



APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA LIMPEZA DE VEÍCULOS EM EMPRESA DE MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL NO INTERIOR PAULISTA

Paulo Vaz Filho⁽¹⁾

Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia Civil (área de concentração em Engenharia Urbana), Professor dos Cursos de Engenharia Civil e Engenharia Ambiental das Faculdades Integradas de Araraquara (FIAR) e do Curso de Engenharia Civil do UNASP (Centro Universitário Adventista do Estado de São Paulo)

Katia Sakihama Ventura

Docente do Curso de Engenharia Civil da UFSCar (Universidade Federal de São Carlos). Doutora em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP). Pesquisa: saneamento, resíduos sólidos, planos municipais, consórcios públicos, ferramentas de gestão.

Rafael Lustri da Silva

Engenheiro Civil

Robson de Lucca Albanez

Engenheiro Civil

Rodrigo Camargo Vitro

Engenheiro Civil

Thais Madaschi

Engenheira Civil

Endereço⁽¹⁾: Av. Brasil, nº 782 – Centro – Araraquara - SP - CEP: 14.801-050 - Brasil - Tel: 55 (16) 3301-2410, e-mail: paulovaz@logatti.edu.br

RESUMO

A escassez da água é uma dificuldade conhecida em muitos locais. Esta situação resulta do elevado consumo dos recursos hídricos, do desperdício e, sobretudo, da falta de políticas públicas que incentivem o uso sustentável deste bem. O uso de fontes alternativas de suprimento é citado como uma das soluções para o problema de escassez. Nesse sentido, o trabalho relata estudo de caso realizado em empresa do seguimento de materiais para construção civil, que utiliza água de chuva na limpeza da frota de veículos/equipamentos. O objetivo do trabalho foi analisar este



sistema, verificando o dimensionamento, sua viabilidade econômica e qual o tempo necessário para a empresa obter o retorno do investimento. Foi realizada revisão bibliográfica para obter informações sobre a pluviometria local e dados referentes à demanda de água não potável e o valor do investimento realizado. Com os dados obtidos, analisou-se a eficiência do sistema e comparou-os com as especificações de normas e literatura técnica. Os resultados foram: consumo diário médio de 236,50 litros/dia, investimento de R\$ 3.667,40 e previsão de retorno do investimento em aproximadamente 9,5 anos. Concluiu-se que o sistema, embora necessite de ampliação para atendimento da demanda, apresenta-se eficiente e economicamente viável.

Palavras-chave: águas pluviais, drenagem urbana, sustentabilidade, água não potável, aproveitamento de água de chuva

INTRODUÇÃO/OBJETIVOS

A água é fundamental para a sobrevivência dos seres vivos e, embora exista em abundância na natureza, a escassez é uma preocupação em diversas regiões brasileiras, devido ao consumo desenfreado deste recurso finito, ao desperdício e à ausência de políticas públicas que incentivem o uso racional da água. Uma das medidas para tentar amenizar este problema é a utilização de fontes alternativas de suprimento.

A implantação de sistema para aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis se constitui em alternativa simples, tendo como finalidade a redução de consumo de água potável para fins menos nobres, tais como: limpeza de calçadas e de veículos, irrigação e transporte de sólidos entre outros.

Segundo Jabur, Benetti e Silliprandi (2011), os benefícios da utilização e captação de água de chuva são vários, entre eles: preservação de águas com boa qualidade para fins menos nobres, redução do escoamento superficial nas áreas urbanas e gratuidade (tendo apenas como custo o valor da implantação do sistema). Embora o aproveitamento de água de chuva seja muito pouco difundido e utilizado no país, o manejo e o aproveitamento da água proveniente da chuva não é uma prática recente.

Segundo Tomaz (2008), pesquisa realizada em Hamburgo (Alemanha), indicou que 94% dos moradores de 346 propriedades visitadas que contavam com sistema para aproveitamento de água de chuva estavam satisfeitos com o sistema e recomendavam sua implantação.

De acordo com Silva, Albanez e Vitro (2015), quando um sistema de aproveitamento de água de chuva é implantado seguindo os critérios estabelecidos por norma, bem como utilizando recomendações de pesquisadores que estudam o tema, o sistema implantado promove



considerável economia na tarifa mensal paga à concessionária que administra o sistema de abastecimento de água.

Segundo a NBR 15.527, intitulada “Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis”, na fase de projeto devem ser analisados e considerados entre outros parâmetros: alcance de projeto, demanda de água, precipitação média local, área de coleta e coeficiente de escoamento (ABNT, 2007).

