

ÁGUAS PLUVIAIS: UMA ALTERNATIVA PARA O FUTURO DAS CIDADES

Rafael Zini Ouriques¹ & Lidiane Bittencourt Barroso²

RESUMO --- Com o crescimento populacional e industrial acelerado, ocasionando em um aumento da demanda por água, intensificou-se o problema de escassez da mesma. Portanto, utilizar a água de chuva em atividades que não necessitem de uma boa qualidade, é uma maneira de diminuir o desperdício da mesma. O objetivo deste trabalho foi projetar um sistema de aproveitamento da água de chuva, para lavagem de veículos, em uma indústria concreteira de Santa Maria – RS. Para a concepção do sistema foi necessário conhecer a precipitação média anual do local de 123,40 mm, e a área de captação do estabelecimento, 1.756 m². Como já havia calhas e condutores verticais, foram definidos os condutores horizontais, para o transporte das águas pluviais ao reservatório, com inclinação de 4% e o diâmetro das tubulações de 200 mm calculados pelo programa Canais3.exe. Para o dimensionamento do reservatório, foram utilizados os Métodos de Azevedo Neto e o Método Prático Inglês. O tamanho do reservatório calculado foi de aproximadamente 10 m³. Portanto, se para lavar um veículo são gastos 150 litros de água, será possível lavar até 67 veículos, a cada precipitação que encher o reservatório calculado, ou seja, 10.000 litros de água.

ABSTRACT --- With the population acceleration and industrial growth, which causes an increase in water claim, the shortage problem has been intensified. Therefore, to use rainwater in activities which don't require a good quality of water is a way of reducing waste. The objective of this work was to design a rainwater utilization system to wash vehicles in an industry of concrete in Santa Maria – RS. In order to conceive the system, it was necessary to know the average annual precipitation of the site of 123.40mm, as well as the storage area of the establishment, of 1.756m². Since there were already gutters and vertical conductors, the horizontal conductors were defined to transport the rainwater to the reservoir, with the inclination of 4% and the diameter of the tube of 200 mm, defined by the program Canais3.exe. In order to size up the reservoir, were employed the Methods of Azevedo Neto and the Practical English Method. The calculated size of the reservoir was about 10m³. Therefore, if 150litres of water are spent to wash one vehicle it will be possible to wash until 67 vehicles at each precipitation that fills the calculated reservoir, that is, 10.000 litres of water.

Palavras - chaves: Área de contribuição, volume do reservatório, qualidade da água de chuva.

1) Bacharel em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário Franciscano-UNIFRA, Santa Maria - RS. E-mail: rafael_zini@yahoo.com.br

2) Professora assistente da Universidade Federal do Pampa-UNIPAMPA, Av. Tiarajú 810, 97546-550 Alegrete-RS. E-mail: lidianebarroso@gmail.com

INTRODUÇÃO

A água, recurso vital insubstituível, é um importante fator de produção para diversas atividades, é essencial para que ocorra o desenvolvimento econômico e tecnológico de uma região.

Com a inserção de novas empresas no mercado globalizado, há uma maior exigência em tecnologia, isto é, excelente padrão de qualidade e produtos com um alto valor agregado. Soma-se a tudo isto a preocupação mundial com a escassez dos recursos naturais disponíveis, e as conseqüências negativas que o sistema produtivo vem causando no planeta nas últimas décadas. Segundo Cecchin (2003), em muitas empresas, há o esquecimento de que o ecossistema industrial e o ecossistema natural são o mesmo, que a partir de agora, deve ser administrado de maneira responsável.

A busca por novas fontes de abastecimento de água torna-se urgente em todo o planeta, devido à crescente ocupação territorial e o vertiginoso crescimento populacional de centros urbanos (GONÇALVES, 2006).

A sensibilização da população, na importância da utilização racional da água tratada, incentivando o uso de água de chuva para usos não potáveis, minimizaria os problemas de escassez de água e os impactos causados pelas chuvas, devido à urbanização como enchentes e erosões (FENDRINCH, 2002).

A captação da água de chuva para fins não-potáveis é executada a milhares de anos, realizada de maneira artesanal nas regiões áridas e semi-áridas (GROUP RAINDROPS, 2002).

