de vazamentos em sistemas hidráulicos prediais é elevada, principalmente em torneiras, bacias sanitárias, chuveiros e registros [8].

Atividades têm sido desenvolvidas a fim de reverter o quadro de desperdício de água em instalações prediais, sendo o controle de vazamentos um dos responsáveis por significativa economia nesse âmbito [5]. Os diversos tipos de vazamentos estão divididos em visíveis e não visíveis. Os visíveis podem manifestar-se quando a válvula da bacia sanitária dispara ao ser acionada, no tubo de alimentação da louça ou em forma de filetes, podendo chegar a um desperdício de água de 144 L.dia⁻¹ [6]. Os vazamentos não visíveis correspondem a uma perda diária de até 60,5 L de água para bacias sanitárias [5] e requerem a realização de testes para sua detecção.

2.2 Bacia Sanitária

De acordo com a NBR 15097 [9], a bacia sanitária é o aparelho sanitário destinado ao uso de água para fins higiênicos ou a receber dejetos humanos, podendo ser do tipo com caixa acoplada (possui sua respectiva caixa de descarga), convencional (comercializada sem o aparelho de descarga) ou integrada (um monobloco, possui a caixa de descarga integrada). Em 1993, foi definido pela NBR 12904 [10] que as descargas devem ser projetadas para despejar de 6 a 12 L por acionamento. Posteriormente, no ano de 2007, a NBR 15941 [11] reduziu o consumo das bacias sanitárias, recomendando que não ultrapassassem 6 L por acionamento.

O mercado brasileiro atendeu às exigências da norma e ofertou o sistema de descarga *dual flush*, o qual possui dois botões de acionamento: um menor que, ao ser pressionado, despeja 3 L de água para escoamento de dejetos líquidos; e um maior que, quando acionado, despeja 6 L para afastar dejetos sólidos. Bacias que antes despejavam 6 L de água para qualquer tipo de afastamento apresentaram significativa redução do consumo com a substituição pelo sistema mais moderno [3].

3. METODOLOGIA

O campus da UFERSA, localizado no município de Mossoró-RN, possui uma estrutura com diversos edifícios e construções. Dentre esses, sete edificações são centrais de aulas, que foram selecionadas como área de estudo por serem os blocos onde há maior fluxo de pessoas, refletindo em uma demanda por água mais intensa.

3.1 Detecção de vazamentos

O teste para detecção de vazamentos em bacias sanitárias deve ser efetuado, no mínimo, 30 minutos após o último uso, pois a água que normalmente fica retida na argola ou no tubo de alimentação pode escoar dentro desse intervalo de tempo e afetar os resultados do estudo, acusando um vazamento que não existe de fato [5]. No caso das bacias da universidade, que têm grande demanda de uso durante os dias da semana, o experimento foi realizado em um final de semana, para que não houvesse qualquer comprometimento na pesquisa.

Neste estudo, o teste executado para detecção de vazamentos não visíveis foi o da caneta, que consiste em secar a parede do vaso sanitário e em seguida traçar uma linha percorrendo todo o perímetro desta, aproximadamente 0,03 m abaixo da borda (Figura 1), com uma caneta solúvel em água [5]. Em caso de vazamentos, após o intervalo de pelo menos cinco minutos, há uma interrupção desta linha. Para o caso de vazamentos evidentes, foi feita uma análise visual das bacias.



Figura 1. Teste da caneta. (Autoria própria, 2019).

Para o cálculo dos vazamentos não visíveis nas bacias sanitárias foi utilizada a estimativa de Fujimoto et al. [5], no qual estima-se um desperdício de água de 60,5 L.dia⁻¹. Já para vazamentos visíveis, utilizou-se a estimativa de Gonçalves et al. [6], dividido entre filetes visíveis, vazamento no tubo de alimentação da louça e válvula disparada quando acionada, correspondendo os dois primeiros a um desperdício de 144 L.dia⁻¹ e o último, a um vazamento de 40,8 L.dia⁻¹. Para cada tipo de vazamento foi feita a multiplicação do volume de água desperdido pela quantidade de vazamentos que foram detectados.

