

IV-036 - ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO USO DA ÁGUA DE CHUVA EM RESIDÊNCIA DE INTERESSE SOCIAL

João Paulo Mendes⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)

Leonardo Fontanela

Engenheiro Civil pela Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)

Alexandre Vargas

Engenheiro Civil pela Fundação Universitária de Blumenau (FURB), Mestrando em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC).

Álvaro José Back

Engenheiro Agrônomo, Dr, Engenharia de Recursos hídricos e Saneamento Ambiental, Professor do PPGCA da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)

Endereço⁽¹⁾: - Estrada Geral Rio Barro Vermelho, s/n – Bairro De Villa, CEP 88840-000 - Urussanga – SC - Tel:+55 (48) 9633 1752, e-mail: jota_pm@hotmail.com

RESUMO

Questões sobre a conservação e preservação dos recursos hídricos são assuntos que vêm se tornando cada vez mais frequentes, tendo em vista que é um recurso imprescindível à vida, e está se tornando cada vez mais escasso devido à degradação do mesmo causado pelo próprio homem, provocando a deterioração e a diminuição da quantidade e qualidade da água. Os sistemas de captação e aproveitamento de água pluvial são soluções sustentáveis que contribuem para uso racional da água, contribuindo também para redução de impactos ambientais, proporcionando a conservação dos recursos hídricos para as futuras gerações. O presente trabalho tem por objetivo desenvolver um sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais para residências de interesse social, mostrando a eficiência do sistema e o tempo de retorno, para assim determinar a viabilidade econômica do sistema. Para este objetivo ser alcançado, foi preciso levantar dados referentes à intensidade pluviométrica da região, bem como determinar a demanda a ser atendida e a área de coleta da edificação. Com estes dados partiu-se para o dimensionamento do sistema e assim determinar a viabilidade econômica da implantação do sistema.

PALAVRAS-CHAVE: Aproveitamento, águas pluviais, dimensionamento.

INTRODUÇÃO

Atualmente com o crescimento acelerado populacional, a escassez hídrica tem se tornado um sério problema mundial, o que têm alertado para que pesquisadores e engenheiros busquem medidas e soluções para o gerenciamento destes recursos, levando-se em consideração os aspectos sociais, econômicos, técnicos e ambientais.

Existe uma grande preocupação da sociedade em relação à conservação dos recursos naturais. Dentre alguns destes recursos, a água é um dos mais valiosos, uma vez que é indispensável para a vida no nosso planeta. Segundo Thomas (2003) estima-se que as necessidades hídricas mundiais devam dobrar nos próximos 25 anos, e que quatro bilhões de pessoas - metade da população mundial - poderão enfrentar grave escassez de recursos hídricos até o ano 2025. Esta escassez além de ser resultante de precipitações irregulares é também fruto principalmente da ação humana identificada no deficitário manejo dos recursos hídricos, relacionados a poluição hídrica, altos níveis de perdas no sistema de abastecimento e um alto desperdício de água pelo usuário final, que geram grandes pressões nos sistemas de abastecimento de água dos centros urbanos.

Medidas a fim de reduzir o consumo e a busca por fontes alternativas de água vêm se tornando cada vez mais frequentes e necessárias. Uma das alternativas para reduzir o consumo de água é o desenvolvimento de um sistema para o aproveitamento da água da chuva para utilização em fins não potáveis.

O aproveitamento de água é uma prática que vem sendo aplicado há anos em todo o mundo como medida para minimizar sua escassez. Diante disso, devemos considerar como uma atividade mais abrangente, que

compreende também o controle de perdas e desperdícios, a minimização da produção de efluentes e do consumo de água, que devem ser objetivos a serem perseguidos por cada cidadão.

Para que os impactos ambientais provocados pela escassez de água possam ser minimizados é necessário o desenvolvimento de novas formas de utilização deste recurso, e a captação da água da chuva é uma dessas formas (GONÇALVES, 2006). Cresce o número de grandes cidades e regiões metropolitanas brasileiras que vivem situação de escassez e degradação dos recursos hídricos, o que torna necessário a adoção de programas de conservação de água.