Segundo May (2004), existe um sistema de coleta e aproveitamento da água de chuva, no deserto de Negev (Israel), a mais de 4.000 anos. Na cidade de Oxkutzcab, no monte Puuc (México), a agricultura era baseada na coleta de água de chuva, onde esta era armazenada em cisternas com capacidade de 20.000 a 45.000 litros, as “Chultuns”.

De acordo com Fendrich & Oliynik (2002), em Singapura, 1992, a água de chuva começou a ser coletada das coberturas e das pistas de decolagem no aeroporto de Changi, sendo esta utilizada nos vasos sanitários dos banheiros. Em Yogyakarta, Indonésia, a infiltração da água de chuva é obrigatória para conservar os aquíferos subterrâneos. Na Alemanha a água de chuva é utilizada para conservar o lençol subterrâneo e a Holanda e na Dinamarca estão fazendo esforços para seguir o exemplo da Alemanha. Em Tóquio, há a participação ativa da população no aproveitamento das águas pluviais, para evitar enchentes urbanas e prevenir a recarga das fontes subterrâneas.

No Brasil, vários trabalhos e projetos estão sendo elaborados por pesquisadores da área. No município de Curitiba-PR, a idéia da coleta e utilização das águas pluviais, tem por objetivo economizar a água tratada do sistema de abastecimento público, que vem sendo usada no setor de lavagem de veículos e em postos de combustíveis (FENDRICH, 2002). No município de Santa

Maria-RS, alguns pesquisadores tem elaborado projetos sobre o tema do aproveitamento de água de chuva para fins não-potáveis, como: Tamiosso (2007), Trindade & Barroso (2008), Ouriques et al (2008) e outros.

Porém a maioria dos estados brasileiros não possui ainda normas regulamentadoras para o aproveitamento destas águas. Em 1934 foi instaurado o Código de Águas que traz alguns comentários sobre as águas pluviais. Recentemente, foi elaborada e aprovada a NBR 15527 (ABNT, 2007) que fornece os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.

O aproveitamento das águas pluviais vem sendo utilizado em diferentes setores, como visto anteriormente, motivo este por apresentar uma redução significativa no consumo de água tratada e conseqüente redução de despesas (GIACCHINI & ANDRADE FILHO, 2008). De acordo com Tomaz (2003), com o aproveitamento de água de chuva estima-se uma economia de 30% de água potável.

Um sistema de coleta, armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais é um instrumento importante no controle do balanço hídrico, como medida corretiva e mitigadora do impacto causado ao ciclo hidrológico local, pelas atividades humanas, que buscam retardar o escoamento superficial das águas das chuvas intensas, diminuindo os níveis de água máximos das enchentes urbanas, nas vertentes, córregos e canais dos vales receptores das águas pluviais (FENDRICH, 2002).

De acordo com a revista *Téchne* (2008), o sistema de aproveitamento de água pluvial para usos não-potáveis é formado pelos seguintes subsistemas ou componentes: captação; condução; tratamento; armazenamento; tubulações sob pressão; sistema automático ou manual de comando; e utilização, apresentados na figura 1.

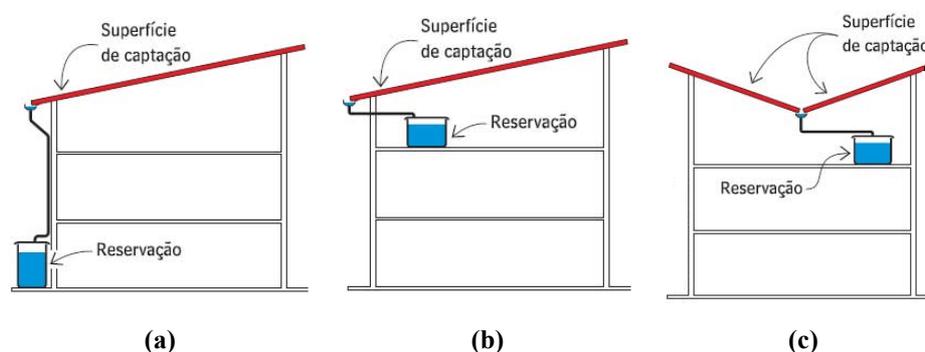


Figura 1 - Sistema de captação das águas pluviais.

