

SISTEMA PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM DESCARGAS DE VASOS SANITÁRIOS

AUGUSTO CHRISPIM MENGALLI GILBERTI DE ALENCAR¹, DANIEL CANDELORO CUNHA^{*1},
DOUGLAS ARAUJO BIZERRA¹, SUELEN CRISTINE JANES DE MORAES¹

¹Curso de Graduação – Faculdade de Engenharia Mecânica/UNICAMP

*E-mail do autor correspondente: dancancunha@gmail.com

RESUMO: O presente trabalho apresenta uma maneira viável e legal para aproveitar água pluvial em descargas de vasos sanitários, reduzindo gastos e o desperdício de água tratada nessa aplicação. Foi construído um modelo de baixo custo para melhor ilustrar o funcionamento do sistema de aproveitamento proposto. Avaliou-se o custo dos materiais, para a implementação do sistema de aproveitamento em questão, assim como o tempo de amortização referente. Os dados foram gerados para uma situação hipotética baseada na instalação desse sistema no Parque D. Pedro Shopping de Campinas. Concluiu-se que o sistema é viável. Embora não gere lucros financeiros significativos, gera lucros ambientais e relacionados ao marketing verde.

PALAVRAS-CHAVE: Água, Chuva, Descarga, Economia.

SYSTEM FOR RAINWATER UTILIZATION IN TOILET FLUSHING

ABSTRACT: This paper presents a viable and legal way to take advantage of rainwater in toilet flushing, reducing spending and "waste" of treated water in this application. A low cost model has been built to present how the proposed system works. The implementation cost, related to the materials, of the system was evaluated as well as the amortization time. The data were generated for a hypothetical situation based on the installation of this system at Parque D. Pedro Shopping in Campinas. The conclusion is that system is viable. Although without significant financial profits, the system provides environmental benefits and possibility of green marketing.

KEYWORDS: Water, Rain, Flushing, Economy.

INTRODUÇÃO

A sociedade moderna, com sua crescente população, necessita cada vez de mais água para o seu funcionamento. O aumento do consumo de água tratada torna necessário o aumento de sua produção, que implica um maior investimento em saneamento. Entretanto, é mais interessante investir em maneiras de reduzir a demanda de água tratada que investir no aumento de sua produção. Existem maneiras muito simples para se reduzir essa demanda, uma vez que, normalmente, utiliza-se a mesma água para todas as aplicações diárias,

mesmo que estas não necessitem de água tratada. O exemplo mais evidente desse desperdício é a utilização da água da rede nas descargas de vasos sanitários.

A quantidade de água utilizada em descargas corresponde a uma parcela significativa do consumo em residências e empresas. Os modelos antigos, nos quais a válvula de descarga era fixada na parede, consumiam de 12 a 15 litros de água por descarga. A partir de 2003 criou-se um novo modelo, com caixa acoplada, o qual consome 6 litros por descarga - este está ilustrado na Figura 1.

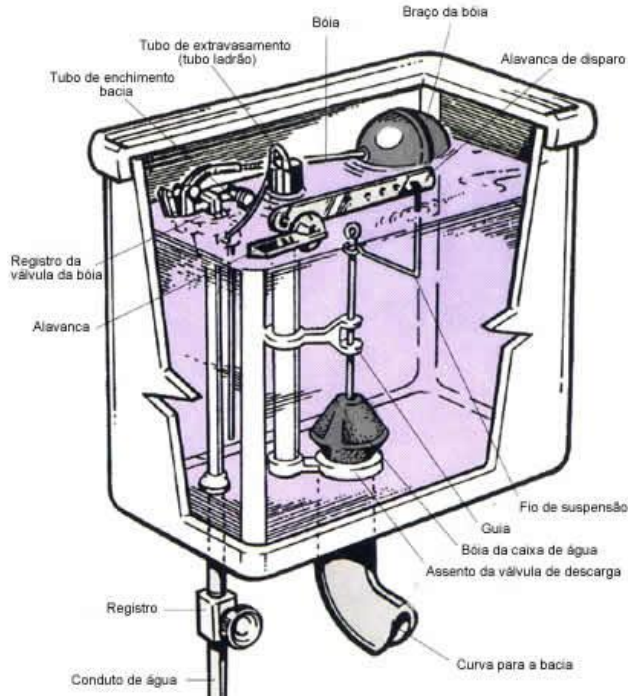


Figura 1 – Representação esquemática de uma caixa de descarga sanitária (novo modelo)

Sendo assim, propõe-se a utilização de uma fonte de água alternativa para essa aplicação específica: a chuva. Para a produção de dados numéricos, a viabilidade dessa proposta será analisada em relação à cidade de Campinas devido à facilidade de contato com a empresa de saneamento local: SANASA (Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A). A Tabela 1 mostra valores de precipitação mensal média na cidade.