Entre os programas de conservação de recursos hídricos, sobressai o de substituição de fontes. Consiste basicamente em desenvolver novas fontes de recursos hídricos em substituição às já existentes, especialmente sob condições em que a nova fonte sirva a usos menos exigentes (menos "nobres"). O aproveitamento de água da chuva em edificações para utilização em fins não potáveis se enquadra nessa categoria. (REVISTA TECHNE, 2010)

A captação e aproveitamento da água da chuva é uma prática muito difundida em países como a Alemanha e Austrália, pois novos sistemas vêm sendo estudados e desenvolvidos, permitindo uma captação de água de boa qualidade de maneira simples e bastante efetiva em termos de custo benefício. A utilização de água de chuva traz várias vantagens (AQUASTOCK, 2005):

- Redução do consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento da mesma;
- Evita a utilização de água potável onde esta não é necessária, como por exemplo, na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagem de pisos, etc.;
- Os investimentos de tempo, atenção e dinheiro são mínimos para adotar a captação de água pluvial na grande maioria dos telhados, e o retorno do investimento é sempre positivo;
- Faz sentido ecológica e financeiramente não desperdiçar um recurso natural escasso em toda a cidade, e disponível em abundância no nosso telhado;
- Ajuda a conter as enchentes, represando parte da água que teria de ser drenada para galerias e rio;
- Encoraja a conservação de água, a auto-suficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da cidade.

O sistema de aproveitamento de águas pluviais além da sua conservação, também reduz o escoamento superficial o que conseqüentemente tende a diminuir o risco de inundações, devido ao fato de as cargas nos sistemas de coleta ser menor.

A fim de garantir para o sistema características como funcionalidade, segurança, higiene, durabilidade e economia, devem-se elaborar projetos de captação, transporte e armazenamento da água pluvial, de acordo com os requisitos para tal.

Para dimensionar um sistema de aproveitamento da água da chuva para residências de interesse social, devem-se levar em consideração dois fatores muito importantes: a determinação da demanda de consumo e os estudos das séries históricas de precipitação da região.

O sistema proposto tem por objetivo a utilização da água pluvial para uso de fins não potáveis, tais como: descargas de bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas e limpeza de pátios. A água da chuva considerada para esses usos é a água resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas e telhados, onde não haja circulação de pessoas, veículos ou animais.

Esta pesquisa tem como finalidade a análise da implantação de um sistema para captação e armazenamento de águas pluviais em residências de interesse social, focando a viabilidade técnica/econômica do projeto, como alternativa para reduzir custos com água tratada e contribuir com o meio ambiente, proporcionando uma correta destinação desse bem.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi baseado em residências de interesse social construídas na região de Criciúma (SC). Para determinar o tipo de edificação, foram analisados modelos de edificações construídos com maior frequência, podendo assim determinar a área de cobertura adotada como padrão para análise técnica e econômica do sistema de captação e aproveitamento da água da chuva em residências de interesse social.

O projeto arquitetônico também foi fundamental para dimensionamento do sistema, pois é através de informações como número de dormitórios e pontos de consumo que se determina a quantidade de pessoas e assim, os dispositivos necessários para o sistema. Adotou como padrão modelo de casas em torno de 40,50 m², em virtude de ser o modelo de planta mais comum na construção de casas de interesse social hoje na região de Criciúma.

Nas Figuras 1 e 2 é mostrado o modelo de casa adotado como modelo padrão de residência de interesse social para desenvolvimento do sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais.

O dimensionamento do sistema de coleta e armazenamento da água da chuva foi realizado com base nos dados da estação pluviométrica de Içara (BACK, 2002) adotando os critérios da NBR 10844/1989 e ABNT (2007). Para avaliar a viabilidade econômica foram orçados os valores do sistema da captação, armazenamento e distribuição da água pluvial bem como os benefícios com a redução de custos com o consumo de água potável.