O presente trabalho abordou um estudo de caso com o objetivo de verificar o dimensionamento e analisar o Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial (SAAP) para fins não potáveis (limpeza da frota de veículos) em uma empresa de materiais para construção civil no interior paulista.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo teve início com o levantamento bibliográfico sobre a demanda do SAAP. Para tal, em abril de 2015, foi instalado hidrômetro junto ao reservatório de armazenamento, que permitiu a realização de leituras diárias do consumo de água, cujos dados que foram organizados e representados por ilustrações gráficas.

Realizou-se análise do histórico de consumo de água da referida empresa por meio de relatórios de contas de água no período entre 2014 e 2015, disponibilizados pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) do município.

Com os dados pluviométricos locais, disponibilizados pelo Núcleo de Produção de Sementes do município, no período de janeiro de 2007 a novembro de 2015, foi determinada a precipitação média anual.

Em seguida, foi realizada análise dos dados obtidos nas etapas anteriores para que fosse possível verificar o dimensionamento do reservatório de armazenamento.

De acordo com NBR 15.527 (ABNT, 2007):

“o volume dos reservatórios deve ser dimensionado com base em critérios técnicos, econômicos e ambientais, levando em conta as boas práticas da engenharia, podendo, a critério do projetista, ser utilizados os métodos contidos no Anexo A ou outro, desde que devidamente justificado”

Neste sentido, para fins didáticos e práticos, adotou-se o método proposto por Philippl et al. (2006) para a estimativa do SAAP, resumidamente apresentado pelas equações 1 e 2.

Segundo os autores, o dimensionamento considera as demandas não potáveis na edificação e os índices pluviométricos da região (precipitação anual e período de estiagem).

A demanda não potável para lavar os veículos foi o consumo diário médio do SAAP, cujo valor foi obtido pela relação entre o consumo total aferido no hidrômetro em função do número de dias em



que o reservatório continha água (165 dias), ou seja, descontando-se os dias em que ele ficou vazio.

O volume de água anual captado considera a área de captação, a precipitação anual e o coeficiente de escoamento (Equação 1).

$$V = A \times P \times C \quad \text{Equação (1)}$$

Em que:

V = Volume anual de água captado (m³)

A = Área de captação (m²)

P = Precipitação anual da região (m/ano)

C = Coeficiente de escoamento

O volume do reservatório foi calculado pela Equação 2.

$$V_{res} = Q_{np} \times D_s \quad \text{Equação (2)}$$

Em que:

V_{res} = volume do reservatório (L),

Q_{np} = demanda não potável (L/d),

D_s = maior número de dias sem chuva na região (dias)

Após a verificação do dimensionamento do sistema, efetuou-se a verificação da economia mensal no valor pago à concessionária de água e esgoto com a economia proporcionada pela utilização da água pluvial para a limpeza de veículos.

O orçamento total do SAAP considerou os preços dos materiais necessários e o custo da mão de obra para instalação. Com os dados registrados no período, foi possível obter o valor da economia mensal na conta de água e o tempo para retorno do investimento

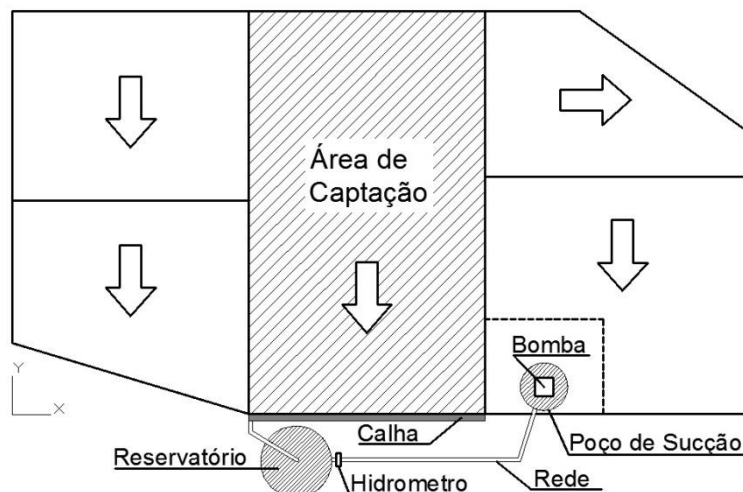
RESULTADOS/DISCUSSÃO

O Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial analisado foi dimensionado e implantado pela própria empresa, destinando a água captada para uso em fins não potáveis como lavagem de caminhões basculante e máquinas pesadas.

A área de captação utilizada no sistema compreendia parte da cobertura do escritório e loja da empresa, em telhas de fibrocimento modelo kalheta, indicada por hachura na Figura 1.



