

## **APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA E REÚSO DE ÁGUA CINZA EM UMA EDIFICAÇÃO COMERCIAL**

### **RAINWATER HARVESTING AND REUSE OF GREYWATER IN ONE COMMERCIAL BUILDING**

**Alex Barbosa Campos Silva**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba – PR, Brasil  
Departamento Acadêmico de Construção Civil

**Amanda Costa Portes**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba – PR, Brasil  
Departamento Acadêmico de Construção Civil

**Paulo Gil Siqueira de Faria**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba – PR, Brasil  
Departamento Acadêmico de Construção Civil

**Ricardo Mauricio de Freitas Andrade**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba – PR, Brasil  
Departamento Acadêmico de Construção Civil

**Celimar Azambuja Teixeira\***

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba – PR, Brasil  
Departamento Acadêmico de Construção Civil  
celimar@utfpr.edu.br

#### **Resumo**

Uma forma de racionalizar o consumo de água é através do desenvolvimento de técnicas que permitam utilizar ou fazer o reuso de águas servidas, ou seja, fazer o uso de determinado efluente, depois de passar por tratamento adequado que o torne sanitariamente seguro, para fins menos nobres que não exijam uma qualidade adequada de acordo com o uso pretendido. Diante desse cenário, o aproveitamento de águas pluviais e o reuso de águas servidas são importantes ferramenta na gestão do uso da água. O presente trabalho apresenta um estudo de caso para avaliação do potencial de aproveitamento de águas pluviais e de águas cinza de uma edificação comercial para uso de transportadora na cidade de Curitiba. O projeto seguiu as recomendações das normas NBR-10844 e NBR-12266. A eficiência do sistema de aproveitamento de água da chuva foi avaliada com base no Software Netuno. Para uma área de captação de água de chuva de 2760m<sup>2</sup>, reservatório de água bruta com capacidade de 20.000 litros, sendo reservatório inferior com capacidade de 16000 litros e reservatório superior com capacidade de 4000 litros, o software mostrou que o sistema atende completamente a demanda diária de 50 litros per capita em 67,40% dos casos, atende parcialmente em 8,42% e não atende em 24,18%.

**Palavras-Chave:** Aproveitamento de águas pluviais. Reuso de águas residuais.

## **Abstract**

One way to rationalize the consumption of water is through the development of techniques for using or reuse wastewater, using one effluent, after an appropriate treatment - that makes sanitary insurance for non-potable uses. Therefore, the rainwater harvesting and reuse of greywater are important tool in the management of water use. This paper presents a case study to evaluate the potential of rainwater harvesting and graywater of a commercial building in the city of Curitiba. The project followed the recommendations of NBR 10844 and NBR 12266 standards. The efficiency of rainwater utilization system was evaluated based on Neptune software. For a superficial area 2760m<sup>2</sup>, total reservoir with capacity of 20.000l, with a lower reservoir with 16.000l and superior reservoir with 4.000 l capacity, the software showed that the system serves fully daily demand for 50 l per capita in 67.40% of cases, partially meets at 8.42% and does not meet at 24.18%.

**Keywords:** Rainwater harvesting, Reuse of greywater.

## **1 Introdução**

A água é um recurso natural finito e vulnerável, essencial para a sobrevivência dos seres vivos, para o meio ambiente, além de fazer parte do desenvolvimento da sociedade. (NOSCHANG, 2011). O uso racional da água deve ser priorizado nos grandes centros urbanos, pois a escassez da mesma está relacionada com a má distribuição em relação à concentração populacional. Para que esta racionalização seja possível, faz-se necessário uma coerência dos paradigmas burocráticos, uma política institucional mais ágil, que promova a união entre organizações públicas e privadas, em conjunto com o setor educacional, com o objetivo de conduzir à reflexão de cada indivíduo sobre o assunto e conseqüentemente estabelecer as adequações mercadológicas necessárias (TELLES; COSTA, 2010).