3.2 Estimativa de consumo de água

A UFERSA carece de sistemas de micromedição, desta forma, não há conhecimento do consumo de água nas edificações. Sendo assim, foi necessário realizar uma estimativa de consumo de água nas centrais de aulas. O levantamento de alunos que utilizam as centrais de aulas deu-se através do Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA). Esse sistema tem uma opção de busca detalhada que pode ser filtrada de diversas maneiras. No estudo em questão, a busca foi filtrada de acordo com o local. Ao inserir a central desejada, o sistema disponibiliza as turmas que têm aulas ministradas ali, com os nomes de alunos matriculados em cada uma delas, através do processamento e reprocessamento da matrícula. Para cada central e horário (diurno, vespertino ou noturno) foi criada uma planilha, onde o processamento de cada turma foi disposto em seu respectivo horário. Ao terminar a lista de alunos por turno em cada central, estes foram divididos por gênero.

Neste estudo, além da avaliação do desperdício de água nas bacias sanitárias das centrais de aulas da UFERSA, campus Mossoró-RN, mediante a quantificação de vazamentos detalhado no item 3.1, é proposta a substituição das válvulas de descarga das bacias sanitárias por modelos *dual flush* como alternativa de uso racional da água. Essa alternativa foi simulada para todos os banheiros femininos das centrais de aulas e para os banheiros masculinos que não possuem mictórios. Vale destacar que essa substituição seria desnecessária nos banheiros que

possuem mictórios, pois a utilização das bacias sanitárias, nesse caso, seria para afastar dejetos sólidos, que requer 6 L de água para o arraste eficiente das excretas. Sendo assim, para essas situações, os aparelhos hidrossanitários instalados na universidade são adequados para o afastamento de dejetos sólidos.

Como os banheiros masculinos das Centrais de Aulas I e II não possuem mictórios e a simulação da substituição das válvulas foi realizada apenas nos banheiros que não possuem esse equipamento, os usuários dos banheiros masculinos destas duas centrais de aulas serão levados em consideração para o cálculo do consumo de água nos banheiros onde se propõe a implantação do sistema *dual flush*. Para estimar o consumo de água das bacias sanitárias avaliadas neste estudo, foram montados 10 cenários de consumo de água. Os usuários que foram considerados no cálculo dos cenários são as mulheres que fazem uso de todas as centrais de aulas e os homens que utilizam as Centrais de Aulas I e II.

No primeiro cenário supõe-se que 10% dos usuários utilizam a bacia sanitária uma vez ao dia. No segundo cenário, supõe-se que 30% das pessoas utilizam o banheiro uma vez ao dia para fazer uso da bacia sanitária. No terceiro, quarto e quinto cenário, a porcentagem de utilização, uma vez ao dia, é de 50, 70 e 100%, respectivamente. Nos cenários de 6 a 10 repetem-se as mesmas porcentagens dos cenários anteriores, mas com utilização das bacias duas vezes ao dia (Quadro 1).

Quadro 1. Cenários simulados

Cenário	Percentual de uso da bacia sanitária
1º	10% uma vez ao dia
2º	30% uma vez ao dia
3º	50% uma vez ao dia
4º	70% uma vez ao dia
5º	100% uma vez ao dia
6º	10% duas vezes ao dia
7º	30% duas vezes ao dia
8º	50% duas vezes ao dia
9º	70% duas vezes ao dia
10º	100% duas vezes ao dia

Os cenários de consumo foram subdivididos em subcenários. Nos cenários gerais, calculou-se o consumo, para a porcentagem em questão (Quadro 1), dada a condição atual das descargas com sistema convencional. Nos subcenários, calculou-se o consumo de água gerado pela simulação da substituição desse modelo por descargas *dual flush*. Para cálculo dos subcenários, foi considerado que 10% dos usos das bacias sanitárias seriam para fins de afastamento de dejetos sólidos, independente da porcentagem definida no cenário. A economia de água gerada pela substituição da válvula convencional pela de duplo acionamento, em uma semana, será dada através da subtração dos resultados obtidos nos cenários e nos subcenários. Para facilitar a compreensão dos resultados alcançados nos cenários e subcenários, foram utilizadas as Equações 1 a 6 e suas respectivas variáveis.