Figura 1 – Área da cobertura e componentes do sistema de aproveitamento em estudo



Fonte: Silva, Albanex e Vitro (2015)

Para o armazenamento da água de chuva captada, os proprietários da empresa optaram por utilizar um reservatório de fibra de vidro com capacidade para 5.000 L, tal como mostrado na Figura 2, onde é possível observar a calha, os condutores e o dispositivo para descarte da primeira água. O dispositivo de descarte (Figura 3) foi construído em tubo e conexões de PVC de 100 mm de diâmetro com 1,20 metros de comprimento. O acionamento do dispositivo pode ser feito manualmente, de modo que o “plug” roscável seja aberto. Assim, há o descarte de água armazenada.

Figura 2 – Vista frontal do sistema de aproveitamento em estudo



Fonte: Silva, Albanex e Vitro (2015)



Figura 3 – Dispositivo de descarte da primeira água de chuva



Fonte: Silva, Albanex e Vitro (2015)

A partir dos dados pluviométricos coletados (Tabela 1), foi possível determinar precipitação média anual para o local de 1.289 mm/ano.

Tabela 1 – Precipitação anual no município

Ano	Precipitação (mm/ano)
2007	1.730,50
2008	1.100,60
2009	1.765,00
2010	1.327,00
2011	1.456,00
2012	1.267,00
2013	1.525,00
2014	1.214,50
2015	991,00 (até o dia 31/10/2015)

Fonte: Núcleo de Produção de Sementes apud Silva, Albanex e Vitro (2015).

A fim de acompanhar o volume de água de chuva armazenado pelo reservatório, o sistema dispõe de um simples dispositivo instalado junto ao mesmo que funciona por um flutuador e um indicador de nível que variam sua posição, conforme o volume da água armazenada (Figura 4).



Figura 4 – Dispositivo de indicação do volume armazenado



Fonte: Silva, Albanez e Vitro (2015)

Com auxílio deste dispositivo, que se encontra facilmente visível, o operador acompanha a variação do nível do reservatório para realizar manobra nos registros existentes, de modo a alimentar o poço de sucção do conjunto moto-bomba com água da autarquia (quando o mesmo se encontra vazio). Desta forma, poderá utilizar a água reservada para a limpeza de veículos e equipamentos.

Para obter dados de consumos diários padronizados e mais precisos, instalou-se um hidrômetro da marca Vector modelo VU-1,5 na saída do reservatório de armazenamento, conforme mostrado na Figura 5. As leituras no hidrômetro foram realizadas diariamente entre 07h30min e 08h00min e organizadas em planilha eletrônica, por data.

Figura 5 – Exemplo de leitura no hidrômetro instalado



Fonte: Silva, Albanez e Vitro (2015)

EXEMPLO
Leitura indicada
2.488 litros
Dois mil quatrocentos e oitenta e oito litros



A limpeza dos veículos não possui um cronograma de uso, ficando sob responsabilidade do motorista de cada veículo manter o mesmo limpo. Portanto, não há um intervalo de tempo específico entre uma limpeza e outra. As Figuras 6 a 8 exemplificam a utilização da água coletada, e armazenada no sistema de aproveitamento de água de chuva na limpeza de alguns veículos da empresa.

Figura 6 – Limpeza de carreta basculante



Fonte: Silva, Albanez e Vitro (2015)

Figura 7 – Limpeza de Pá Carregadeira



Fonte: Silva, Albanez e Vitro (2015)

Figura 8 – Limpeza de caminhão carroceria



Fonte: Silva, Albanez e Vitro (2015)



Considerando que durante o período em que o sistema foi analisado (213 dias) foram consumidos 39.022 litros de água durante 165 dias em que o sistema operou (desconsiderando 48 dias em que o reservatório ficou vazio), obteve-se consumo diário médio de 236,5 litros/dia. Com o consumo diário de água foi obtido o consumo mensal, ou seja, o consumo não potável foi de 7,095 m³/mês.