Fonte: TÉCHNE (2008).

O funcionamento deste sistema consiste de maneira geral, na captação da água pluvial, onde a água é conduzida até o local de armazenamento por meio de calhas, condutores horizontais e

verticais, passando por equipamentos de filtragem e descarte de impurezas. Após passar pelo filtro, a água é armazenada em reservatório, pré-dimensionado, para assim poder ser utilizada, conforme figura 2.

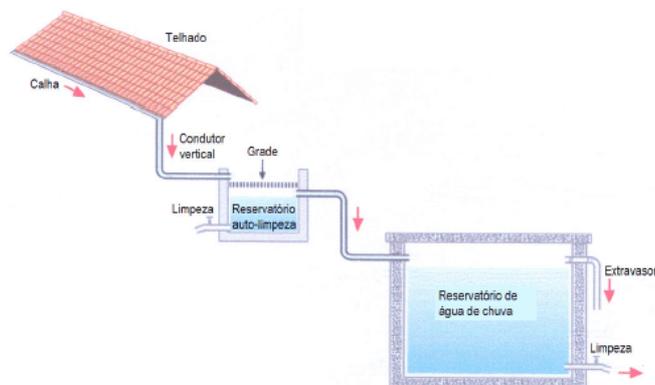


Figura 2 - Esquema de coleta de água de chuva com reservatório.

Fonte: MAY (2004).

O objetivo deste trabalho foi projetar um sistema de aproveitamento da água de chuva, para lavagem de veículos, em uma indústria concreteira de Santa Maria – RS, onde se fez necessário definir os componentes da instalação predial de águas pluviais, conhecer o consumo de água nas lavagens, estabelecer o volume de chuva aproveitável e dimensionar o reservatório de água de chuva.

METODOLOGIA

O sistema de aproveitamento da água de chuva foi proposto na área edificada da indústria concreteira, apresentada na figura 3. A motivação para o trabalho surgiu do fato que esta indústria consome diariamente água em abundância, durante o processo de limpeza de seus veículos, para evitar que argamassa e/ou concreto fiquem aderidos na lataria da betoneira dos caminhões. Com o armazenamento da água de chuva, também podem ser lavados os demais veículos utilizados no transporte de matérias-primas: areia, brita e/ou cimento.



Figura 3 - Vista superior da indústria concreteira.

Fonte: SUPERTEX (2008).

Como na área edificação havia calhas e condutores verticais instalados, foi proposta a adaptação dos mesmos, para redirecionar o escoamento da água de chuva a um reservatório de armazenamento, por meio de condutores horizontais. Para a adaptação deste sistema e definição dos componentes da instalação predial foi utilizada a NBR 10844 (ABNT, 1989), que fixa exigências e critérios necessários aos projetos das instalações de drenagem de águas pluviais, visando a garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia.

Os condutores horizontais foram dimensionados com auxílio do programa Canais3.exe (Porto, 2003), com os seguintes dados de entrada: a vazão total de projeto, dada pela equação (1); a declividade do condutor adotada igual a 4% (valor máximo admitido por norma) e 0,011 para o coeficiente de rugosidade referente a tubulação de PVC.

$$Q = \frac{I \cdot A}{60}, \quad (1)$$

em que: Q = vazão de projeto, litros/minutos (L/min); I = intensidade pluviométrica, milímetros/hora (mm/h); e A = área de contribuição, metros quadrados (m²), pela equação (2):

$$A = \left(a + \frac{h}{2} \right) \cdot b, \quad (2)$$

em que: a = largura, metros (m); h = altura, m; e b = comprimento, m.

A edificação possui telhado de zinco em formato *shed*, exemplificado em corte na figura 5, contendo onze *sheds* no total. No dimensionamento da área total de contribuição utilizaram-se apenas oito *sheds*, devido à dificuldade de acesso aos demais, observada a demarcação da figura 3.