Nas Equações 1 e 2 é possível obter quantas vezes o banheiro é utilizado dentro do cenário em questão e o volume de água consumido antes da substituição da válvula.

$$N_c = \%_n \cdot n \cdot 13.674 \quad (1)$$

$$V_c = N_c \cdot 6 \quad (2)$$

Onde:

N_c = número de usos das bacias do cenário;

$\%_n$ = porcentagem referente ao cenário em questão;

n = número de vezes que os usuários utilizam o banheiro;

13674 = número semanal de usuários;

V_c = volume de água consumida no cenário;

6 = referente ao volume despejado nas descargas convencionais.

Por meio da Equação 3 obtém-se o número de usuários que utilizariam a descarga, após a substituição do sistema, para arraste de dejetos sólidos, e a Equação 4 fornece a quantidade de usuários que utilizaria a descarga para o outro fim.

$$N_{DS} = 10\% \cdot N_c \quad (3)$$

$$N_{DL} = N_c - N_{DS} \quad (4)$$

Onde:

N_{DS} = número de vezes que a descarga é acionada para limpeza de dejetos sólidos;

N_{DL} = número de vezes que a descarga é acionada para limpeza de dejetos líquidos.

Com as Equações 5 e 6, obtém-se o volume de água consumido com a substituição da válvula e, consequentemente, a economia gerada por esta substituição.

$$V_s = N_{DS} \cdot 6 + N_{DL} \cdot 3 \quad (5)$$

$$V_e = V_c - V_s \quad (6)$$

Onde:

V_s = volume de água consumido no subcenário;

V_e = volume de água economizada no cenário.

Além dos cenários listados no Quadro 1, que foram montados para obtenção do consumo de água apenas nas bacias sanitárias em que foram simuladas a substituição das válvulas, foi calculado também o consumo de água em todas as bacias sanitárias das centrais de aulas. Dessa maneira, é imprescindível que o volume de água despendido pelos homens que utilizam as bacias sanitárias das Centrais de Aulas III a VII (as que possuem mictórios), para excreção de dejetos sólidos, seja adicionado ao cálculo.

Da mesma forma que há alunos que utilizam o banheiro mais de uma vez ao dia, há também alunos que não fazem a utilização destes. Tendo posse deste conhecimento, foram criadas situações (Quadro 2) que mesclam os cenários dispostos no Quadro 1. Tomou-se como hipótese que 10% das pessoas utilizam o banheiro uma vez ao dia para excreção de dejetos sólidos. Dessa forma, esse percentual foi adicionado ao cálculo referente aos alunos do gênero masculino, que utilizam os banheiros das Centrais de Aulas III a VII.

Quadro 2. Situações de uso das bacias sanitárias

Situação	Condições
I	Cenário 1 + Cenário 6 + 10% dos homens que utilizam as Centrais de Aulas III a VII
II	Cenário 2 + Cenário 6 + 10% dos homens que utilizam as Centrais de Aulas III a VII
III	Cenário 3 + Cenário 6 + 10% dos homens que utilizam as Centrais de Aulas III a VII
IV	Cenário 2 + Cenário 7 + 10% dos homens que utilizam as Centrais de Aulas III a VII
V	Cenário 3 + Cenário 7 + 10% dos homens que utilizam as Centrais de Aulas III a VII

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sete centrais de aulas do campus da UFERSA, localizado em Mossoró, detém 108 bacias sanitárias. O quantitativo de usuários que utilizam essas bacias é apresentado na Tabela 1, dividido por central de aulas e gênero, totalizando 16.929 homens e 11.658 mulheres.

Tabela 1. Quantidades de alunos que frequentam as centrais de aulas semanalmente

Central de Aulas	Quantidade de alunos	
	Homens	Mulheres
I	879	1.234
II	1.137	1.062
III	1.268	1.856
IV	2.156	2.051
V	4.715	2.037
VI	5.314	2.040
VII	1.460	1.378
Total	16.929	11.658

4.1 Economia de água gerada pela simulação da substituição da válvula

Para obtenção dos resultados do cenário 1, aplicou-se o valor de 10% (percentual de pessoas que utilizam o banheiro para excreção de dejetos sólidos), na Equação 1, obtendo um número de 1.368 usos semanais. O volume de água despejado por estes acionamentos, obtido através da Equação 2, é de 8.208 L. Por meio da Equação 3 foi obtido o valor de 136 usos para remoção de excretas sólidas (2 botões), e aplicando esse valor na Equação 4, sabe-se que as bacias foram utilizadas 1.232 vezes para excreção de dejetos líquidos (1 botão).

