

# ESTUDO DA VIABILIDADE DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UM SUPERMERCADO

Lucas da Silva Dal Toé (1), Álvaro José Back (2), Juliano Possamai Della (3)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
(1)lucassdt@hotmail.com (2)ajb@unesc.net (3)julianodella@hotmail.com

## RESUMO

O sistema de aproveitamento de água pluvial tem se mostrado uma alternativa nos dias atuais para substituir a água para finalidades não potáveis, como limpeza de calçadas, utilização em descargas de sanitários, lavagem de automóveis e jardinagem. Além de ser um sistema sustentável, contribuindo com o meio ambiente e preservando este recurso natural precioso, este sistema pode ainda contribuir economicamente. O armazenamento desta água da chuva também auxilia na minimização das enchentes. O presente estudo abrange os principais conceitos para dimensionamento deste sistema de acordo com as normas, tendo como objeto de estudo um supermercado. Como os recursos pluviais da região são abundantes e a área de captação de água da chuva do supermercado é grande, realizou-se este estudo para verificar a viabilidade técnica e econômica deste sistema.

*Palavras-Chave: aproveitamento, água pluvial, supermercado.*

## 1. INTRODUÇÃO

A escassez de água potável na última década tem preocupado a população em geral. O crescimento populacional e, conseqüentemente, o aumento da demanda de água potável são os principais fatores causadores da carência deste recurso natural. Sendo assim, é necessária a conscientização da população e dos órgãos governamentais para que sejam tomadas iniciativas preventivas, bem como adotar medidas sustentáveis com finalidade de preservar a água potável para consumo humano. Segundo Tundisi (2009), “ao longo de toda a história da humanidade, o desenvolvimento econômico e a diversificação da sociedade resultaram em usos múltiplos e variados dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos”. Seguindo a linha de raciocínio do autor, o uso dos recursos hídricos de cada região vai depender principalmente do tipo de economia predominante e da densidade demográfica. De acordo com Barth (1987, apud TUNDISI, 2009), a demanda hídrica para uso industrial na região sul do Brasil é de 1,45 km<sup>3</sup>/ano, ocupando a segunda posição

nessa categoria de consumo, ficando atrás somente da região sudeste que tem um consumo de 5,56 km<sup>3</sup>/ano. Com base nessas informações é necessário buscar alternativas para minimizar o consumo de água potável na categoria industrial e também em estabelecimentos comerciais, principalmente para finalidade de limpeza. A captação direta das águas das chuvas em pequenos reservatórios para posterior armazenamento e uso, tem sido uma das alternativas para amenizar o problema de populações de baixa renda (Gomes et al., 2010). A captação da água da chuva é apontada como uma medida de uso racional da água (Tomaz, 2011). A captação da água da chuva também apresenta vantagens de redução dos impactos negativos causados pelo escoamento (Brasil, 2006).

No Brasil existem algumas iniciativas isoladas no sentido de captação de água da chuva. Gomes et al. (2010) citam exemplos de captação de água da chuva em postos de gasolina, com objetivo de lavagem de carros. Silva e Tassi (2005) comentam que nos supermercados também vem tornando cada vez mais frequente o armazenamento de água da chuva para limpeza de áreas como pisos entre outros. O presente trabalho tem como objetivos analisar a viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em um supermercado.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

O estudo foi realizado com base em dados de um supermercado localizado em Criciúma – SC, e em respeito à imagem da empresa concedente da área de estudo, preferiu-se manter o nome da referida empresa em sigilo. A área total do empreendimento é de 12.385,59 m<sup>2</sup>.

Foram realizadas visitas no local para levantamento dos dados, e também, analisados os projetos de instalações hidráulicas bem como entrevista com o engenheiro responsável pela obra. No projeto pluvial já constam as calhas de drenagem pluvial, no entanto não foi previsto a captação e armazenamento da água da chuva. Assim, no presente estudo, foram estudadas alternativas para adaptar o sistema de drenagem possibilitando captar e armazenar a água da chuva. Dessa

forma, foram dimensionados os coletores horizontais, os sistemas de descarte da água inicial (*first flush*), o reservatório e o sistema de recalque.

