



## Análise da disponibilidade e demanda de água cinza no pavilhão de aulas da Universidade Federal de Viçosa, *Campus Rio Paranaíba-MG* Renata Cristina de Mendonça <sup>1</sup>, Khristyan L. A. Soares <sup>2</sup>, Lineker Max Goulart Coelho<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Viçosa – *Campus Rio Paranaíba* ([renatta.mend@gmail.com](mailto:renatta.mend@gmail.com))

<sup>2</sup> Universidade Federal de Viçosa – *Campus Rio Paranaíba* ([khristyan\\_lenser@hotmail.com](mailto:khristyan_lenser@hotmail.com))

<sup>3</sup> Universidade Federal de Minas Gerais ([linekermax@yahoo.com.br](mailto:linekermax@yahoo.com.br))

### 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. Com isso, surgem novas alternativas para evitar o uso de água potável para finalidades menos nobres, uma delas é a coleta e tratamento de águas cinzas com vistas à sua reutilização. Portanto, este trabalho objetiva analisar a disponibilidade e demanda de água cinza no Pavilhão de Aulas da Universidade Federal de Viçosa – *Campus de Rio Paranaíba*, assim 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 m<sup>3</sup> de água potável.

Palavras-chave: Águas cinzas, Reuso, Usos não potáveis.

Área Temática: Águas Residuárias

## **Analysis of the availability and demand of greywater in the “Pavilhão de Aulas” of Viçosa Federal University, 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 graywater for reuse. Therefore, this study aims to analyze the availability and demand of greywater in the “Pavilhão de Aulas” 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 graywater to supply part of the water demand of the building it is possible to save 66 cubic meters of drinking water per month.*

*Key words:* *Graywater, Water Reuse, Non-potable uses.*

*Theme Area:* *Wastewater*



## 1 Introdução

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 tem tomado relevante importância.

Esta 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.

Ao considerar a água 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 água.

Segundo Santos *et al.* (2006) 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 águas cinzas 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 Águas Cinzas”, 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 de águas cinzas 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 foram determinados os volumes de água a serem tratadas e armazenadas.

## 2 Metodologia

### Quantificação da demanda de água de reuso cinza

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 se vê na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, e ao final de cada dia os valores eram anotados.

Obtidos os dados, fora 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 consultada a tabela de Marinoski (2007). Nesta tabela foi possível obter as médias de: frequência, tempo de uso e consumo médio das bacias sanitárias.



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

Figura 1 – Quantificação da demanda de água de reuso



### Quantificação da produção de água cinza

No pavilhão de aulas, a água cinza é gerada por lavatórios, chuveiros, bebedouros e tanques, deste modo, foi necessário estimar o consumo diário de água por aparelho fornecedor.

Os usuários foram separados em três grupos, sendo: alunos, em número de 1.711, funcionários e professores – ambos totalizando o número de 200 pessoas.

Os cálculos foram baseados em dois estudos de casos. O primeiro, realizado por Bazzarella (2005), em Vitória e, o segundo, por Marinoski (2007) em Florianópolis. 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 águas cinzas;
- Para os demais aparelhos o coeficiente de retorno é igual a 95%.

### Sistema de armazenamento de água de reuso

O dimensionamento do reservatório foi realizado por meio dos dados da produção de água cinza e de água de reuso para consumo.

O reservatório deve ter capacidade de armazenamento de água suficiente em um dia para que ela possa 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, será necessário um eletrônico para abastecer a caixa d' água com água potável caso não haja produção suficiente de águas cinzas.

## 3 Resultados

### Dimensionamento dos reservatórios

A Tabela 1 é o resultado do levantamento realizado na Universidade por Costa (2015). 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.



## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 05 a 07 de abril de 2016

Tabela 1 - Levantamento do consumo de água para lavagem de piso

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

Fonte: Costa (2015)

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

Tabela 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)
<b>Alunos</b>					
Bebedouro	1,55	5,02	0,19	1026	19,5
Lavatório	3,17	10,26	2,91	1026	2836,38
<b>Funcionários</b>					
Tanque	0,36	16,67	1,69	15	24,08
Chuveiro	0,1	600	10	15	142,5
<b>Professores</b>					
Lavatório	3,17	10,26	2,91	5	13,82
<b>TOTAL</b>					<b>3036,28</b>

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. A Tabela 3 retrata este fato.

Tabela 3 - Demanda e produção de água cinza

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



## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 05 a 07 de abril de 2016

Visto que a geração de águas cinzas 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. Portanto, foi feita a estimativa do consumo de água nas bacias sanitárias do PVA, como ilustra a Tabela 4.