Para estimar o volume resultante do consumo gerado pelo subcenário da ativação de cada botão (3 ou 6 L) de forma adequada, fez-se uso da Equação 5, que fornece um valor de 4.512 L de água. Com isso, através da Equação 6, calculou-se o volume de água que é economizado neste cenário. Os demais cenários foram calculados de maneira análoga e um resumo dos resultados obtidos encontra-se disposto na Tabela 2. A substituição da descarga convencional pelo sistema *dual flush* geraria, no cenário 1, uma economia semanal de 3.696 L de água, equivalente a 45% do consumo, proporcionando uma redução de 55% (Tabela 3).

Tabela 2. Resultados obtidos nos cenários

Cenário	Equações					
	1 (usos)	2 (L)	3 (usos)	4 (usos)	5 (L)	6 (L)
1º	1.368	8.208	136	1.232	4.512	3.696
2º	4.103	24.618	410	3.693	13.539	11.079
3º	6.837	41.022	683	6.154	22.560	18.462
4º	9.572	57.432	957	8.615	31.587	25.845
5º	13.674	82.044	1.368	12.306	45.126	36.918
6º	2.736	16.410	274	2.462	7.383	9.027
7º	8.206	49.230	821	7.385	27.078	22.152
8º	13.674	82.044	1.368	12.306	45.126	36.918
9º	19.144	114.864	1.915	17.299	63.177	51.687
10º	27.348	164.088	2.735	24.613	90.246	73.842

Nota: 1 - número de usos das bacias do cenário, 2 - volume de água consumida no cenário, 3 - número de vezes que a descarga é acionada para limpeza de dejetos sólidos, 4 - número de vezes que a descarga é acionada para limpeza de dejetos líquido, 5 - volume de água consumido no subcenário, 6 - volume de água economizada no cenário.

O cálculo dos demais cenários foi realizado de maneira análoga, conforme as condições de contorno apresentadas no Quadro 1. Após a realização das simulações, foi possível determinar a economia semanal, mensal e anual, para cada cenário, dada pela substituição da válvula de descarga, dispostos na Tabela 3.

Tabela 3. Economia de água gerada a partir da substituição da válvula

Percentual de uso	Usos por dia	Cenário	Economia gerada (L)			δ_r (%)
			Semanalmente	Mensalmente	Anualmente	
10%	1	1º	3.696	15.841	190.093	55
	2	6º	7.383	31.644	379.722	55
30%	1	2º	11.079	47.485	569.815	55
	2	7º	22.152	94.943	1.139.322	55
50%	1	3º	18.469	79.158	949.898	55
	2	8º	36.918	158.231	1.898.767	55
70%	1	4º	25.846	110.776	1.329.311	55
	2	9º	63.177	270.777	3.249.319	55
100%	1	5º	36.918	158.231	1.898.767	55
	2	10º	90.246	386.794	4.641.532	55

Nota: δ_r representa o fator de redução de consumo

Somando os homens que utilizam os banheiros das Centrais de Aulas III a VII, dispostos na Tabela 1, tem-se o valor 1.492 pessoas, que perfazem 1.492 usos semanais, despejando 6 L de água por acionamento. Tendo posse deste resultado, calculou-se o volume de água despendido pelas bacias sanitárias em todas as centrais de aulas da UFERSA, realizada ou não a implantação do sistema *dual flush* (Tabela 4).

Tabela 4. Quantidade de água consumida pelas descargas com sistema *dual flush*

Situação	Condições	Volume de água despendido semanalmente (L)		δ_r (%)
		Sistema <i>dual flush</i>	Sistema convencional	
I	Cenário 1 + Cenário 6 + 10% dos homens que usam as Centrais III a VII	20.031	33.570	60
II	Cenário 2 + Cenário 6 + 10% dos homens que usam as Centrais III a VII	27.414	49.974	55
III	Cenário 3 + Cenário 6 + 10% dos homens que usam as Centrais III a VII	34.804	66.384	52
IV	Cenário 2 + Cenário 7 + 10% dos homens que usam as Centrais III a VII	42.183	82.794	51
V	Cenário 3 + Cenário 7 + 10% dos homens que usam as Centrais III a VII	49.573	99.204	50

Nota: δ_r representa o fator de redução de consumo

Analisando a Tabela 3, observa-se que, independente do cenário, a redução de consumo é a mesma, pois o fator de redução mantém-se inalterado em todos os cenários, ou seja, tratando-se somente das bacias que terão sua válvula substituída, o impacto da redução do consumo de água, por bacia sanitária, é de 55%. Estendendo o cenário a todos os alunos que utilizam as centrais de aulas, a redução do consumo de água varia de acordo com o uso. Perfazendo uma redução de 50% num cenário mais pessimista e de 60% num cenário mais otimista.