De acordo com a NBR 13969 (ABNT, 1997), é possível tratar o efluente de esgoto, de modo a torná-lo sanitariamente seguro, de forma que seja possível este reuso para fins menos nobres, que não exijam a qualidade de uma água potável, como por exemplo, na irrigação dos jardins, lavagem de pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagísticas de lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas, pastagens, entre outros (CARVALHO, 2014).

Visando racionalizar o consumo de água, este estudo tem o objetivo de avaliar um sistema de captação de água pluvial e reuso de esgoto secundário (água servida proveniente dos chuveiros), denominado por águas cinzas, projetado para atender uma edificação comercial para uso de transportadora, cuja a área total compreende 6.235,83 m<sup>2</sup>, na cidade de Curitiba

## **2 Metodologia**

Para avaliação do potencial de aproveitamento de água, foi realizado um estudo de caso, no qual o principal processo de racionalização e aproveitamento empregado consiste no sistema de captação de águas pluviais. Visto que a área de cobertura é ampla (área de cobertura dos telhados de

2760m<sup>2</sup>) e que possibilita um projeto adequado para coleta e armazenamento. A finalidade desta água é ser utilizada para fins não potáveis, conforme recomendação da NBR 15527 (ABNT, 2007) que trata sobre o aproveitamento de água de chuva. O sistema foi projetado para ser estanque, além de possibilitar a limpeza e desobstrução de qualquer ponto no interior da instalação, sendo provido por tubulação capaz de absorver os esforços provocados pelas variações térmicas e impossibilitar o acesso de corpos estranhos ao interior do sistema.

O projeto de instalações de águas pluviais foi elaborado seguindo as recomendações das normas Brasileiras, e as recomendações dos fabricantes dos equipamentos e materiais empregados. Neste caso, foram consultadas a NBR 10844 (ABNT, 1989) que versa sobre instalações prediais de águas pluviais e NBR 12266 (ABNT, 1992) que fala sobre projeto e execução de valas para assentamento de tubulações de água, esgoto e águas pluviais. Sendo que para parte das águas pluviais provenientes das coberturas é feito o tratamento através de filtros e utilizada para fins não potáveis, sendo terminantemente proibido o consumo humano.

Para determinação do volume de armazenamento, foi avaliado o índice máximo de precipitação pluviométrica da cidade, do índice de chuva média anual e também o índice mensal dos períodos de menor incidência de chuvas. A prática usual neste projeto foi o uso de água de chuva nos vasos sanitários e mictórios dos banheiros e torneiras para lavagem de caminhões.

Nas instalações desta edificação são previstos um total de 18 vasos sanitários com válvula de descarga, 13 vasos com caixa acoplada e 13 mictórios. Para a determinação do consumo foi considerado a vazão por aparelho, sendo que os vasos com válvula de descarga consomem 30 litros em média a cada acionamento e os de caixa acoplada utilizam cerca de seis litros a cada descarga. Os mictórios utilizam cerca de um litro por descarga. A partir destas informações, e considerando que cada funcionário utilizaria em média duas descargas ao dia, pode-se estimar o volume diário de consumo, por exemplo:

$$50 f \times 2 d \times 38 l = 3.800 \frac{l}{dia} \text{ ou } 114.000 \frac{l}{mês}$$

Onde:

f = funcionário;

d = descargas;

l = litros;

Tendo em vista que a área de cobertura para disponível para captação de água chuva é de 6.235,83 m<sup>2</sup>, e que são utilizados 2.760 m<sup>2</sup> desta área para alimentação do respectivo reservatório. O projeto possibilita a coleta de grande volume de água da chuva, porem a variável limitante é o custo de construção do reservatório e manutenção do sistema.

