

Análise da disponibilidade e demanda de água cinza no pavilhão de aulas da Universidade Federal de Viçosa, Campus Rio Paranaíba-MG

Renata Cristina Mendonça†, Khristyan Lenner de Andrade Soares†, Lineker Max Goulart Coelho†

Resumo

O medo do possível esgotamento de água apropriada ao consumo tem levado a população a buscar meios de reduzir e controlar o uso desregrado. Assim, surgem novas alternativas para evitar o uso de água potável para finalidades menos nobres, como a coleta e o tratamento de água cinza com vistas à sua reutilização. Portanto, este trabalho objetiva analisar a disponibilidade e a demanda de água cinza no Pavilhão de Aulas da Universidade Federal de Viçosa – Campus de Rio Paranaíba, bem como estimar os volumes dos reservatórios e do sistema de tratamento. Foram estimados os consumos de água potável na limpeza de pátios e nas descargas dos sanitários, além do volume de água cinza que é gerado diariamente. A partir desses dados foi possível dimensionar os reservatórios e o volume de água cinza a ser tratado. Os resultados indicaram que ao se atender parte da demanda da edificação é possível gerar uma economia mensal de 66 m³ de água potável.

Palavras-chave

Água Cinza; Reuso; Usos não potáveis.

Analysis of the availability and demand of gray water in the Pavilhão de Aulas of the Federal University of Viçosa, Campus Rio Paranaíba-MG

Abstract

The fear of the possible depletion of water suitable for consumption has led people to look for ways to reduce and control the rampant use. Thus, there are new alternatives to avoid the use of water for less noble purposes, such as the collection and treatment of gray water for reuse. Therefore, this study aims to analyze the availability and demand of gray water in the Lecture Pavilion of the Federal University of Viçosa - Campus Rio Paranaíba, as well as estimate the volumes of the reservoirs and treatment system. Drinking water consumption in cleaning yards and in the toilets discharges were estimated. In addition the volume of gray water daily generated was also determined. From these data it was possible to design the reservoirs and the volume of gray water to be treated. The results indicated that by providing gray water to supply part of the water demand of the building it is possible to save 66 cubic meters of drinking water per month.

Keywords

Gray Water; Water Reuse; Non-potable uses.

I. INTRODUÇÃO

Embora o Brasil seja um país considerado privilegiado por possuir grandes bacias hidrográficas, que cobrem 72% do território nacional, representando aproximadamente 14% das águas doces do planeta, o país sofre com problemas de diagnóstico, avaliação estratégica e gestão de seus recursos hídricos em virtude da concentração populacional em áreas com pouca disponibilidade hídrica [1].

De fato, por décadas a utilização dos recursos hídricos foi feita sem que se preocupasse com sua renovação e uso consciente. Mas, com o atual cenário mundial, em que há um crescimento populacional acelerado, a demanda por recursos hídricos se elevou juntamente com a poluição das águas.

Assim, despertou-se a atenção para as questões ambientais, que têm tomado relevante importância.

Essa necessidade de responsabilidade social e ambiental vem forçando a sociedade a repensar a forma com que utiliza e gerencia os recursos hídricos ante a existência da consciência de que tais recursos podem ter sua disponibilidade comprometida quantitativamente e qualitativamente.

A água é um recurso esgotável. Devido ao déficit que surge ao usá-la de forma irracional e com desperdícios, faz-se necessário que o homem estabeleça uma relação diferente com tal recurso. É nesse âmbito que se inserem as políticas de conscientização da sociedade e investimentos em estudos que possam revelar alternativas de reaproveitamento de

†Universidade Federal de Viçosa

E-mail: renatta.mend@gmail.com; khristyan_lenner@hotmail.com; Linekermail@gmail.com;

Data de envio: 18/07/2016

Data de aceite: 16/09/2016

<http://dx.doi.org/10.18226/23185279.v4iss2p98>

água.