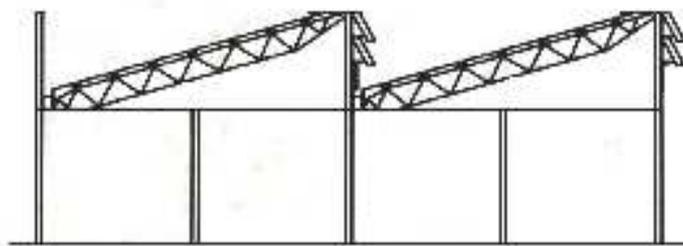


Figura 5 - Telhado tipo *shed*.

A partir da definição de valores adequados para a duração de precipitação e o período de retorno, tomam-se como base dados de precipitação local, conforme recomendações da NBR 10844 (ABNT, 1989), obtiveram-se a intensidade pluviométrica.

Para estimar a demanda de água foi preciso encontrar valores relacionados ao consumo mensal na lavagem de veículos em função da quantidade destes. No mês de julho de 2008 foram efetuadas 398 entregas pela indústria (SUPERTEX, 2008). Segundo Tomaz (2003) e Fendrich & Oliynik (2002), para a lavagem de um veículo, freqüentemente, são gastos 150 litros de água.

O volume de chuva aproveitável foi estabelecido por meio da precipitação média anual do município onde se localiza a indústria, utilizando-se dados históricos de 10 anos, da figura 4, obtida pelo sistema de Monitoramento Agrometeorológico - AGRITEMPO. Sabe-se que quanto maior for esta série histórica, mais preciso é o cálculo do volume do reservatório (TOMAZ, 2003).

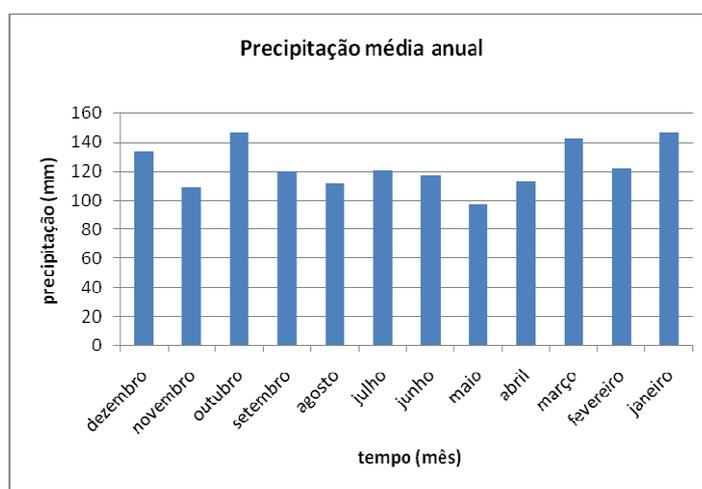


Figura 4 - Precipitação média anual de Santa Maria-RS.

Fonte: AGRITEMPO (2008).

De acordo com a NBR 15527 (ABNT, 2007), existem vários métodos para encontrar o volume do reservatório da água de chuva, podendo ser citados os Métodos de Azevedo Neto, de Rippl, da Simulação, o Prático Inglês, entre outros. Neste projeto foram utilizados dois dos métodos descritos nesta norma: o Método de Azevedo Neto e o Método Prático Inglês.

O Método de Azevedo Neto é utilizado para satisfazer o consumo médio dos usuários com águas pluviais, ou seja, não é o mais adequado para o dimensionamento do reservatório, mas foi utilizado para comparação. Este consiste na determinação do volume de chuva, pela equação (3):

$$V = 0,042 \cdot P \cdot A \cdot T \quad (3)$$

em que: V = volume de água de reservatório, L; P = precipitação média anual, mm; A = área de coleta em projeção, m²; e T = meses de pouca chuva ou seca.

O Método Prático Inglês é a forma mais adequada para dimensionar o reservatório da água de chuva, pois este baseado no aproveitamento da chuva média anual do local. Neste método necessita-se conhecer apenas a precipitação média anual e a área de coleta em projeção, veja a equação (4):

$$V = 0,05 \cdot P \cdot A \quad (4)$$

em que: V = volume de água de reservatório, L; P = precipitação média anual, mm; e A = área de coleta em projeção, m².