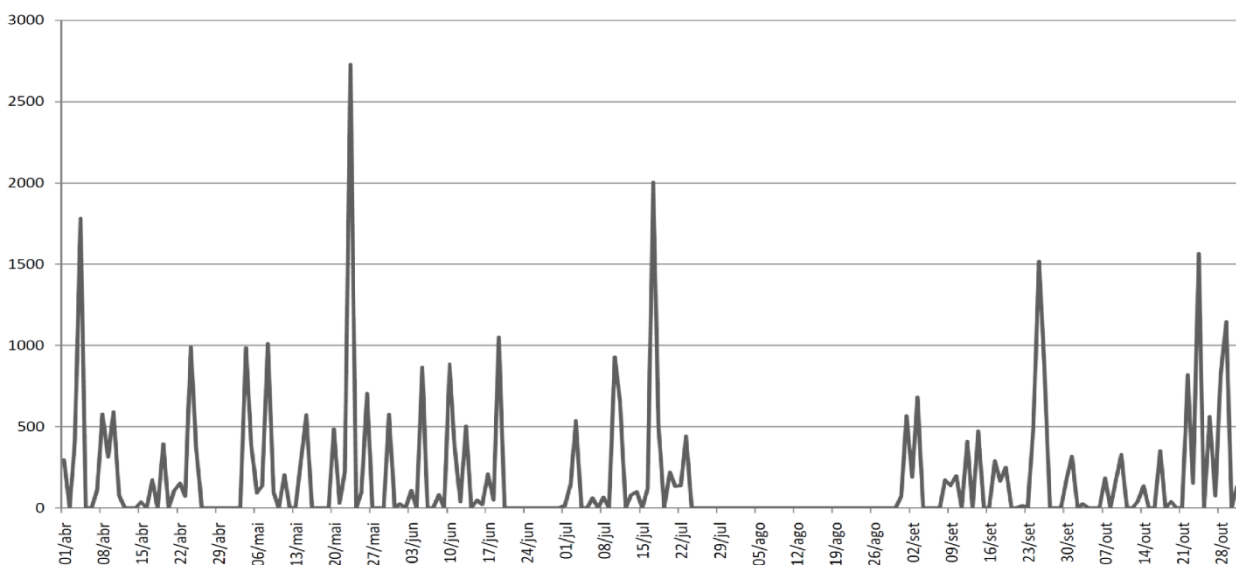
A área considerada para o dimensionamento do reservatório, ilustrada na Figura 2, considera influência da superfície vertical adjacente a mesma. Com os dados necessários para a verificação do dimensionamento (área de captação de 214 m², precipitação pluviométrica anual, coeficiente de escoamento superficial igual a 0,8), obteve-se um volume anual de água pluvial que pode ser captada igual a 220,68 m³.

De acordo com os índices pluviométricos locais, a seca máxima no ano em estudo ocorreu no período de 26/07/15 a 25/08/15, contabilizando 30 dias consecutivos sem ocorrência de chuva. De acordo com os índices pluviométricos locais, a seca máxima no ano em estudo ocorreu no período de 26/07/15 a 25/08/15, contabilizando 30 dias consecutivos sem ocorrência de chuva.

Como para efeitos práticos e de menor custo, os proprietários da empresa implantaram reservatório com capacidade de 5.000 litros. Verificou-se que este reservatório não atende à demanda solicitada, pois pelo relatório de leitura diária observou-se a ocorrência de três períodos significativos onde o reservatório ficou vazio (28/04/15 à 03/05/15, 20/06/15 à 30/06/15 e 24/07/15 à 26/08/15). Assim, foram 48 dias em que o sistema não operou durante a realização do estudo de caso, necessitando da utilização de água da autarquia.

Esses períodos também podem ser comprovados pela análise da Figura 9, onde verificam-se três intervalos de tempo em que o reservatório ficou vazio, já que não houve consumo de água pluvial.

Figura 9 – Consumo de água de chuva na empresa durante o período em estudo



Fonte: Silva, Albanez e Vitro (2015)



Considerando a capacidade do reservatório instalado (5.000L), foi possível determinar que o sistema atende 21 dias consecutivos com chuva. O investimento para implantação do sistema em estudo foi de R\$ 3.667,40, tal como pode ser observado na Tabela 2, que apresenta os custos de materiais e mão-de-obra (alvenaria e hidráulica). Os custos dos materiais foram obtidos no mercado, pelo preço de venda dos produtos pela própria empresa do seguimento de materiais para construção civil.

Os valores indicados são referentes ao mês de março de 2015 e não possuem acréscimos relacionados à BDI (Benefício e despesas indiretas). A partir do valor do volume médio de consumo e do custo da água pela concessionária fornecida à empresa (R\$ 4,53/m³), verificou-se que há economia de água em, aproximadamente, R\$ 32,00 mensais. O tempo para retorno do investimento (*pay-back*), considerou o custo da implantação do sistema pelo benefício mensal, resultou em 9,5 anos.