Segundo [2] as ações de economia de água são focadas em níveis, são eles: “macro”, “meso”, e “micro”. Em nível “macro” as ações são pertinentes a grandes sistemas ambientais e bacias hidrográficas. No nível “meso”, as ações são respectivas aos sistemas públicos de abastecimento de água e coleta de esgoto. Por último e não menos importante, as ações em nível “micro” que se concentram sobre as edificações. Esses níveis podem ser encontrados e relacionados no habitat humano, como é o exemplo da diminuição da demanda no abastecimento das edificações devido à sua conservação da água. Tal conservação, além de estender o alcance temporal do sistema de abastecimento, reduz os volumes de esgotos gerados, amenizando os impactos ambientais.

Nesse contexto, a captação de água de chuva e o reuso de água cinza para fins menos nobres são alternativas cada vez mais viáveis de serem aplicadas. Isso porque a substituição de parte da água potável utilizada em residências, áreas comerciais e industriais acaba por diminuir a demanda sobre os mananciais.

O crescente interesse pelo tema “Reuso de Água Cinza”, faz com que a busca por soluções alternativas que irão diminuir a demanda de água tratada e evitar uma possível escassez se tornem indispensáveis. Sendo assim, o presente trabalho irá estudar a possibilidade de reuso no pavilhão de aulas (PVA) da Universidade Federal de Viçosa/ Campus de Rio Paranaíba (UFV/CRP), através das estimativas de produção e demanda da edificação. Por meio desses valores serão determinados os volumes de água a serem tratadas e armazenadas.

A. Material e Métodos

O pavilhão de aulas da UFV Campus CRP está localizado na Rodovia MG 230, Km 7, Rio Paranaíba-MG. É uma edificação de dois pavimentos, que além de salas de aula, laboratórios, lanchonete, entre outros, possui em suas dependências:

- 2 vestiários;
- 4 banheiros coletivos;
- 6 banheiros com acessibilidade para pessoas com deficiência física;
- 4 depósitos de material de limpeza (DML);
- e
- 2 banheiros de professores.

As Figuras 1 e 2 mostram respectivamente, a localização em planta do PVA e a imagem aérea deste.

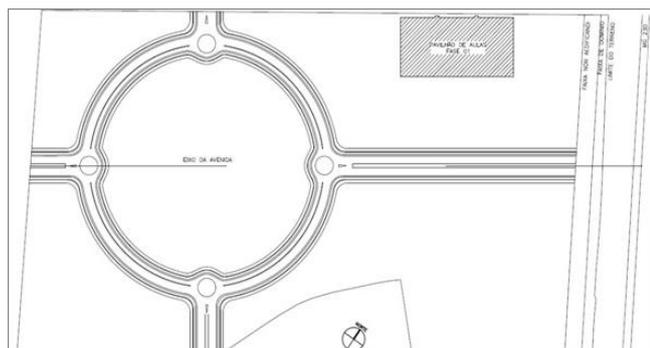


Fig. 1: Localização em planta do PVA



Fig. 2: Pavilhão de aulas UFV/CRP [3]

Para avaliar o consumo de água cinza no pavilhão de aulas, considerou-se o estudo desenvolvido por Costa (2015). Durante o período de 12/09/2015 a 24/10/2015 foram instalados hidrômetros nas torneiras utilizadas para a lavagem dos pátios, como pode ser visto na Figura 3, e ao final de cada dia os valores eram anotados.

Obtidos os dados, foi calculada a média de consumo para cada dia da semana para se auferir a demanda diária de água para a limpeza.

Para o cálculo do volume de água de reuso consumida pelas descargas foram adotados os valores sugeridos por [4] relativos a frequência, tempo de uso e consumo médio das bacias sanitárias.

Multiplicada a média de consumo diária pelo número de usuários obteve-se uma estimativa do volume de água cinza necessário para atender a demanda de descargas diárias.



Fig. 3: Quantificação da demanda de água de reuso

No pavilhão de aulas, a água cinza é gerada por lavatórios, chuveiros, bebedouros e tanques. Desse modo, para se quantificar a produção total na edificação foi necessário estimar o consumo diário de água por aparelho fornecedor.