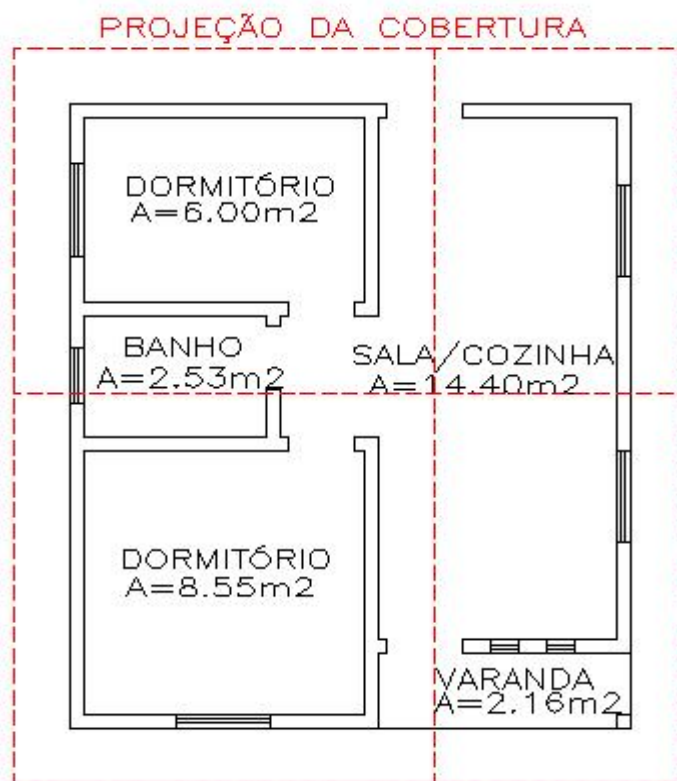


Figura 1: Planta baixa modelo casa de interesse social (área de 40,50m²).

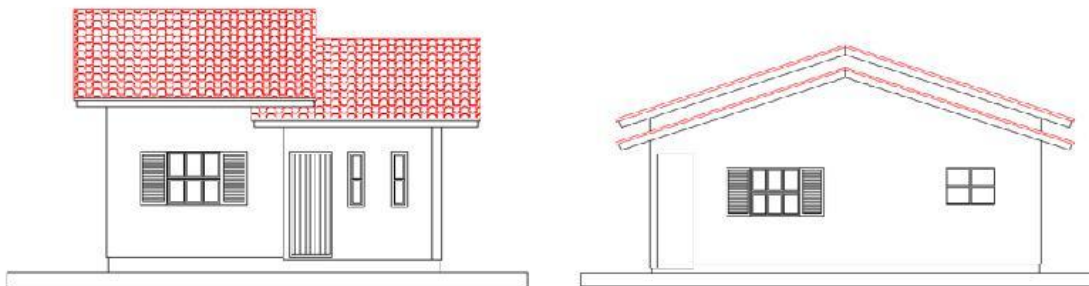


Figura 2: Fachada frontal e lateral modelo casa de interesse social (área de 40,50m²)

Para determinar o consumo de água para fins não potáveis, foi necessário fazer o levantamento dos pontos que o sistema atenderia. Para o estudo em questão, os pontos atendidos pela água aproveitada da chuva são: vaso sanitário, rega de jardim e lavagem de carro. Pontos como lavagem de roupa e chuveiro não serão atendidos pelo sistema, pois necessitariam de um tratamento a fim de melhorar sua qualidade para que pudesse ser utilizada para estes fins.

Para realizar a estimativa do consumo de água para fins não potáveis da edificação, foi necessário um levantamento dos aparelhos consumidores desta água, assim como características tais como: frequência e tempo com que os mesmos são utilizados.

Estes dados são de fundamental importância para o estudo para que seja possível a estimativa do consumo médio de água para cada ponto, e desta forma verificar a demanda de água em usos com fins não potáveis, podendo então, mensurar a economia que pode ser conseguida através do sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais.

Para o consumo de água foram considerados os usos não potáveis dados pela água suada no vaso sanitário e a água suada para lavagem de carros e rega de jardins, estadios de acordo co dados de Prosab (2006).

Tabela 1: Demanda de água não potável.