A qualidade da água de chuva depende de onde é coletada, ou seja, antes de atingir o solo, após escorrer pelo telhado, dentro do reservatório até o ponto de uso. Tomaz (2003) descreve a qualidade da água de chuva em diferentes pontos durante o percurso.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da concepção do sistema de aproveitamento das pluviais foram: os componentes da instalação predial de águas pluviais: área de contribuição, intensidade pluviométrica e vazão de projeto; o consumo de água nas lavagens; o volume de chuva aproveitável e do reservatório de água de chuva.

A área de contribuição é de 219,5 m², determinada a partir da equação (2), em que a largura (a), comprimento (b) e altura (h) para cada *shed*, são respectivamente 10,0 m, 20,0 m e 1,95 m. Como utilizaram-se oito *sheds*, a área total de contribuição considerada é de 1.756 m².

A intensidade pluviométrica em Santa Maria-RS é de 122 mm/h, adotando 5 minutos para a duração de precipitação e 5 anos para o período de retorno, fixado segundo as características da área de telhado a ser drenada.

Conhecida a área de contribuição de cada *shed* de 219,5 m², e a intensidade pluviométrica do local de 122 mm/h, foi possível encontrar a vazão de projeto substituindo-os na equação (1), igual a 446,3 L/min por *shed*, ou seja, 0,0074 m³/s. Portanto, a vazão total de projeto foi de 0,0592 m³/s, utilizando os oito *sheds*.

Com a vazão total de projeto de 0,0592 m³/s, a declividade da calha de 4% e o coeficiente de rugosidade de 0,011, determinou-se igual a 200 mm, o diâmetro dos condutores horizontais pelo

programa Canais.exe, considerando o escoamento com lâmina de altura igual a 66% do diâmetro interno da tubulação.

Sendo adotado o mês de julho de 2008, ou seja, as 398 entregas, para o levantamento do consumo médio na indústria concreteira e considerando que são gastos em média 150 litros de água para a lavagem de cada veículo; a quantidade de água consumida neste mês foi de 59,7 m³.

A precipitação média anual igual a 123,40 mm, no município de Santa Maria-RS, foi obtida pela média aritmética dos valores da figura 4.

Sabendo que a precipitação média anual do local é de 123,40 mm, a área total de contribuição é de 1.756 m² e adotando um mês de pouca chuva ou seca, determinou-se o volume do reservatório pelo Método de Azevedo Neto, conforme equação (3), igual a aproximadamente 10 m³. O volume do reservatório determinado pelo Método Prático Inglês, pela equação (4), também foi de aproximadamente 10 m³, para os mesmos valores de precipitação e área de contribuição.

Com a captação da água de chuva, a indústria pode armazenar aproximadamente 10 m³ de água, sendo esta suficiente para lavar até 67 veículos, a cada precipitação que encher o reservatório.

De acordo com Fendrich & Oliynik (2002), a primeira porção de água deve ser descartada do sistema de utilização de águas pluviais. Conforme Terry apud Tomaz (2003), devem ser eliminados de 1mm a 2mm de água de chuva. Já para Pacey & Coli apud Tomaz (2003), os primeiros 20 minutos devem ser rejeitados.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Para a instalação do sistema, foi necessário adaptar as calhas e os condutores verticais, existentes, e acrescentar os condutores horizontais de 200 mm para o transporte da água ao reservatório de 10 m³. A cada evento de precipitação que encher este reservatório, será suficiente para lavar até 67 veículos, representando pelo menos 17% de economia de água tratada.

Dependendo da finalidade da água de chuva, Fendrich & Oliynik (2002) recomenda processos de pré-filtração e tratamento, para atingir níveis de qualidade de acordo com o uso. Deixando bem claro aqui, que a água armazenada será estritamente para a lavagem de veículos, não havendo a necessidade de um tratamento mais avançado.

Portanto utilizar a água de chuva para fins menos nobres como lavar carros, regar jardins, utilizar em bacias sanitárias, etc., minimizaria os problemas de escassez de água doce e as enchentes e erosões em áreas urbanas. Sensibilizar a população e as empresas, sobre a importância da utilização racional da água tratada, aproveitando as águas pluviais, é um ótimo negócio para o consumidor, na diminuição de tarifas, e para o ambiente, que sofre com os períodos de estiagem.