As empresas de saneamento cobram uma tarifa relacionada ao esgoto gerado. No que diz respeito à SANASA, as tarifas dos serviços de afastamento e coleta de esgoto são iguais às tarifas dos serviços de abastecimento de água, que podem variar de R\$0,60/m³ a R\$17,08 /m³ (Categoria Industrial, acima de 50 m³/mês)

Tabela 1 – Precipitação mensal média em Campinas (1988 a 2008)

Mês	Precipitação (mm)	Mês	Precipitação (mm)
Jan	280,3	Jul	43,3
Fev	215,9	Ago	22,9
Mar	162,3	Set	59,5
Abr	58,6	Out	123,5
Mai	63,3	Nov	155,6
Jun	35,4	Dez	203,9

Geralmente, a tarifa de esgoto é cobrada baseada no o volume de água consumida, quer dizer, o volume de esgoto gerado não é medido diretamente – este é igualado ao da água consumida. Portanto, não se pode simplesmente utilizar a água da chuva nas descargas, pois isso acarreta no não pagamento da taxa correspondente ao esgoto gerado.

Em Campinas, de acordo com a lei 9724/98, existe um procedimento para a cobrança de tarifa dos serviços de esgotamento decorrentes do despejo de efluentes sanitários, procedentes da utilização de fontes alternativas de abastecimento de água – no caso, a chuva (SANASA, 2011). Em contato com a SANASA, obteve-se a informação de que, para legalizar esse aproveitamento de água pluvial em descargas, deve-se entrar em contato com a concessionária de saneamento local para que esta instale um medidor na entrada de água pluvial, de modo que as medições tenham validade assegurada pela empresa. A cobrança referente a esse medidor seria exclusivamente pelo esgoto gerado. Entretanto, *a priori*, a SANASA não faria essa instalação para cobrança de esgoto em

residências com apenas uma família, somente em casos mais relevantes: condomínios e empresas. Sendo assim, o sistema a ser detalhado no presente trabalho só é aplicável, salvo exceções, em locais de grande porte ou em locais com estação de tratamento de esgoto própria, pois estes não enviam resíduos para a rede pública.

MATERIAL E MÉTODOS

O esquema do sistema de aproveitamento de água proposto está ilustrado na Figura 2. A água da chuva é captada pelo próprio sistema de calhas, provavelmente já existente no local. Essa água é direcionada a um reservatório - denominado Reservatório Principal - através de tubos conectados ao sistema de calhas. Para evitar a proliferação de insetos como, por exemplo, o mosquito da dengue; cada um desses tubos é cheio com bolas de isopor (apenas a quantidade necessária para cobrir a superfície do líquido) e suas extremidades são cobertas com uma rede metálica para que as bolas não sejam descartadas junto à água pluvial excedente, mantendo, dessa maneira, o reservatório sempre vedado. A água excedente é despejada, através saídas laterais instaladas no sistema de calhas, normalmente para a drenagem superficial e subterrânea da via pública.

O Reservatório Principal é ligado a um Reservatório Secundário. O medidor de água pluvial é instalado no encanamento entre esses reservatórios. O encanamento da caixa d'água, que

normalmente estaria ligado diretamente à caixa de descarga (o encanamento original está simbolizado por linhas tracejadas), é ligado ao Reservatório Secundário. Uma válvula de ativação por boia é instalada na entrada de água tratada no Reservatório Secundário.