Demanda	Consumo mensal (m³)
Vaso sanitário	2,88
Rega jardim	0,80
Lavagem de carro	0,08
Total	3,76

Para determinar o volume de produção mensal de águas pluviais, foi utilizada a Equação 13 (NBR 0844/1989) dada por:

$$V = P.A.C \quad \text{equação (1)}$$

Em que: P = Precipitação média (mm);

A = Área de captação (m²) ;

C = Coeficiente de escoamento, sedo adotado C = 0,80;

A eficiência do sistema foi calculado de acordo com a fórmula citada por Prosab (2006), dada por

$$Ef = \frac{Q_{ac}}{Q_{np}} 100 \quad \text{equação (2)}$$

Em que: Ef = eficiência do sistema (%)

Q_{ac} = produção de água;

Q_{np} = demanda de água não potável.

O sistema de abastecimento de água da casa de interesse social em questão é composto por duas partes: a primeira parte do sistema é responsável pelo abastecimento de água potável, sendo composta por tubos, registros, conexões e uma caixa d'água de 500 L. A segunda parte do sistema é a responsável pelo abastecimento de água para fins não potáveis, e é composta por tubos, registros, conexões, calhas, telas, duas caixas d'água, sendo uma superior de 500 L e uma inferior (cisterna) de 3.000l, um reservatório de descarte e um conjunto moto-bomba.

RESULTADOS E DICUSSÃO

Na Tabela 2 constam os valores de precipitação média mensal, do volume aproveitável da água da chuva e a eficiência para a demanda de mensal 3,76 m³ de água não potável.

Tabela 2: Eficiência do sistema de aproveitamento de águas pluviais.

<i>Mês</i>	<i>Precipitação média (mm)</i>	<i>Volume aproveitável (m³)</i>	<i>Eficiência (%)</i>
Janeiro	294,3	10,28	100,0
Fevereiro	293,2	10,24	100,0
Março	170,5	5,96	100,0
Abril	100,0	3,49	92,9
Maio	31,2	1,09	29,0
Junho	49,1	1,72	45,6
Julho	67,9	2,37	63,1
Agosto	179,4	6,27	100,0
Setembro	359,4	12,56	100,0
Outubro	80,1	2,80	74,4
Novembro	142,4	4,97	100,0
Dezembro	115,8	4,05	100,0

Foram geradas plantas com os sistemas de água potável e não potável conforme exemplificado na Figura 3.



Figura 3: Sistema de água potável e não potável.

Para um melhor entendimento do sistema de abastecimento da casa em estudo, as duas partes do sistema foram diferenciadas por cores, onde em azul está representado o sistema de abastecimento de água potável, e em verde o sistema de abastecimento de água para fins não potáveis, ou seja, o sistema de aproveitamento de água da chuva Figura 4.



Figura 4: Sistema de abastecimento de água potável

As caixas d'água apresentam na sua parte superior, um extravasor que tem por finalidade impedir que a caixa d'água transborde, podendo ser por motivos climáticos, como por exemplo, um abastecimento excessivo de água provocado por uma precipitação intensa.

Porém, deve-se salientar que assim como acontecem precipitações intensas, também podem ocorrer períodos de estiagens. Ocorrendo este fenômeno, os pontos de água para fins não potáveis seriam prejudicados, pois seriam alimentados somente pela quantidade de água existente na cisterna e na caixa d'água superior, provocando assim, falta de água para estes fins.

A fim de evitar este problema, o sistema desenvolvido apresenta uma tubulação auxiliar para abastecimento da caixa d'água em casos de estiagens, ou mesmo quando a quantidade de água da chuva não for suficiente para atender a demanda. O sistema consiste em fazer uma ramificação da tubulação que vem da concessionária, passando por um registro que tem por finalidade, liberar ou restringir o fluxo de água da concessionária para alimentação do sistema de água para fins não potáveis (Figura 5).