Para avaliação do consumo de água foram observadas as faturas da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan) com os valores de consumo de água mensal do período de setembro de 2013 a agosto de 2014. Foi realizada a estimativa de consumo de água não potável com base na utilização para finalidades de limpeza, jardinagem e descargas de vasos sanitários.

O dimensionamento do reservatório foi realizado com base na simulação do balanço hídrico sequencial, recomendado na NBR 15527 (ABNT, 2007) e descrito de forma detalhada em Fontanela (2010), que pode ser representada pela equação 1.

$$S_{(t)} = Q_{(t)} + S_{(t-1)} - D_{(t)} \quad (1)$$

Sendo:

$S_{(t)}$  = Volume de água no reservatório no tempo 't' (L);

$Q_{(t)}$  = Volume de chuva no tempo 't' (L);

$S_{(t-1)}$  = Volume de água no reservatório no tempo 't-1' (L);

$D_{(t)}$  = Demanda ou consumo de água no tempo 't' (L).

A precipitação efetiva é determinada por:

$$P_{ef} = P - P_{perda} \quad (2)$$

Sendo:

$P_{ef}$  = Precipitação efetiva (mm);

$P$  = Precipitação (mm);

$P_{perda}$  = Perda de água através da lavagem do telhado, adotado o valor de 2 mm conforme recomendação de Tomaz (2011).

O volume de chuva utilizado na equação do balanço hídrico é dado pelo produto da precipitação efetiva pela área de cobertura, isto é:

$$Q = A * P_{ef} \quad (3)$$

Foram usados a série de dados diários de precipitação da estação pluviométrica da Agência Nacional de Águas, localizada em Içara (Código 02849022, latitude 28°43'18"S, longitude 49°18'12", altitude 50m), cidade vizinha ao município de Criciúma.

Para o dimensionamento do sistema de recalque foram consideradas as recomendações da NBR 15527 (ABNT, 2007) e da NBR 12214 (ABNT, 1992). Ainda foram recomendados dispositivos especiais para remoção de detritos e descarte da água inicial seguindo as recomendações da NBR 15527 (ABNT, 2007).

No dimensionamento dos condutores horizontais, condutores verticais, e do descarte da água inicial foi usada a intensidade da chuva máxima com período de retorno de 5 anos e duração de 5 minutos conforme a NBR 15527 (ABNT, 2007), obtida com a equação de chuvas intensas de Içara (Back, 2013).

A vazão de projeto foi calculada pelo método racional, através da equação:

$$Q = \frac{IA}{60} \quad (4)$$

Sendo:

Q= Vazão de projeto (L/min);

I= Intensidade de chuva (mm/h);

A= Área de coleta em projeção (m<sup>2</sup>);

Para análise da viabilidade econômica serão utilizados os dados de consumo de água não-potável obtidos no presente estudo, a tarifa empregada pela CASAN por m<sup>3</sup> de água consumida e os custos de implantação do sistema. Na avaliação econômica foram considerados os métodos Payback e a relação Benefício/Custo (Tomaz, 2011). Para a obtenção dos valores anuais foi calculada o fator de amortização anual pela expressão:

$$FAA = \frac{TA(1+TA)^N}{(1+TA)^N - 1} \quad (5)$$

Sendo:

FAA= Fator de amortização anual;

TA= Taxa anual, considerado 10%;

N= Vida útil, considerado 15 anos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O valor do consumo mensal variou de 681 m<sup>3</sup> a 1119 m<sup>3</sup>, com média de 882,6 m<sup>3</sup> (Tabela 1), sendo os maiores valores registrados de dezembro a abril, período que coincide com as maiores precipitações.

Tabela 1 – Consumo mensal de água medido

Mês	Volume (m <sup>3</sup> )
Setembro/2013	818
Outubro/2013	681
Novembro/2013	868
Dezembro/2013	946
Janeiro/2014	883
Fevereiro/2014	1035
Março/2014	1119
Abril/2014	924
Mai/2014	822
Junho/2014	804
Julho/2014	871
Agosto/2014	820
Consumo médio mensal	882,6

Fonte: do autor

Na tabela 2 constam os dados do levantamento dos pontos de consumo de água existentes no supermercado, organizando-se de acordo com a utilização da água potável ou não potável. Do total dos 67 itens, 33 são pontos onde a água deve ser potável devido à utilização (lavatórios, pias e chuveiros) e 34 dispensam a potabilidade da água (vasos sanitários, tanques, mictório e torneiras de jardim).