A edificação se enquadra no Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações (PURA), Lei nº 10.785 (BRASIL, 2003), que através do Decreto nº 293 (CURITIBA, 2006), estabelece o reuso de águas servidas nas edificações comerciais e industriais com área superior a 5000 m<sup>2</sup>. Para tanto, projetou-se o sistema a fim de atender a legislação vigente. Neste projeto, foi adotado um reservatório com a capacidade de armazenamento total de 20.000 litros para a coleta da água de chuva bruta. Para este fim, foi dimensionado um reservatório inferior de 16.000 litros para armazenamento e posterior distribuição nas instalações sanitárias através do recalque dessa água para um reservatório superior de 4.000 litros.

No reservatório de água de chuva está previsto um sistema auxiliar de alimentação de água potável, caso ocorra eventual manutenção ou estiagem prolongada.

O tratamento da água servida proveniente dos chuveiros se dá através do uso de um sistema de filtragem através de um microfiltro plissado fabricado em poliéster que remove partículas com tamanho superior a 5 micras (25 vezes menor que um grão de talco), retendo a totalidade de partículas presentes na água servida, um microfiltro em Carvão Ativado com elevado grau de pureza para adsorver substâncias contaminantes dessa água. O reuso previsto para a água servida após o tratamento descrito será para a rega dos jardins da referida transportadora.

A eficiência do sistema de aproveitamento de água da chuva foi avaliada com base no Software Netuno (desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina), este é software livre e embora não seja um método de dimensionamento propriamente dito, o Netuno é amplamente utilizado devido à sua simplicidade de aplicação e aos dados de grande valor que ele gera para o projeto. Através dele é possível estimar o potencial de economia de água potável por meio do aproveitamento de água pluvial para um determinado reservatório, para fins não potáveis. Como os tamanhos de reservatórios podem variar para cada caso, é possível testar diversos volumes até se obter aquele que oferece maior economia de água potável com menor custo (OLIVEIRA, 2005).

A simulação também estima os percentuais de números de dias do ano em que a água pluvial coletada atende completamente às necessidades diárias de água pluvial, de dias que atende parcialmente a essas necessidades e de dias que não atende às necessidades diárias, ou seja, quando o reservatório de água pluvial encontra-se completamente vazio. Para efeitos comparativos, apresenta-se também o volume de água pluvial extravasado (não aproveitado) ao longo do ano (NETUNO, 2004).

O programa utilizou dados pluviométricos dos anos de 1997 até 2003 da região de Curitiba, fornecidos pelo Instituto Tecnológico SIMEPAR. Os resultados apontam um potencial de utilização de água pluvial de 14,29%.

Além da captação de águas pluviais, o projeto visa reutilizar o esgoto secundário, denominado por águas cinza, proveniente dos chuveiros dos banheiros da referida empresa.

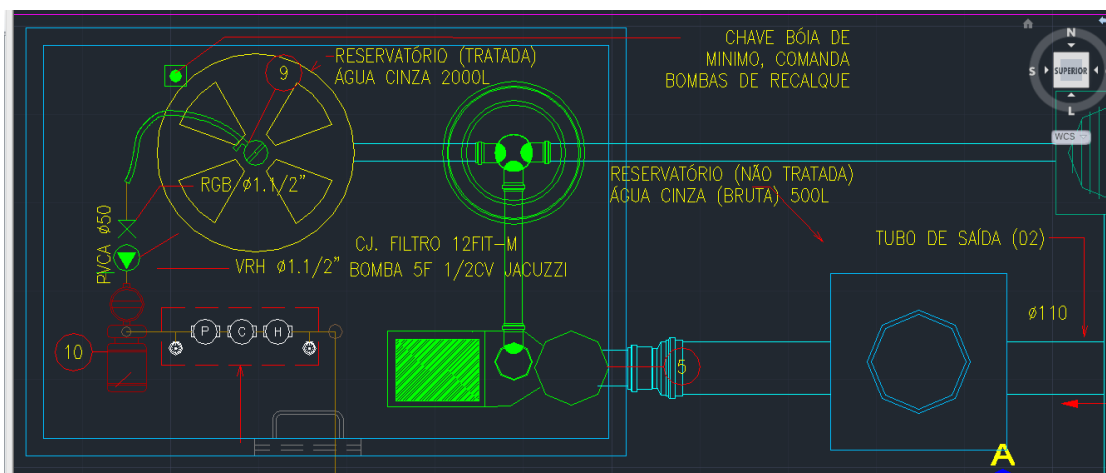
Neste caso, o sistema de esgoto sanitário foi projetado visando a coleta e a condução dos despejos provenientes do uso adequado dos aparelhos sanitários a um destino apropriado, sem que haja a contaminação da água, de forma a garantir a sua qualidade de consumo, tanto no interior dos sistemas de suprimento e de equipamentos sanitários, como nos ambientes receptores. O sistema predial de esgoto sanitário é separador absoluto em relação ao sistema predial de águas pluviais, ou seja, não há nenhuma ligação entre os dois sistemas. A separação do esgoto secundário foi prevista no pavimento térreo através das redes coletoras e de uma caixa em alvenaria com registro bruto, esse esgoto é proveniente de somente dos chuveiros, ou seja água de banho.