Tabela 2 – Investimento realizado para implantação do sistema

Produto/Serviço	Unidade	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Aço CA-50 6,3 mm	Barra	1	13,00	13,00
Aço CA-50 10 mm	Barra	3	28,00	84,00
Areia Fina	m ³	0,5	53,00	26,50
Areia Grossa	m ³	0,5	75,00	37,50
Brita 1	m ³	0,5	70,00	35,00
Tijolo cerâmico maciço	Unid	700	0,34	238,00
Cal hidratada CH-III	Saco	3	9,50	28,50
Cimento CII Z-32	Saco	4	28,50	114,00
Calha em aço galvanizado	Unid	1	600,00	600,00
Placa de concreto Ø 1,90 m	Unid	1	155,00	155,00
Reservatório 5000 litros	Unid	1	1590,00	1.590,00
Abraçadeira U 100 mm	Unid	2	2,60	5,20
Adaptador com flange 25 mm	Unid	1	10,20	10,20
Adaptador com flange 32 mm	Unid	1	14,70	14,70
Cap esgoto 100 mm	Unid	1	5,00	5,00
Curva 90º soldável 25 mm	Unid	2	2,35	4,70
Luva esgoto 100 mm	Unid	1	3,50	3,50
Joelho 45º esgoto 100 mm	Unid	2	5,00	10,00
Joelho 90º esgoto 100 mm	Unid	3	4,00	12,00
Joelho 90º roscavel 25x3/4	Unid	2	2,50	5,00
Joelho 45º soldável 25 mm	Unid	1	1,20	1,20
Joelho 90º soldável 25 mm	Unid	5	0,70	3,50
Junção esgoto 100 mm	Unid	1	18,00	18,00
Registro esfera 25 mm	Unid	2	18,90	37,80
Tubo esgoto 100 mm	M	3,5	9,00	31,50
Tubo soldável 25 mm	M	12	2,80	33,60
Mão de obra de alvenaria	Unid	1	500,00	500,00
Mão de obra hidráulica	Unid	1	50,00	50,00
TOTAL (R\$)				3.667,40

OBS.: Cotação do dólar do dia 31/03/2015: US\$ 1,00 = R\$ 3,192. Fonte: (Banco Central do Brasil)



CONCLUSÃO

O SAAP mostrou-se viável, uma vez que o resultado obtido na análise da viabilidade econômica, aponta que o retorno do investimento no sistema será em aproximadamente 9,5 anos, sendo assim viável economicamente. Como o sistema em estudo se encontra em operação desde janeiro de 2015, é possível dizer que o retorno do investimento se dará em intervalo de tempo relativamente curto, ou seja, a recuperação do valor investido deve ocorrer entre os anos de 2024 e 2025.

Para atender a demanda solicitada durante intervalo de tempo de 30 dias consecutivos seria necessário instalar reservatório com capacidade de armazenar de 7.095 litros. Logo, é possível afirmar que a substituição do existente por outro de 10.000 litros (volume de reservatório comercial) trará maior confiabilidade ao sistema, atendendo a demanda solicitada durante o período estimado (que não houve chuvas na região durante o ano de 2015).

A partir do trabalho realizado é possível dizer que a empresa adota princípios da sustentabilidade sob a ótica econômica e ambiental. Do ponto de vista social, tem-se a divulgação do SAAP para os funcionários, colaboradores e clientes.

O trabalho desenvolvido realizou análise do sistema implantado por meio de método proposto por Philippi et al. (2006). Sugere-se a realização de estudos utilizando outros métodos de dimensionamento, tais como os que constam da NBR 15.527. Além disso, seria interessante a realização de estudos, a fim de verificar a possibilidade de estender a área de captação de água pluvial, compreendendo outras coberturas da edificação, avaliando, inclusive, a viabilidade de utilização da água captada no preparo de concreto utilizado nos elementos pré moldados fabricados pela empresa, tais como: pilar para alambrado, verga e contraverga, guia e laje pré moldada.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15.527 Água de Chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.
- JABUR, A. S.; BENETTI, H. P.; SILIPRANDI, E. M. (2011). Aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis. Rio de Janeiro: VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2011.
- PHILIPPI, L. S.; VACCARI, K. P.; PETERS, M. R; GONÇALVES, R. F. (2006). Uso Racional da Água em Edificações. p:73-152. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 352p.



Disponível em https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Uso_agua_-_final.pdf Acesso em 10/10/2015.

SILVA, R. L.; ALBANEZ, R. de L.; VITRO, R. C. (2015). Aproveitamento de água de chuva: Estudo de caso sobre a utilização na limpeza de veículos em uma empresa de materiais para construção civil em Ibitinga-S.P. Trabalho de Conclusão de Curso – TCC (Graduação em Engenharia Civil) - Faculdades Integradas de Araraquara, 2015.

TOMAZ, P. (2008). Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis. São Paulo: Navegar, 2008.