Assim, os usuários foram separados em três grupos, sendo: alunos, em número de 1.711, funcionários e professores – juntos totalizando 200 pessoas.

Os cálculos foram baseados em dois estudos de casos. O primeiro, realizado por [5], em Vitória-ES e, o segundo, por [4] em Florianópolis-SC. Entretanto, para a realização de tal estimativa, foram feitas algumas considerações:

- O número de usuários dos bebedouros e lavatórios é igual a 60% do número de alunos que frequentam o prédio;
- São poucos os funcionários que utilizam o tanque ou tomam banho no prédio;
- O banheiro de professores é pouco frequentado;
- O coeficiente de retorno dos bebedouros é igual a 0,1, ou seja, 90% da água são ingeridas pelos usuários e apenas 10% são água cinza;

- Para os demais aparelhos o coeficiente de retorno é igual a 95%.

O dimensionamento do reservatório foi realizado por meio dos dados da produção de água cinza e de água de reuso para consumo. Considerou-se que o mesmo deveria ter capacidade de armazenamento suficiente em um dia para que a água pudesse ser utilizada no dia posterior.

Do volume total do reservatório, 60% devem ser armazenados no reservatório inferior e 40% encaminhados ao reservatório superior por intermédio de um sistema elevatório.

Para garantir que não falte água no sistema, foi necessário a instalação de um eletrônível para abastecer a caixa d' água com água potável caso não haja produção suficiente de água cinza.

II. RESULTADOS

A Tabela 1 é o resultado do levantamento realizado por [6]. As colunas “Difer.” representam a diferença entre um dia de leitura do hidrômetro e a leitura do dia posterior, ou seja, o consumo diário de água por cada torneira do pátio.

Com os valores de consumo de cada aparelho, foi possível estimar a quantidade de água cinza que é gerada no pavilhão de aulas, o que pode ser visto na Tab. 2.

Através dos dados de produção e demanda percebeu-se que a geração de águas cinza superava em grande quantidade o volume de água de reuso necessário para a limpeza do pátio, conforme observado na Tab. 3.

Tab. 1: Levantamento do consumo de água para lavagem de piso [6]

Térreo						Superior					
Data		Hid.1	Difer.	Hid. 2	Difer.	Data		Hid.1	Difer.	Hid. 2	Difer.
12/set	5 ^a	326059	115	13305	14	14/out	4 ^a	331208	44	13534	6
13/set	6 ^a	326174	502	13319	30	15/out	5 ^a	331252	63	13540	5
16/set	2 ^a	326676	37	13349	6	16/out	6 ^a	331315	322	13545	11
17/set	3 ^a	326713	44	13355	9	17/out	2 ^a	331637	16	13556	5
18/set	4 ^a	326757	78	13364	5	18/out	3 ^a	331653	23	13561	6
19/set	5 ^a	326835	108	13369	5	19/out	4 ^a	331676	82	13567	5
20/set	6 ^a	326943	778	13374	40	20/out	5 ^a	331758	77	13572	6
23/set	2 ^a	327721	104	13414	13	21/out	6 ^a	331835	438	13578	25
24/set	3 ^a	327825	92	13427	10	22/out	2 ^a	332273	61	13603	5
25/set	4 ^a	327917	126	13437	17	23/out	3 ^a	332334	50	13608	5
26/set	5 ^a	328043	-	13454	-	24/out	4 ^a	332384	-	13613	-

Fonte: Costa (2015)

Tab. 2: Estimativa de consumo de água no PVA

Aparelho	Frequência Média (vezes/dia)	Tempo Médio (s/vez)	Consumo Médio (L/dia.pessoa)	Nº usuários	Produção Água Cinza (L/dia)
<i>Alunos</i>					
Bebedouro	1,55	5,02	0,19	1026	19,5
Lavatório	3,17	10,26	2,91	1026	2836,38
<i>Funcionários</i>					
Tanque	0,36	16,67	1,69	15	24,08
Chuveiro	0,1	600	10	15	142,5
<i>Professores</i>					
Lavatório	3,17	10,26	2,91	5	13,82
TOTAL					3036,28

Visto que a geração de água cinza poderia atender as torneiras para lavagem de pátio e ainda restaria um saldo considerável, avaliou-se a possibilidade de reutilizar o efluente tratado nas descargas dos banheiros. Portanto, foi feita a estimativa do consumo de água nas bacias sanitárias do PVA, como ilustra a Tab. 4.