Com este procedimento, tornou-se possível atender a legislação vigente no Município de Curitiba para obras comerciais acima de 5.000 m<sup>2</sup>, que orienta para o tratamento destes efluentes secundários, os quais deverão ser monitorados por empresa especializada pra sua correta utilização.

Neste caso, o reuso da água cinza se destina à lavagem de calçadas e rega de jardins. Para isto, foi dimensionado um reservatório inferior com capacidade para 2.000 litros.

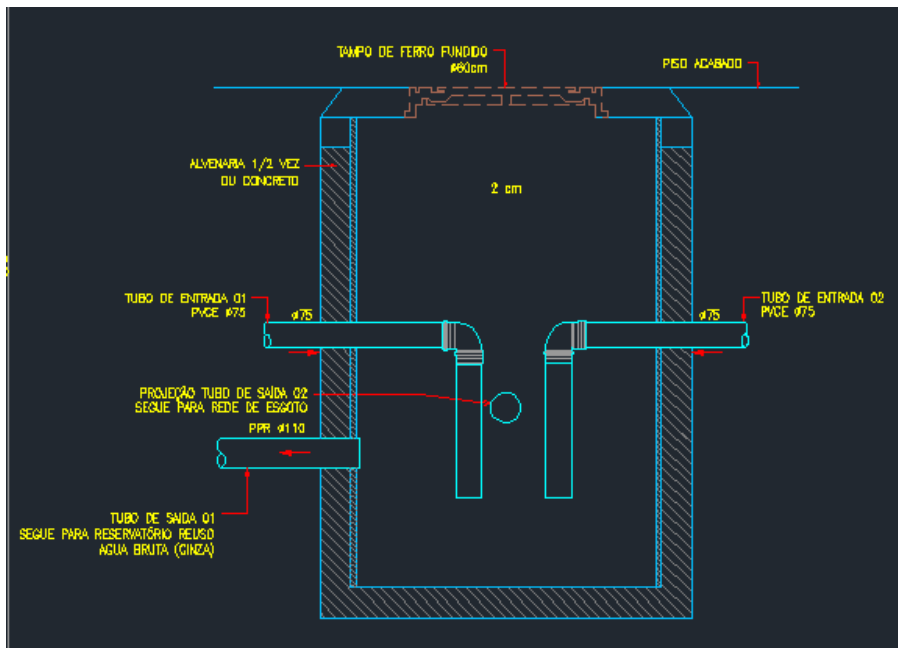
Nas instalações de esgoto há a separação das águas das duchas e lavatórios, que posteriormente passam por processo de filtração e adsorção por carvão ativado. As águas servidas, provenientes dos 10 ralos de chuveiros dos banheiro, que também podem ser classificadas como água cinza, são encaminhadas através de redes coletoras próprias e despejadas com auxílio de sifões até uma caixa em alvenaria (figura 1), onde as partículas de maior tamanho são decantadas e o efluente é direcionado posteriormente para um reservatório de água cinza bruta com volume de 500 l representado na Figura 2.