4.2 Vazamentos

Ao analisar as 108 bacias sanitárias, dos banheiros femininos e masculinos das Centrais de Aulas I a VII, não foram detectados vazamentos provenientes da válvula ao ser acionada. No entanto 33% das bacias apresentaram demais vazamentos, sendo 10 de filetes visíveis, 25 de filetes não visíveis e 1 vazamento no tubo de alimentação (Tabela 5).

Tabela 5. Tipos de vazamentos verificados por central de aulas

Central de Aulas	Tipos de vazamentos		
	Filetes visíveis	Filetes não visíveis	Vazamento no tubo de alimentação
I	3	-	-
II	1	2	-
III	-	3	-
IV	1	5	-
V	3	2	-
VI	2	5	1
VII	-	8	-
Total	10	25	1

No caso dos filetes visíveis, ao tentar riscar a parede da bacia, o bico da caneta molhava e impossibilitava que se completasse o perímetro do risco (Figura 2).



Figura 2. Detecção de vazamentos visíveis. (Autoria própria, 2019).

No que diz respeito à economia de água gerada com o reparo dos vazamentos detectados nas bacias sanitárias das centrais de aulas, foi observado que, com seu reparo, haveria economia de 92.895 L.mês⁻¹ (Tabela 6). Para a condição atual das bacias das centrais de aulas da UFERSA, na qual o sistema de descarga ainda é o convencional, o reparo dos vazamentos geraria uma economia significativa. Para uma situação pessimista, como a situação V (Tabela 4), a água economizada supriria 21,85% do volume demandado pelas bacias. Já em um quadro intermediário (situação III da Tabela 4), a água poupada com a correção dos vazamentos corresponde a 32,65% do volume despejado pelas bacias sanitárias.

Tabela 6. Volume desperdiçado pelos vazamentos

Central de Aulas	Volume de água (L)		
	Diariamente	Semanalmente	Mensalmente
I	432,0	3.024,0	12.960,0
II	265,0	1.855,0	7.950,0
III	181,5	1.270,5	5.445,0
IV	446,5	3.125,5	13.395,0
V	553,0	3.871,0	16.590,0
VI	734,5	5.141,5	22.035,0
VII	484,0	3.388,0	14.520,0
Total	3.096,5	21.675,5	92.895,0

Para o caso de substituição do sistema de descargas pelo modelo *dual flush*, utilizando-se da situação mais pessimista de consumo (situação V da Tabela 4), o volume de água economizado com o reparo dos vazamentos supriria 43,73% da água demandada pelos alunos que utilizam as centrais de aulas da universidade. Apropriando-se de uma situação intermediária (situação III da Tabela 4), a quantidade de água desperdiçada mensalmente pelos vazamentos das bacias sanitárias supriria 62,28% do consumo mensal das descargas das centrais de aulas.

Em um estudo realizado por Botasso et al. [12], verificou-se que os alunos da UFBA consomem 30 L.dia⁻¹ de água. Apropriando-se desse consumo *per capita* para a UFERSA e sabendo que 2.113 alunos utilizam a Central de Aulas I, por exemplo, isso resultaria em um consumo de 63.390 L.semana⁻¹. Dessa forma, a correção dos vazamentos das bacias sanitárias, na universidade contemplada neste estudo, supriria 34,19% da água utilizada pelos alunos da central de aulas mencionada.

Remetendo novamente aos cenários (Quadro 1), e remetendo às situações III e V (Tabela 4), pode-se obter o impacto gerado pela correção dos vazamentos unido à substituição das válvulas. Para a situação III, o gasto de água atualmente é de 66.384 L semanais, a substituição da válvula de descarga pelo sistema *dual flush* geraria economia de 31.580 L, que somado aos 21.675,5 L economizados pela correção dos vazamentos, equivale a uma redução de 60% do consumo. Já trabalhando a situação V, na qual o consumo é de 99.204 L.semana⁻¹, a economia de 49.631 L gerada pela substituição do sistema de descarga somada ao volume poupado pelo reparo dos vazamentos, corresponde a uma diminuição de 59% do consumo atual de água dos banheiros das centrais de aulas da UFERSA.