Tabela 4 - Estimativa de consumo de águas cinzas para descargas

Atividade	Frequência Média (vezes/dia)	Tempo Médio (s/vez)	Consumo Médio (L/dia.pessoa)	Nº usuários	Demanda Água Cinza (L/dia)
<i>Alunos</i>					
Descarga	1,25	-	7,5	1026	7695,0
<b>TOTAL</b>					<b>7695,0</b>

O volume do reservatório fora 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 águas cinzas fora insuficiente para tal demanda. Isso pode ser verificado na Tabela 5.

Tabela 5 - Estimativa de consumo para atender todas as descargas e torneiras

Dias da Semana	Volume de Água(L)	Produção Total Águas cinzas (L)	Déficit	Saldo
2 <sup>a</sup>	7719,7	3036,276	-4683,424	-
3 <sup>a</sup>	7718,9	3036,276	-4682,624	-
4 <sup>a</sup>	7731,3	3036,276	-4695,024	-
5 <sup>a</sup>	7734,3	3036,276	-4698,024	-
6 <sup>a</sup>	7909,6	3036,276	-4873,324	-
<b>TOTAL</b>			-23632,42	0
<b>Déficit AC (L)</b>				<b>-23632,42</b>

Sabendo que a demanda de águas cinzas 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, pois mesmo reduzindo em 60% o número de descargas, ainda assim o volume de água cinza produzida é insuficiente, como mostra a Tabela 6.

Verificou-se, então, que seria possível atender as torneiras e mais 38% das descargas, ou seja, o sistema atende além das torneiras, 12 bacias com válvula de descarga de um total de 32. Desta forma, seriam atendidas 8 bacias no sanitário feminino e 4 no sanitário masculino, todas localizadas no pavimento térreo.

Entretanto, como foram considerados valores médios a favor da segurança, e, para não restar apenas uma bacia sanitária sendo atendida por água potável justifica-se atender um total de 13 bacias, sendo 8 no sanitário feminino e 5 no sanitário masculino.



## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 05 a 07 de abril de 2016

Tabela 6 - Estimativa para atender as torneiras e 40% das descargas

Dias da Semana	Volume de Água(L)	Produção Total Águas cinzas (L)	Déficit	Saldo
2 <sup>a</sup>	3102,7	3036,276	-66,424	-
3 <sup>a</sup>	3101,9	3036,276	-65,624	-
4 <sup>a</sup>	3114,3	3036,276	-78,024	-
5 <sup>a</sup>	3117,3	3036,276	-81,024	-
6 <sup>a</sup>	3292,6	3036,276	-256,324	-
<b>TOTAL</b>			<b>-547,42</b>	<b>0</b>
<b>Déficit AC (L)</b>				<b>-547,42</b>

A partir dos valores calculados para volume de água e produção total de águas cinzas e utilizando da metodologia de *déficits* e excedentes, obteve-se o volume de águas cinzas a ser tratado e o volume do reservatório. A Tabela 7 ilustra tais resultados.

Tabela 7 - Estimativa para atender as torneiras e 38% das descargas

Dias da Semana	Volume de Água (L)	Produção Total de Águas cinzas	Déficit	Saldo
2 <sup>a</sup>	2948,8	3036,276	-	87,476
3 <sup>a</sup>	2948	3036,276	-	88,276
4 <sup>a</sup>	2960,4	3036,276	-	75,876
5 <sup>a</sup>	2963,4	3036,276	-	72,876
6 <sup>a</sup>	3138,7	3036,276	-102,424	-
<b>TOTAL</b>			<b>-102,424</b>	<b>324,504</b>
<b>Saldo AC (L)</b>				<b>222,08</b>

Considerando um fator de segurança de 1,2 para o reservatório, o volume final de água de reuso a ser armazenada fora de 3766 litros. Na prática, usam-se no dimensionamento de reservatórios, 60% do consumo diário para o reservatório inferior e 40% para o superior.

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

Tabela 8 – Volume dos reservatórios de água de reuso

<b>Volume do Reservatório (L)</b>	<b>3138,70</b>
<b>Volume AC a ser tratado (L/dia)</b>	2991,86
<b>Volume Adotado (L)</b>	3766
<b>Reservatório inferior (L)</b>	2259,60
<b>Reservatório superior (L)</b>	1506,40

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.

## 4 Conclusão

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.



## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 05 a 07 de abril de 2016

As águas cinzas são 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 águas cinzas gerado pelos lavatórios, chuveiros, tanques e bebedouros do Pavilhão de Aulas da UFV/CRP. Através da produção de águas cinzas, 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 águas cinzas 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.

### Referências

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](http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_6573_Bazzarella_BB_2005.pdf)>. Acesso em 15 jun. 2015.

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. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba, 2015.

MARINOSKI, A.K. Aproveitamento **de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino:** estudo de caso em Florianópolis – SC. 2007. Slide.

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