Figura 1 – Sistema de Tratamento de Água Cinza



Fonte: Autoria própria (2015)

Figura 2 – Corte A-A - Caixa de visita/ decantação de Esgoto Cinza



Fonte: Autoria própria (2015)

Ainda não se dispõe de normas no país para projeto, execução e manutenção de sistemas de reuso. Alguns itens são contemplados na NBR 13969 (ABNT, 1997), porém há necessidade de um enfoque mais detalhado.

O tratamento das águas cinzas é realizado pelo conjunto: filtro 12fit-M e bomba 5F 1/2CV (modelo: JACUZZI), originalmente indicado para tratamento de água de piscina. Após passar pelo filtro de areia, esta água passa por um processo de microfiltração e adsorção com carvão ativado, sendo dimensionado de acordo com o volume de reservação.

Posteriormente reserva-se a água filtrada no reservatório de 2.000 litros, ao ser bombeada a água passa por pelo seguinte conjunto de filtros onde os resíduos com partículas de menor diâmetro são adsorvidas:

- Microfiltro Plissado fabricado em poliéster que remove partículas com Tamanho superior a 30 micra;
- Microfiltro em Carvão Ativado com elevado grau de pureza para Adsorver substâncias contaminantes da água como: monóxido de carbono, óxido de enxofre, Hidrocarbonetos, entre outros;
- A água tratada é disponibilizada em uma torneira no pavimento térreo conduzida por sistema de pressurização Schneider, tap-35c, com tanque de pressão e bomba centrifuga. Portanto, após a água cinza passar pelo tratamento descrito acima a mesma pode ser usada tanta para lavagem das calçadas como para rega dos jardins.

### 3 Resultados

Levando-se em conta que a duração 5 minutos de maior intensidade de chuva, é possível 52.440 litros neste período. Outra consideração é o índice de chuva média anual de Curitiba que é de 1560 mm, que para um telhado de 2.760 m<sup>2</sup> de captação, poderia se armazenar cerca de 4.305.600 litros por ano. Para os meses menos chuvosos, o índice mensal é de 50 mm, que para um telhado de 2.760 m<sup>2</sup>, poderia se armazenar cerca de 138.000 litros por mês.

Valores de projeto adotados e verificados:

Reservatório inferior:

- Volume total: 20.000 l

Reservatório superior:

- Volume total: 16.000 l
- Volume Consumo: 16.000 l

Área de Captação Pluvial: 2.760 m<sup>2</sup>

Levando-se em conta o índice máximo de precipitação pluviométrica de Curitiba, que é 228 mm/h, obtêm-se uma vazão de  $(2.760 \times 228)/60$ , ou seja 10.488 litros por minuto.

Para tal simulação foram utilizados como dados de entrada no software Netuno a demanda diária total de água per capita, população (fixa e flutuante do estabelecimento), área de contribuição do telhado, coeficiente de escoamento superficial e demanda total a ser substituída por água pluvial, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Dados de entrada do software

Demanda diária total de água per capita	50 LITROS
População	400
Área de contribuição do telhado	2.760 m <sup>2</sup>
Coeficiente escoamento superficial	0,8
Demanda total a ser substituída por água pluvial	20%
Volume do reservatório total	20.000 L
Volume do reservatório inferior	16.000 L
Volume do reservatório superior	4.000 L

Fonte: Autoria própria (2015)

Os volumes de consumo médio diário de águas pluviais e potável são indicados na Tabela 2. Em relação ao percentual de dias em que a demanda de água pluvial é atendida no período de análise, os resultados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 2 – Volumes médios diários