O volume do reservatório foi calculado de forma a armazenar água suficiente para o dia de limpeza, que representa o dia de maior consumo, como também, estocar água para as descargas.

Primeiramente, avaliou-se a possibilidade de reutilizar a água tratada para atender todas as torneiras e descargas do PVA. Chegou-se a conclusão que não seria possível, pois a produção total de água cinza fora insuficiente para tal demanda. O que pode ser verificado na Tab. 5.

Tab. 3: Demanda e produção de água cinza

Dias da Semana	Volume de Água (L)	Produção Total de Água Cinza (L/dia)
2ª	30,875	3036,276
3ª	29,875	3036,276
4ª	45,375	3036,276
5ª	49,125	3036,276
6ª	268,25	3036,276
TOTAL	423,5	15181,38

Tab.4: Estimativa de consumo de água cinza para descargas

Atividade	Freq. Média (vezes/dia)	Consumo Médio (L/dia.pessoa)	Nº	Demanda AC (L/dia)
<i>Alunos</i>				
Descarga	1,25	7,5	1026	7695
TOTAL				7695

Tab. 5: Estimativa de consumo para atender todas as descargas e torneiras

Dia	Volume Água (L)	Produção Total AC (L)	Déficit	Saldo
2ª	7719,7	3036,3	-4683,4	-
3ª	7718,9	3036,3	-4682,6	-
4ª	7731,3	3036,3	-4695,0	-
5ª	7734,3	3036,3	-4698,0	-
6ª	7909,6	3036,3	-4873,3	-
TOTAL			-23632,4	0
Déficit AC (L)			-23632,42	

Sabendo que a demanda de água cinza fora insuficiente para atender 100% das torneiras e descargas, optou-se por tentar usar a água cinza excedente da limpeza de pátio em apenas 40% das descargas.

Mais uma vez, os cálculos mostraram que não seria possível. Mesmo reduzindo em 60% o número de descargas, o volume de água cinza produzida seria insuficiente, como mostra a Tab. 6.

Por tentativas, verificou-se que seria possível atender as torneiras e mais 38% das descargas, ou seja, o sistema abastece, além das torneiras do pátio, mais doze bacias com válvula de descarga, de um total de trinta e duas. Desta forma, seriam atendidas oito bacias no sanitário feminino e quatro no sanitário masculino, todas localizadas no pavimento térreo.

Tab. 6: Estimativa para atender as torneiras e 40% das descargas

Dia	Volume de Água (L)	Produção Total AC(L)	Déficit	Saldo
2ª	3102,7	3036,3	-66,4	-
3ª	3101,9	3036,3	-65,6	-
4ª	3114,3	3036,3	-78,0	-
5ª	3117,3	3036,3	-81,0	-
6ª	3292,6	3036,3	-256,3	-
TOTAL			-547,42	0
Déficit AC (L)			-547,42	

Com o valor encontrado, das treze bacias dos sanitários coletivos do térreo, apenas uma não seria abastecida com água de reuso. Entretanto, como foram considerados valores médios a favor da segurança, justifica-se atender a todas as descargas com o sistema de distribuição de água cinza (oito no sanitário feminino e cinco no sanitário masculino).

A partir dos valores calculados para volume de água e produção total de água cinza e utilizando da metodologia de déficits e excedentes, obteve-se o volume de água cinza a ser tratado e o volume do reservatório. A Tb. 7 ilustra os resultados.