5. CONCLUSÕES

Existe um potencial significativo de economia água gerado tanto pela correção de vazamentos quanto pela substituição das válvulas de descarga convencionais por modelo *dual flush*. No que diz respeito ao consumo, a substituição do sistema gera uma redução de 45% da água despendida nas bacias em que foi simulada a troca. Contudo em cenários mais dinâmicos, que levam em consideração o consumo de todas as bacias sanitárias, a redução varia entre 50% num cenário mais pessimista e 60% num cenário mais otimista. Com relação aos vazamentos, mesmo em seu cenário mais pessimista, fica constatado que cerca de 60% do consumo das bacias sanitárias, após a implantação do sistema *dual flush*, poderia ser suprido apenas com a correção desses vazamentos.

Evidencia-se o grande potencial de redução de consumo hídrico que não está sendo praticado pela universidade, sendo o reparo de vazamentos e a troca de válvula fáceis de executar. Além disso, salienta-se a necessidade da adoção de outras alternativas que estimulem o uso racional da água no campus, a exemplo da instalação de hidrômetros nas edificações e campanhas educativas. Ressalta-se que, apesar da universidade não pagar diretamente pelo consumo de água, é imprescindível que a instituição tome medidas socioambientais, tanto para fins de economia direta, quanto para incentivo dos discentes a adotar a mesma postura.

6. REFERÊNCIAS

- [1] BARROS, M. B.; RUFINO, I. A. A.; MIRANDA, L. I. B. Mecanismos poupadores de água como suporte ao planejamento urbano. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 21 n.1 Porto Alegre, p. 251 – 262, jan./mar. 2016.
- [2] ILHA, Marina S. O.; GONÇALVES, O. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, O. B. Avaliação do desempenho das bacias sanitárias de volume de descarga reduzido quanto a remoção de transporte de sólidos. **Ambiente construído ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. 47-61, v 2, n 4, Out-Dez, 2002, Porto Alegre - RS.
- [3] DEBOITA, M.; BACK, N. **Consumo de água em bacias sanitárias com a utilização de descarga de duplo acionamento: estudo de viabilidade econômica**. UNESC: Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina. 2014.
- [4] CAMPOS, F. C. A. **Economia de água em edifícios: avaliação da economia de água através da utilização de válvulas de descarga com dispositivo limitador de fluxo**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo. 2007.
- [5] FUJIMOTO, R. K.; NUNES, S. S.; ILHA M. S. O. **Análise dos testes de detecção de vazamentos em bacias sanitárias**. IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Foz do Iguaçu – PR. Maio 2002.
- [6] 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 ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. 35-48, v. 5, n. 3, Jul/Set, 2005, Porto Alegre - RS.
- [7] DIAS, N. S.; ALENCAR, R. D.; PORTO, V. C. N.; CAMACHO, R. G. V.; VASCONCELOS, C. B. L.; MORAIS, M. A.; SILVA, J. F.; OLIVEIRA, A. M. **Agroecologia: Recursos Hídricos e Políticas Públicas no Semiárido**, v 2, cap. 8, p 702-709. Mossoró – RN. 2016.
- [8] OLIVEIRA, F. R. G. **Consumo de água e percepção dos usuários para uso racional de água em escolas estaduais de Minas Gerais**. FECIV – Faculdade de Engenharia Civil, Uberlândia, 2013.
- [9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15097-1: Aparelho sanitário de material cerâmico: requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2011.
- [10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12904: Válvula de descarga**. Rio de Janeiro, 1993.
- [11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15941: Caixa acoplada para limpeza de bacias de louças sanitária – Requisitos e métodos**. Rio de Janeiro, 2010.
- [12] BOTASSO, A. M.; LOUREIRO, E. M. M.; DIAS, P. C.; **Gestão da água na área I do Campus São Carlos – USP: Relatório final**. SHS 0382 – Sustentabilidade e gestão ambiental. USP – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.