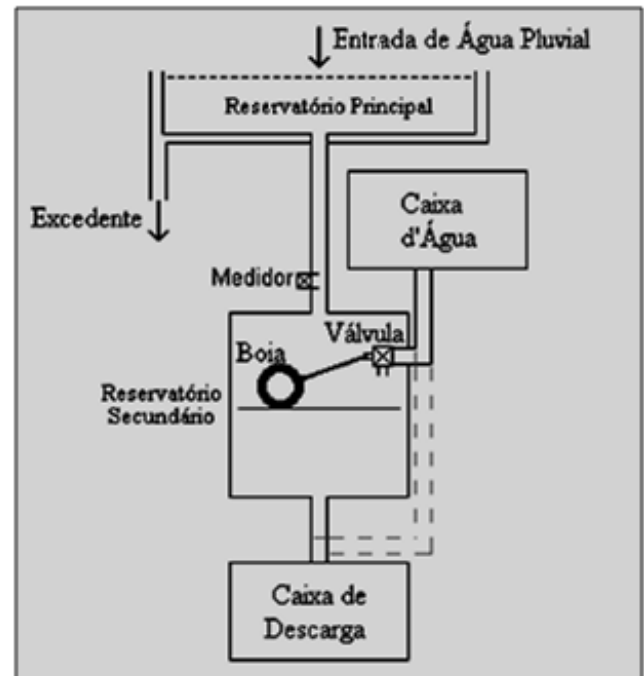


Figura 2 – Esquema do Sistema de aproveitamento de Água Pluvial

As dimensões do Reservatório Secundário, assim como o posicionamento da válvula, são definidas de modo que o Reservatório Secundário sempre tenha o volume de água necessário para uma descarga do vaso sanitário: 6 litros. A saída do Reservatório Secundário é ligada normalmente à caixa de descarga, que já contém um sistema de válvula para controle de fluxo (como se pode observar na Figura 1). Dessa maneira, sempre é

possível utilizar o vaso sanitário, mesmo que não haja água pluvial disponível.

Propõe-se construir o sistema majoritariamente com materiais de baixo custo: Tubulação feita com tubos de PVC; Reservatório Principal feito com um tubo de PVC de grande diâmetro; Medidor providenciado pela empresa de saneamento¹; Reservatório Secundário feito com chapas de acrílico coladas apropriadamente; Conjunto Válvula/Boia comprado (seu custo é relativamente baixo).

No presente trabalho, foi construído um modelo, ilustrado na Figura 3, para simular o funcionamento do sistema. Nele, estão presentes: o Reservatório Secundário, a Caixa d'Água, o Conjunto Válvula/Boia e a Caixa de Descarga.



Figura 3 – Modelo do Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial

¹ O custo da instalação do medidor é difícil de ser mensurado, pois depende de vários aspectos: diâmetro, modelo, acesso para leitura (ou medição remota).

A divisão indicada, por uma linha preta, no Reservatório Secundário do modelo, representa o nível de água mínimo do reservatório: nível de água necessário para uma descarga (6 litros). Caso a água no reservatório esteja abaixo dessa linha, a válvula permite a passagem de água da Caixa d'Água para o Reservatório Secundário até que o nível mínimo seja alcançado.

As Figuras 4 e 5 apresentam o funcionamento completo do sistema.



Figura 4 - Acionamento da Descarga: A - Nível de água acima do mínimo; A' - Válvula fechada; B - Descarga.



Figura 5 - Enchimento do Reservatório Secundário: C - Nível abaixo do mínimo; C' - Válvula aberta; D - Nível mínimo alcançado (válvula se fecha).

Os materiais utilizados na confecção do modelo, bem como os custos envolvidos, estão representados na Figura 6 e Tabela 3.



Figura 6 – Materiais Utilizados na Confecção do Modelo

Tabela 3 – Custo dos Materiais Utilizados na Confeção do Modelo

Produto	Custo R\$ (cada)	N	Total
Cap esgoto 100 mm	R\$ 5,00	1	R\$ 5,00
Anel de vedação O-Ring	R\$ 1,30	1	R\$ 1,30
Boia Plástica Tigre	R\$ 13,00	1	R\$ 13,00
Cola “Araldite”	R\$ 12,50	1	R\$ 12,50
Cola para tubos	R\$ 3,90	1	R\$ 3,90
Cola “Super Bonder”	R\$ 2,50	1	R\$ 2,50
Tubo (3 m) de PVC Amanco 25 mm	R\$ 6,00	1	R\$ 6,00
Veda-Rosca	R\$ 3,70	1	R\$ 3,70
Cotovelo 25 mm	R\$ 0,45	9	R\$ 4,05
Tubo (1 m) de PVC 100 mm ²	-	1	-
‘T’ 25 mm soldável	R\$ 0,60	8	R\$ 4,80
Custo Total	R\$ 56,75		

² Material de reutilização obtido por um dos autores.