Tabela 2 – Classificação dos pontos de água de acordo com a utilização

Item	Quantidade	Utilização da água
Lavatório	16	Água potável
Vaso sanitário	18	Água não potável
Pia	15	Água potável
Tanque	3	Água não potável
Chuveiro	2	Água potável
Mictório	1	Água não potável
Torneira de jardim	12	Água não potável

Fonte: do autor

Na tabela 3 consta a estimativa do consumo de água para jardinagem e limpeza de acordo com informações fornecidas pelos funcionários do supermercado sobre o tempo e a frequência de utilização. O consumo diário é de aproximadamente 2,0 m<sup>3</sup>, destacando-se a água para jardinagem (0,65 m<sup>3</sup>) e a água usada na limpeza (1,4 m<sup>3</sup>). Como pode ser observado na tabela 3, aproximadamente 1400 litros diários de água são utilizados para limpeza e 650 litros para jardinagem. Isso representa mensalmente um valor de 61230 litros de água.

Tabela 3 – Estimativa de consumo de água para jardinagem e limpeza

Utilização	Tempo	Frequência	Utensílio	Consumo estimado diário (m <sup>3</sup> )	Consumo estimado mensal (m <sup>3</sup> )
Jardinagem	4 horas	2x por semana	mangueira	0,65	19,5
Limpeza dos banheiros	-	15x por dia	balde de 30 litros	1,35	40,5
Limpeza da rampa principal	30 minutos	1x por semana	mangueira	0,041	1,23

Fonte: do autor

Posteriormente, estimou-se o consumo de água nas descargas dos vasos sanitários. Segundo Tomaz (2011), o consumo de água na descarga do vaso sanitário é de 9,0 litros por acionamento. Considerando o número de 350 funcionários do supermercado e que cada um utilize o dispositivo em média 4 vezes por dia (TOMAZ, 2011), o consumo estimado diário de água para descargas nos vasos sanitários é de 12,6 m<sup>3</sup> ou 12600 litros. Isso representa mensalmente um consumo de 378 m<sup>3</sup>.

De acordo com os resultados estimados obtidos, preferiu-se adotar um sistema para utilização apenas em jardinagem e limpeza, onde é possível criar pontos de água externos sem necessidade de quebrar paredes e diminuindo os custos.

O objeto de estudo em questão possui uma grande área disponível para captação de água pluvial, porém, para diminuir os custos do sistema com condutores, preferiu-se considerar somente uma parte do telhado, sendo usado a área de 1968 m<sup>2</sup>.

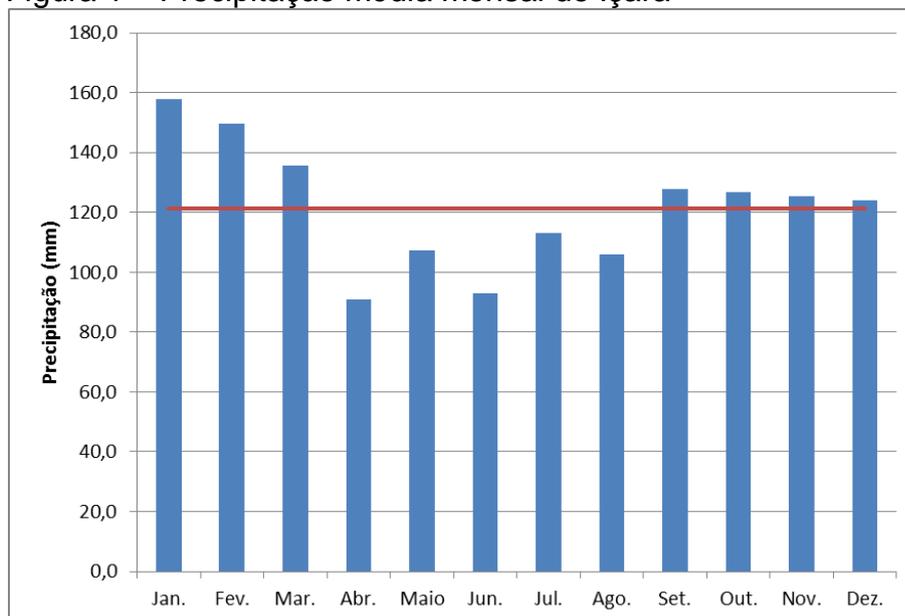
Na figura 1 constam os valores de precipitação média mensal de Içara. Observa-se que a precipitação varia de 157,7 mm em janeiro a 90,9 em abril, com média anual de 121,5 mm.