Volume consumido médio de água pluvial	2.858,31 Litros
Volume consumido médio de água potável	17.141,7 Litros
Volume médio de água pluvial extravasado	5.913,48 Litros

Fonte: Autoria própria (2015)

Tabela 3 – Percentual de atendimento da demanda por água de água pluvial

Atende completamente	67,40 %
Atende parcialmente	8,42 %
Não atende	24,18 %

Fonte: Autoria própria (2015)

## 5 Conclusões

A eficiência do sistema de aproveitamento de água de chuva é afetada, sobretudo pelo dimensionamento dos reservatórios de armazenamento dessa água. Além disso, o potencial de economia de água potável é função da relação entre o volume total de água pluvial consumida e a demanda de água potável no período. Por isso, é importante ressaltar que a escolha dos volumes dos reservatórios de águas pluviais no presente caso poderia ter sido diferente, de modo a otimizar o atendimento da demanda por água de chuva. Porém, a escolha das configurações mais adequadas ocorreu de acordo com os interesses finais de implantação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais em função de outros parâmetros do projeto como um todo (econômicos, área disponível para alocação dos reservatórios e logística operacional da empresa). Mesmo assim, os resultados obtidos através da simulação pelo software Netuno foram bastante satisfatórios e mostraram que os dados do projeto em questão são bastante apropriados.

Com relação ao reuso de água cinza o projeto teve a finalidade de atender o decreto 293/2006 estabelecido para o PURAE- lei municipal de Curitiba e portanto, institui-se o volume de 2000 litros para o reservatório de água cinza tratada. Apesar da água cinza tratada não alimentar pontos de consumo no interior da edificação para uso não potável, como descarga de vaso sanitário, esta função pode ser instalada adicionando um reservatório superior e registro para mudar a descarga dos vasos do reservatório de água da chuva para o de água cinza após o seu devido tratamento.

## Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: instalações prediais de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

\_\_\_\_\_. **NBR 8160**: instalação predial de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1999.

\_\_\_\_\_. **NBR 13969**: tanques sépticos - unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.



\_\_\_\_\_. NBR 15527: **água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos**. Rio de Janeiro, 2007.

\_\_\_\_\_. **NBR 10844**: instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

\_\_\_\_\_. **NBR 12266**: projeto e execução de valas para assentamento de tubulações de água, esgoto e águas pluviais. Rio de Janeiro, 1992

CARVALHO N. L.; HENTZ, P.; SILVA, J. M.; BARCELLOS, A. L. Reutilização de águas residuárias. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, n. 2, p. 3164 – 3171, mar. 2014.

CURITIBA. Lei nº 10.875, de 29 de março de 2003. **Cria no Município de Curitiba o programa de conservação e uso racional da água nas edificações – PURAE**. Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/multimedia/00086319.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2014.

FIORI, S.; FERNANDES V. M. C.; PIZZO, H. Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 19-30, jan./mar. 2006.

NETUNO. **Programa para cálculo do potencial de economia de água tratada utilizando água de chuva**. Desenvolvido pelo Professor Impedir Gisé. Laboratório de Eficiência Energética – LabEEE. UFSC, 2004.

NOSCHANG, M. C. da S. **Gestão e reúso da água em agroindústria**. 2011. 105 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade Ambiental) – Universidade FEEVALE, Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, 2011

OLIVEIRA, S. M. **Aproveitamento da água da chuva e reúso de água em residências unifamiliares**: estudo de caso em Palhoça/SC. 2005. 149 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SILVA, A.M.; MARTINS, C.T.; FERRABOLI, R.; JORGETTI, V.; ROMÃO JR, J. E. Revisão/atualização em diálise: água para hemodiálise. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**, v. 18, n. 2, p. 180-188, 1996.

TELLES D.D.; COSTA, R.H. **Reúso de água: conceitos e práticas**. 1. ed. São Paulo (SP): Ed. Edgard Blücher, 2010.