A economia mensal E , em reais, após a implementação do sistema será dada por:

$$E = N \cdot \left(\frac{6}{1000} \right) \cdot T \quad (1)$$

Onde N é o menor valor entre o número mensal de descargas e o número mensal de descargas possíveis com a água pluvial captada; $(6/1000)$ é a quantidade de metros cúbicos por descarga; T é o valor, em reais, da tarifa (que varia de acordo com a categoria e com o consumo de água mensal).

Para relacionar os gastos envolvidos e o retorno financeiro usamos a seguinte equação:

$$t = l/\bar{E} \quad (2)$$

Na qual t é o tempo, em meses, de amortização em relação ao custo dos materiais do sistema; I é este custo em reais; e $\bar{E}$ é a economia mensal média em reais. Uma análise mais precisa exigiria que fossem incluídos os custos de mão de obra e dos suportes necessários para os reservatórios, entretanto, isso não será feito no presente trabalho pois esses custos variam muito para cada situação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para analisar a viabilidade do sistema de aproveitamento descrito, será avaliado o tempo de amortização, de acordo com as considerações acima, num exemplo específico: implementação do sistema no Parque D. Pedro Shopping de Campinas.

De acordo com o site do shopping, há 16 banheiros para deficientes e 32 banheiros masculinos e femininos. Supondo 1 privada por banheiro para deficientes e 4 privadas por banheiro comum, totalizam-se 144 privadas. O número mensal de visitantes do shopping é de 1,7 milhão e admite-se que cada pessoa vai ao banheiro uma vez, ou seja, o número de descargas mensais é igual a 1,7 milhão – o que equivale a 10.200.000 litros.

A área do Dom Pedro é de 193.000 m². Aproximando o shopping a um círculo, seu perímetro seria de 1564 m. Dado este perímetro e sendo o reservatório principal um tubo de 400 mm de diâmetro rodeando metade do shopping, o volume total do reservatório é de 98.269 litros. O volume de água captada pela área de captação nos meses de menor e maior precipitação são, respectivamente, 4.419.700 litros e 54.097.900 litros. Sendo assim, o limitante do número mensal de descargas possíveis (que utilizam água pluvial) será, para estas considerações, o volume do Reservatório Principal. Esse número será igual em todos os meses e seu valor será igual ao volume do reservatório dividido por 6 (quantidade de litros por descarga), ou seja, 16.378 descargas.

O shopping se enquadra na categoria comercial com consumo acima de 50 m³/mês, portanto, a tarifa cobrada é de 15,98 reais por metro cúbico.

Sendo assim, a equação (1) fica da seguinte maneira:

$$E = 16378 \cdot \left(\frac{6}{1000}\right) \cdot 15,98 = 1570,32 \text{ reais/mês}$$

Um Reservatório Secundário será instalado por banheiro, estes devem possuir um volume de mais de 24 litros (uma descarga por privada) nos banheiros comuns e mais de 6 litros nos banheiros para deficientes. A tabela 4 indica a quantidade e o custo total dos materiais necessários para este caso.

Tabela 4 – Materiais e Custos

Material	Quantidade	Custo
Barra de tubo: 400 mm x 6 m	780 m com 6 m por unidade = 130 unidades	130 unidades x 782,87 reais/unidade = R\$ 101.773,10
Tela de arame malha de 16 mm	30 tubos com 0,016 m ² em cada = 0,5 m ²	0,5 m ² x 3,80 reais/m ² = R\$ 1,90
Esferas de isopor 22 mm	30 tubos com 20 unidades em cada = 600 unidades	600 unidades x 0,15 reais/unidade = R\$ 90
Chapas de acrílico	>32 caixas de 0,5 m x 0,5 m x 0,1 m (25 litros – banheiros comuns) = 22,4 m ² >16 caixas de 0,3 m x 0,3 m x 0,1 m (9 litros – banheiros para deficientes) = 4,8 m ²	27,2 m ² x R\$ 128,00/m ² = R\$ 3.481,60
Válvula tipo boia Amanco 3/4"	48 unidades (uma por Reservatório Secundário)	48 unidades x R\$5,60 = R\$268,80
Barra de tubo de diâmetro 25 mm x 6 m	1 unidade por banheiro = 48 unidades	48 unidades x R\$13,80 = R\$662,4
Custo dos materiais do sistema (investimento inicial)		R\$ 106.277,80