Os pontos de água para fins potáveis são alimentados diretamente pela rede da concessionária, passando por um registro de medição e ficando armazenada para o uso num reservatório superior de 500 L (Figura 6). A saída para o consumo se dá através de um registro de esfera, que através de uma tubulação de Ø 25 mm conduz a água até os pontos de consumo. Os pontos de consumo com fins potáveis são: chuveiro e pias, e se houver máquinas para a lavagem de roupa, a mesma também deve ser atendida pela água potável

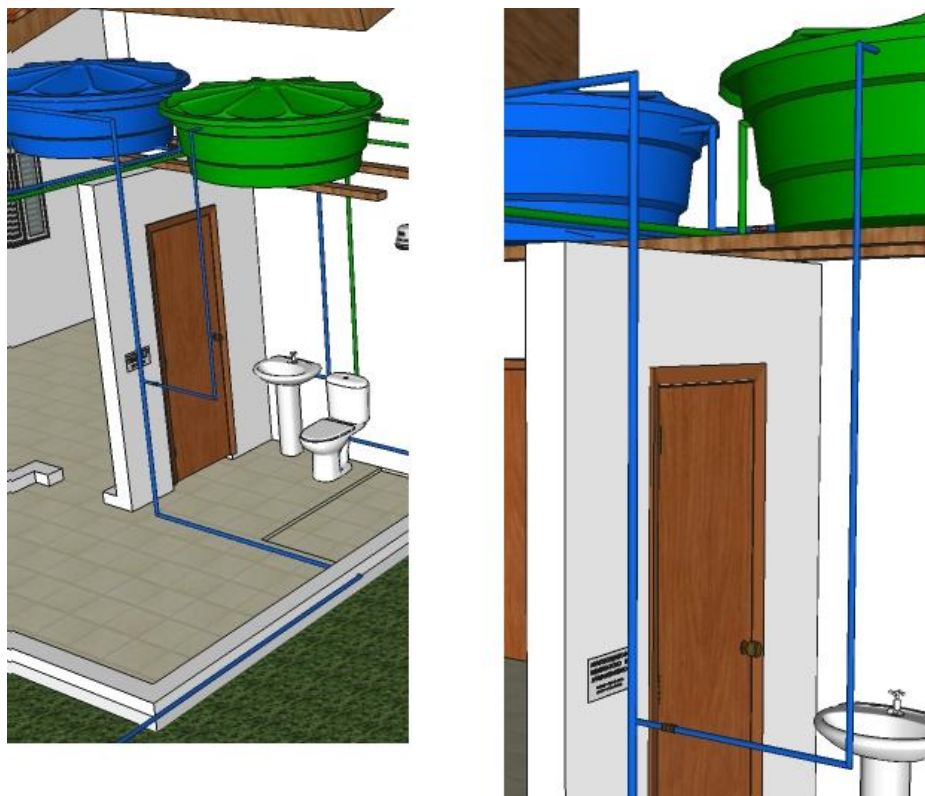


Figura 5: Abastecimento auxiliar do reservatório de água para fins não potáveis

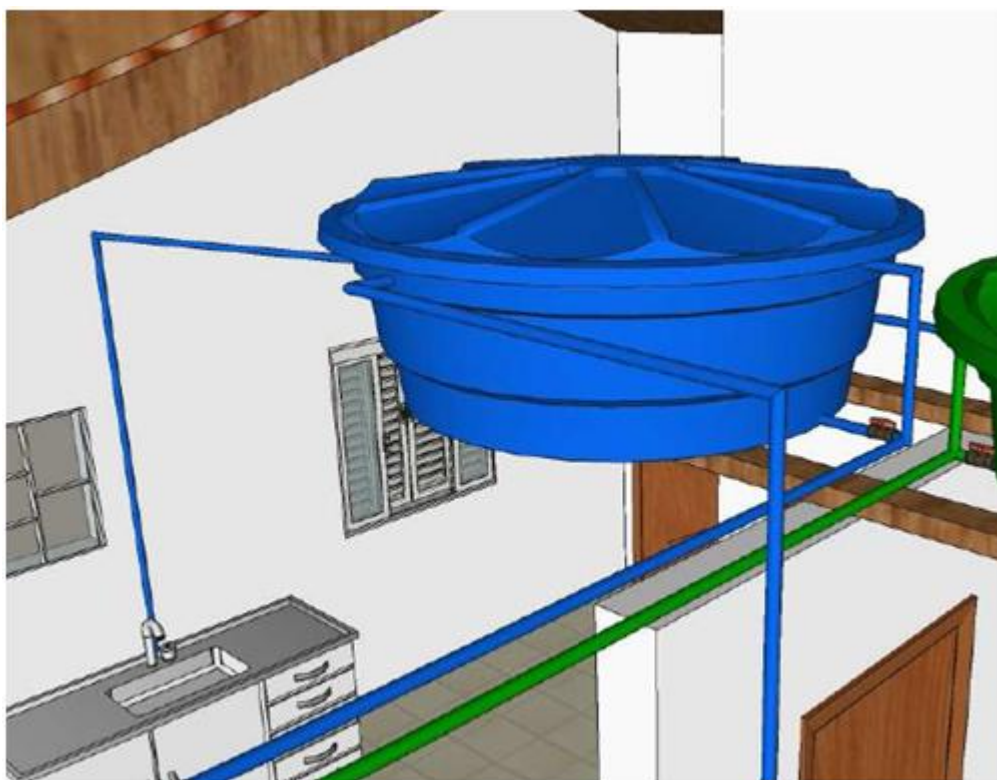


Figura 6: Reservatório superior da água potável.

Os pontos de água para fins não potáveis são alimentados por uma cisterna com capacidade de 3.000 L (Figura 7), que recebe a água da chuva dos telhados por meio de calhas e condutores. Uma bomba tem a função de conduzir a água desta cisterna para um reservatório superior de 500 L. A saída para consumo também se dá através de um registro de esfera e uma tubulação com diâmetro de 25 mm. Os