Foram simuladas várias alternativas de reservatório considerando diferentes áreas de captação obtendo-se os dados da tabela 4. Considerando a recomendação de atendimento de 95% o volume do reservatório deve ser de 30 m<sup>3</sup> adotando a captação de 1360 m<sup>2</sup>. Para a alternativa de utilizar a captação de 1968 m<sup>2</sup> o volume do reservatório necessário é de 20 m<sup>3</sup>. A adoção de área maior implica em maiores gastos com os condutores verticais e sistemas de descarte e menor custo com o reservatório.

Existem vários métodos para dimensionamento do reservatório de acordo com a NBR 15527 (ABNT, 2007), que podem apresentar diferenças de 100% para os volumes de reservação entre duas técnicas distintas (Dornelles et al, 2010). Para Fontanela (2010) a utilização do Método do Balanço Hídrico Seriado traz resultados mais ponderados à realidade, pois o mesmo realiza uma simulação do volume permitindo calcular os riscos de falha no atendimento e tem a vantagem de obter uma solução adequada a cada situação em função das demandas de água, da área de captação e da distribuição da chuva na região. O reservatório é um dos componentes mais importantes de um sistema de aproveitamento de água da chuva e também responsável pela maior parte do custo do sistema. Dessa forma deve ser dimensionado tendo como base os seguintes critérios: custos totais de implantação, demanda de água, área de captação, regime pluviométrico e confiabilidade do sistema (CASA EFICIENTE, 2007).

Para o dimensionamento dos condutores verticais e horizontais foi considerada a equação de chuvas e os dados de chuva foram obtidos através do programa HidroChuSC, considerando-se os dados da estação de Içara. Para uma duração de 5 minutos e período de retorno de 5 anos, obteve-se uma intensidade de chuva de 174,62 mm/h. O consumo de água, considerando utilização para jardinagem e limpeza, é de 61,23 m<sup>3</sup>/mês.

Figura 1 – Precipitação média mensal de Içara



Fonte: do autor

Tabela 4 – Percentual de atendimento das demandas em função da área de captação e do volume do reservatório.

Volume do reservatório (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )			
	680	1020	1360	1968
15	71,7	84,9	90,1	94,1
20	75,9	88,1	92,6	95,9
30	81,6	92,0	95,6	97,9
40	85,4	94,3	97,1	98,7
50	88,0	95,9	98,1	99,3

Fonte: do autor

Através da equação 4, obteve-se uma vazão de projeto de 5727,54 L/min, considerando a área de 1968 m<sup>2</sup>. Adotando-se 10 condutores verticais de forma que as áreas para cada condutor sejam semelhantes, obteve-se uma vazão de 9,55 L/s por condutor vertical. De acordo com cálculos baseados nas especificações da NBR 10844/89, a capacidade de um condutor vertical de 150 mm de diâmetro é de 11,53 L/s, sendo assim, suportará a vazão de projeto. A capacidade dos condutores horizontais de diâmetros de 150 mm com inclinação de 0,5% é de 10,03 L/s e também suportará a vazão de projeto. Cada um dos condutores será independente e conectado aos reservatórios de armazenamento da água pluvial.