Como N está limitado, em todos os meses, pelo volume do Reservatório Principal e T é constante, a economia mensal média será igual à economia mensal para este caso. Portanto, segundo a equação (2), o tempo de amortização será igual a:

$$t = \frac{106277,80}{1570,32} = 68 \text{ meses} = 5 \text{ anos e } 8 \text{ meses} \quad (4)$$

Em uma análise puramente financeira, o investimento inicial não é um valor absurdo dado o orçamento da empresa que administra o shopping, que é da ordem de grandeza de milhões de reais, e o tempo de amortização também é condizente com a realidade, uma vez que o shopping já existe há mais de 10 anos.

Conclui-se que o sistema não objetiva lucro financeiro, uma vez que a amortização é de longo prazo e a economia gerada mensalmente é muito menor que o investimento inicial em materiais. Em contrapartida, o lucro ambiental é obtido em um prazo muito menor: 98.269 litros de água tratada são economizados mensalmente. Existe também um retorno financeiro, não mensurado neste trabalho devido à complexidade de obtenção dos dados, oriundo do marketing verde decorrente da implementação deste sistema.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa SANASA, em especial ao Coordenador do Setor de Micromedição e Uso Racional Sr. Maurício André Garcia, pelas informações relevantes à legalidade do projeto, mais especificamente, relacionadas às tarifas dos serviços de afastamento e coleta de esgoto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA REGULADORA DAS ÁGUAS DE TUBARÃO, Tabela de Preços. Disponível em: <<http://www.agr.sc.gov.br/f/normativas/33414-33418.pdf>> Acesso em: Maio 2012
- CLIMA DE CAMPINAS. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-de-campinas.html>>
- COMO CONSERTAR UM VASO SANITÁRIO. Disponível em: <<http://casa.hsw.uol.com.br/como-consertar-um-vaso-sanitario3.htm>> Acesso em: Maio 2012
- CHAPA DE PS CRISTAL, Similar Acrílico 50x50cm 5mm Espessura. Disponível em: <<http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-241223288-chapa-de-ps-cristal-similar-acrilico-50x50cm-5mm-espessura-JM>> Acesso em: Maio 2012
- SÓ ISOPOR, BOLAS MACIÇAS. Disponível em: <http://www.soisopor.com.br/prod_detalhes.asp?produto_ID=1403&folder_ID=22&subFolder=5> Acesso em: Maio 2012
- TELAS E ALAMBRADOS PARA TANQUE, REDE, AVIÁRIO, MANGUEIRÃO, CHÁCARAS, INDÚSTRIAS. Disponível em: <<http://comprar-vender.mfrural.com.br/detalhe/telas-e-alambrados-para-tanque-rede-aviario-mangueirao-chacar-as-industrias-81071.aspx>>
- PARQUE D.PEDRO. Campinas. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Campinas#Clima>>
- Pensando no Conforto e Comodidade dos Nossos Clientes, Oferecemos vários Serviços. Disponível em: <[HTTP://WWW.PARQUEDPEDRO.COM.BR/INDEX.PHP?OPTION=COM_CONTENT&VIEW=CATEGORY&LAYOUT=SERVICOS&ID=1&ITEMID=5](http://WWW.PARQUEDPEDRO.COM.BR/INDEX.PHP?OPTION=COM_CONTENT&VIEW=CATEGORY&LAYOUT=SERVICOS&ID=1&ITEMID=5)> Acesso em: Maio 2012
- PARQUE DOM PEDRO SHOPPING. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Parque_Dom_Pedro_Shopping> Acesso em: Junho 2012
- PARQUE D. PEDRO SHOPPING FAZ DEZ ANOS DE "VIDAS". Disponível em: <<http://www.parquedpedro.com.br/blog/post/Pa>>

[rque-D-Pedro-faz-dez-anos-de-vidas](#)> Acesso em: Maio 2012

SANASA, 2011. RESOLUÇÃO TARIFÁRIA n.º 01/2011. Disponível em:

<<http://www.sanasa.com.br/document/noticias/1076.pdf>> Acesso em: Maio 2012

Tubo PVC Soldável AMANCO H 25mm (3/4) 6m.

Disponível em:

<http://www.lcferragens.com.br/produtos_descricao.asp?lang=pt_BR&codigo_produto=9770>

Acesso em: Maio 2012