Tab. 7: Estimativa para atender as torneiras e 38% das descargas

Dia	Volume de Água (L)	Produção Total de AC (L)	Déficit	Saldo
2ª	2948,8	3036,3	-	87,5
3ª	2948	3036,3	-	88,3
4ª	2960,4	3036,3	-	75,9
5ª	2963,4	3036,3	-	72,9
6ª	3138,7	3036,3	-102,4	-
TOTAL			-102,4	324,5
Saldo AC (L)			222,08	

Considerou-se um fator de segurança de 1,2 para o reservatório. Com isso, o valor encontrado para o volume final de água de reuso a ser armazenada foi de 3766 litros.

Para o volume diário de água cinza a ser tratada fora considerada a média da demanda diária deste insumo, resultando em cerca de 3 m³/dia.

A Tabela 8 demonstra o volume total do reservatório, a sua divisão entre os reservatórios inferior e superior, e o volume de água cinza a ser tratada diariamente.

Tab. 8: Volume dos reservatórios de água de reuso

Volume do Reservatório (L)	3138,7
Volume Adotado (fs=1,2) (L)	3766
Reservatório inferior (L)	2259,6
Reservatório superior (L)	1506,4
Volume AC a ser tratado (L/dia)	2991,86

O reservatório superior escolhido fora uma caixa d'água em polietileno, com capacidade para 2000 litros, apoiada através de um suporte, 60 cm acima da laje do PVA.

Já para o reservatório inferior a opção fora por uma cisterna vertical em polietileno, com capacidade para 2500 litros.

III. CONCLUSÕES

A falta de abastecimento de água, devido ao mau uso, vem preocupando a sociedade. Assim, surgem as políticas de conscientização, produtos são desenvolvidos e tecnologias são estudadas, tudo para evitar este cenário.

A água cinza é uma fonte alternativa para os períodos em que houver escassez ou aumento do preço do insumo. Entretanto, deve-se atentar para os cuidados a tomar no reuso de tais águas, como a sua qualidade, a fim de evitar qualquer tipo de contaminação. Inclusive, todos os pontos em que essa água é ofertada devem ser sinalizados.

Este trabalho foi desenvolvido com intuito de estimar o volume de água cinza gerado pelos lavatórios, chuveiros, tanques e bebedouros do Pavilhão de Aulas da UFV/CRP. Através da produção de água cinza, avaliou-se a economia que o sistema geraria com a água tratada sendo reutilizada nas descargas e limpezas de pátio. Além disso, foram calculados os volumes de água cinza a serem tratadas e armazenadas.

É importante lembrar que preservar um recurso indispensável para a vida humana não deve ser pensado apenas pelo ponto de vista econômico. As políticas de incentivo para difundir e tornar essas práticas cada vez mais comuns devem possibilitar que as construções sejam cada vez mais sustentáveis.

IV. BIBLIOGRAFIA

- [1] BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. Águas do Brasil: análises estratégicas. São Paulo, Instituto de Botânica, 2010. Disponível em: <http://www.ianas.org/books/aguas_do_brasil_Final_02_opt.pdf>. Acesso em 10 jul. 2015.
- [2] SANTOS, D. C. et al. Hierarquização de medidas de conservação de água em edificações residenciais com o auxílio de análises multicritério. Ambiente Construído, v.6, n.1, p.31-47, 2006. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/3678/2044>>. Acesso em: 31 maio. 2015
- [3] QUIRINO, L. Pavilhão de Aulas do Campus UFV-Rio Paranaíba é abraçado. .2015. 1 fotografia, color. Disponível em: <https://www2.dti.ufv.br/ccs_noticias/scripts/exibeNoticia2.php?codNot=20840>. Acesso em: 07 jul. 2015.
- [4] MARINOSKI, A.K. Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC. 2007. Slide.
- [5] BAZZARELLA, B. B. “Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edificações”. 2005. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. Disponível em: <http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_6573_Bazzarella_BB_2005.pdf>. Acesso em 15 jun. 2015.
- [6] COSTA, A. L. F. “Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de água de chuvas para o pavilhão de aulas da UFV Campus Rio Paranaíba”. 2015.