Para que ocorram mudanças direcionadas para o aproveitamento da água de chuva, com bases técnicas legais e com qualidade, é importante o conhecimento, a discussão e a participação dos governos e municípios sobre os benefícios da utilização deste recurso. Portanto, uma política empresarial deve buscar estes benefícios, tanto internos como externos. Do ponto de vista interno, suas vantagens estão relacionadas com a economia da taxa de água e sensibilização dos colaboradores. Externamente, os benefícios associam-se à imagem que cada empresa constrói perante um importante parceiro: o consumidor, o qual está cada vez mais exigente em relação aos aspectos sócio-ambientais e a própria natureza.

BIBLIOGRAFIAS

ABNT (1989). Associação Brasileira de Normas Técnicas. “*NBR 10844. Instalações prediais de águas pluviais*”. Rio de Janeiro.

ABNT (2007). Associação Brasileira de Normas Técnicas. “*NBR 15527. Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos*”. Rio de Janeiro.

AGRITEMPO (2008). “*Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. Dados Meteorológicos – Santa Maria (INMET)*”. Disponível em <<http://www.agritempo.gov.br/agroclima/sumario?uf=RS>> Acessado em 14 de agosto.

BRASIL (2008). “*Decreto n.24.643, de 10 de julho de 1934*”. Decreta o Código de Águas. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm> Acessado em 13 de agosto.

CECCHIN, C. (2003). “*Reuso de água: Um modelo proposto para a redução de consumo de água industrial através da metodologia do gerenciamento de processos*”. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis.

FENDRINCH, R. (2002). “*Coleta, armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais na drenagem urbana*”. Tese de doutorado, Curso de Pós-graduação em Geologia Ambiental – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

FENDRICH, R. & OLIYNIK, R. (2002). “*Manual de utilização das águas pluviais: 100 maneiras práticas*”. Curitiba, PR: Chain.

GONÇALVES, R. F. (2006). “*Uso Racional da Água em Edificações*”. Rio de Janeiro: ABES, PROSAB.

- GROUP RAINDROPS (2002). *“Aproveitamento da água da chuva”*. Makoto Murase(Org.). Tradução: Massato Kobiyama; Cláudio Tsuyoshi Ushiwata; Manoela dos Anjos Afonso. Tradução de: Yatte Miyo Amamizu Riyo. Curitiba: Organic Trading, 196p.
- MAY, S. (2004). *“Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações”*. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo.
- GIACCHINI, M. & ANDRADE FILHO, A. G. (2008). *“Utilização da água de chuva nas edificações industriais”*. II Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais.
- OURIQUES, R. Z. et al (2008). *“Aproveitamento da água de chuva em Escola para fins não-potáveis, Santa Maria – RS”*. In: VI Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, Porto Alegre – RS.
- PORTO, R. M (2003). In: Hidráulica Básica. *“Canais3.exe: escoamento uniforme em canais”*. São Carlos: EESC-USP. Disponível em: <<http://www.shs.eesc.usp.br/graduacao/disciplinas/programas/default.htm>> Acesso em 01 de novembro de 2008.
- SUPERTEX – Soluções em concreto. Disponível em: <<http://www.supertex.com.br>> Acesso em: 25/11/2008.
- TAMIOSSO, C. F. (2007) *“Captação da água da chuva no laboratório de engenharia ambiental”*. Trabalho final de graduação (TFG). Centro Universitário Franciscano. Curso de Engenharia Ambiental. Santa Maria.
- TÉCHNE – *“A revista do engenheiro”* (2008). Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/133/artigo77982-1.asp>> Acesso em 13 de agosto.
- TOMAZ, P. (2003). *“Aproveitamento de água de chuva”*. São Paulo: Navegar, 2003.
- TOMAZ, P. (2001). *“Economia de água para empresas e residências”*. São Paulo: Navegar. 2001.
- TRINDADE, G. G. & BARROSO, L. B. (2008). *“Aproveitamento da água de chuva em Empresa, Alegrete – RS”*. In: VI Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental, Serra Negra – SP.