pontos de consumo não potáveis são: vaso sanitário e torneiras para lavagem de carro e rega de jardim. A alimentação do vaso sanitário somente se dá com uma tubulação de diâmetro de 25 mm devido ao fato de ter sido adotado um vaso com caixa acoplada, caso contrário, a mesma deveria ser obrigatoriamente de maior diâmetro.



Figura 7: Sistema de abastecimento e armazenamento de água não potável

Como a água utilizada não sofre nenhum tipo de tratamento, alguns cuidados devem ser tomados a fim de evitar que futuramente a mesma possa ser utilizada, não de maneira intencional, para fins potáveis, tais como alimentação, banho, entre outros. Dessa forma, os pontos que utilizam da água da chuva devem apresentar algum tipo de identificação, tais como placas ilustrativas, ou sistema de travamento nos dispositivos, altura do registro, entre outros, com o intuito de evitar que crianças ou até mesmo adultos não utilizem do sistema da forma ao qual foi destinado (Figura 8).

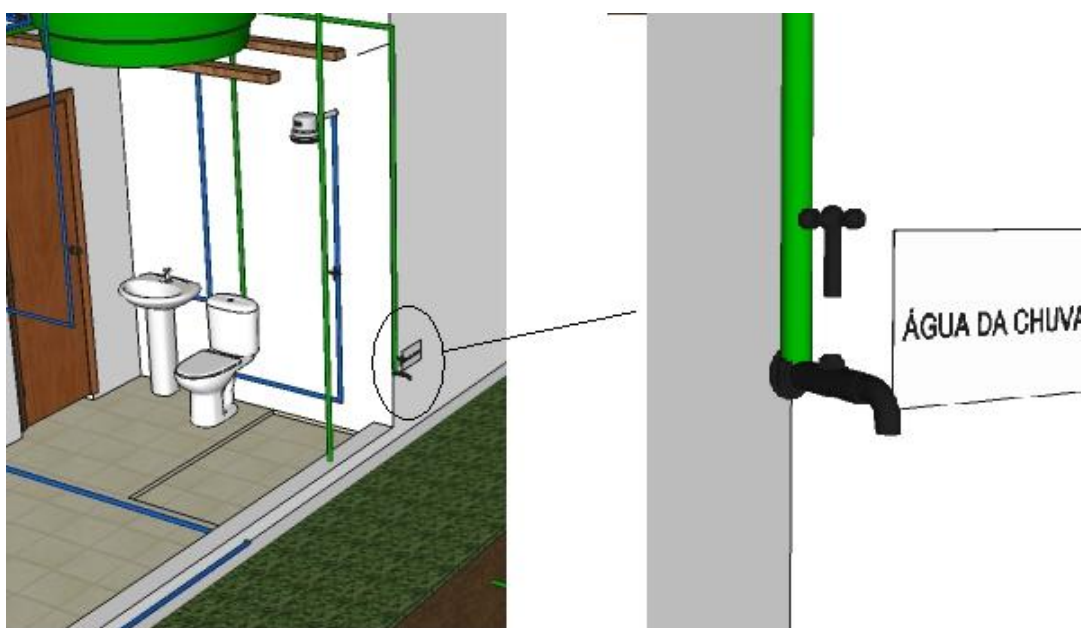


Figura 8: Sistemas de segurança para dispositivos que utilizam água de aproveitamento da chuva

Na avaliação econômica foram considerados as economias com a utilização da água da chuva e tendo por base a tabela de tarifas da concessionária competente do município, a Casan (Tabela 4). Portanto, o volume de 3,76 m³ destinados a fins não potáveis podem ser economizados com a utilização do sistema de aproveitamento de água da chuva, gerando uma economia anual de R\$ 202,14.

Tabela 4: Tarifa de água para a cidade de Criciúma

Faixa de Volume (m ³)	R\$/m ³
Até 10	24,47
De 11 a 25	4,48
De 26 a 50	6,29
De 51 a 999999	7,54

Fonte: CASAN, 2010

Na Tabela 5 constam os custos do sistema de captação, armazenamento e distribuição da água da chuva.

Tabela 5: Custo do sistema de captação da água da Chuva

Descrição	unidade	quantidade	Custo (R\$)		
			unitário (R\$)	Total (R\$)	%
Reservatórios	un	2	765,00	765,00	41,4
Mão de obra	vb	1	400,00	400,00	21,7
Condutor	m	25,8	9,03	233,06	12,6
Bomba	um	1	180,00	180,00	9,7
Calha	m	14,4	12,60	181,44	9,7
Registro	um	5	9,50	47,50	2,6
Tubo	m	18	1,93	34,74	1,9
Conexões	un	19	0,54	5,35	0,4
Total				1.847,09	100,00

O valor total de material e mão-de-obra para a implantação do sistema ficou em média, num valor de R\$ 1.847,09. Fazendo um comparativo dos resultados alcançados baseando-se nos custos decorrentes da implantação do sistema e da economia proporcionada, estima-se que em um prazo de 9 anos e 1 mês o valor agregado ao projeto passará a gerar retorno financeiro, já tendo quitado as despesas. Tendo em vista a implantação do novo sistema da rede de esgoto na cidade de Criciúma, estima-se que o valor a ser cobrado pela taxa de água aumente em 100% do valor já praticado hoje, o que implica em dizer que o tempo de retorno passe a ser 4 anos e 5 meses.

CONCLUSÕES

Com a finalização do estudo realizado concluiu-se que:

- os usos de água para fins não potáveis (vasos sanitários, limpeza geral, irrigação de jardins e lavagem de carros) representam 25,3 % do consumo total da água, podendo ser substituído por água pluvial.
- a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para residências de interesse social na cidade de Criciúma/SC mostrou-se economicamente viável, proporcionando grande potencial de economia de água potável, trazendo principalmente, benefícios ambientais imediatos por preservar os recursos hídricos da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AQUASTOCK – Água da Chuva. Sistema de Reaproveitamento da Água da Chuva. Disponível em: <<http://www.aquastock.com.br/aguadechuva.htm>> Acesso em: 20/03/2010.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626/1998. Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844/1989. Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527/2007. Água de Chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

5. BACK, Álvaro J. Chuvas Intensas e Chuva de Projeto de Drenagem Superficial no Estado de Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, 2002. 65p. (Epagri. Boletim Técnico, 123).
6. CASAN, Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. Criciúma, 2010.
7. GONÇALVES, Ricardo Franci. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Uso Racional da Água em Edificações. Vitória: ABES, 2006. 332p.
8. PROSAB, Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Uso Racional da água em Edificações. Rio de Janeiro. ABES, 2006. 325p.
9. TOMAZ, P. Aproveitamento de Água de Chuva – Para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis. Navegar Editora, São Paulo, 2003.
10. TECHNE – Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais Para Usos Não Potáveis. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/sistemadeaproveitamentodeaguaspluviaisparausosnaopotaveis>> Acesso em: 20/03/2010.