Considerou-se também o volume de água inicial que deverá ser desprezada. Esse volume corresponde a 2 mm/m<sup>2</sup> de área de captação. Sendo assim, para a área de

1968 m<sup>2</sup> em questão, o volume de água inicial será de 3936 litros. Será adaptado um reservatório em cada condutor vertical para coletar essa água. Dessa forma, em cada coletor vertical deverá ser instalado um utensílio que suporte 400 litros. Optou-se por adotar um tubo de 500 mm de diâmetro com altura de 2 metros para fazer a coleta dessa água.

Devido à proximidade entre os reservatórios de água pluviais inferiores e o reservatório superior, e a altura de recalque ser de apenas 7 metros, adotou-se uma motobomba de 0,5 cv.

Observando-se os resultados da tabela 4, optou-se por fazer um dimensionamento considerando a área de 1360 m<sup>2</sup>. Os resultados obtidos foram a vazão de projeto de 3958,05 L/min; adotando-se 8 condutores verticais, obteve-se 8,24 L/s por condutor (tubulação de 150 mm suportará a vazão); o volume de água inicial será de 340 litros para cada condutor vertical (tubo de 500 mm de diâmetro para coleta inicial).

### 3.1. CUSTOS DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

A tabela 5 apresenta os custos do sistema de aproveitamento de água pluvial de acordo com o dimensionamento realizado para uma área de 1968 m<sup>2</sup>.

Tabela 5 – Custos do sistema com materiais e mão-de-obra (área de 1968 m<sup>2</sup>).

Item	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Reservatório de 10.000 L	2	3500,00	7000,00
Tubos e Conexões	-	-	11417,00
Motobomba 0,5 cv	1	200,00	200,00
Filtro	10	633,00	6330,00
Mão-de-obra	-	-	2025,00

Fonte: do autor

Para estimativa do custo da mão-de-obra foi considerado o valor de R\$ 15,00/h de serviço de encanador, sendo que são 9 horas por dia e aproximadamente 15 dias de serviço para conclusão da instalação do sistema.

Considerando os dados apresentados na Tabela 5, o custo total com materiais e mão-de-obra para esse sistema será de R\$ 26972,00.

A tabela 6 apresenta os custos considerando uma área de captação de 1360 m<sup>2</sup>.

Tabela 6 – Custos do sistema com materiais e mão-de-obra (área de 1360 m<sup>2</sup>).

Item	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Reservatório de 10.000 L	3	3500,00	10500,00
Tubos e Conexões	-	-	8901,00
Motobomba 0,5 cv	1	200,00	200,00
Filtro	8	633,00	5064,00
Mão-de-obra	-	-	1350,00

Fonte: do autor

Neste segundo caso, devido a quantidade de serviço ser menor, foi considerado 10 dias de serviço. Sendo assim, o custo total com materiais e mão-de-obra considerando esta área será de R\$ 26015,00. Pode-se observar que quando a área é maior, o consumo com tubos e conexões será maior devido à necessidade de armazenamento e descarte da água inicial, porém não será necessário um reservatório maior, pois o volume de chuva consegue suprir rapidamente a demanda. No outro caso, quando a área de captação é menor, acontece exatamente o oposto. O volume de água inicial diminui, juntamente com os gastos com conexões, porém será necessário um reservatório maior para suprir a demanda. Deste modo, os custos nos dois casos são semelhantes.

### 3.2. ANÁLISE DA VIABILIDADE DO SISTEMA

De acordo com informações atualizadas obtidas no site da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan), a tarifa correspondente ao consumo de água em imóveis destinados ao exercício de atividades comerciais é de R\$ 9,8784 por m<sup>3</sup>, para consumos acima de 50 m<sup>3</sup> mensais.

Para a estimativa do benefício com o uso da água da chuva foi considerado o valor médio aproveitado obtido da simulação do balanço hídrico, uma vez que o projeto não atende toda a demanda.

Tabela 7 – Análise econômica.

Descrição	Área de Captação	
	1968 m <sup>2</sup>	1360m <sup>2</sup>
Investimento (R\$)	26972,00	26015,00
Análise de água (R\$)	200,00	300,00
Energia elétrica (R\$)	180,00	180,00
Manutenção (R\$)	120,00	120,00
Produtos de limpeza e desinfecção (R\$)	800,00	1000,00
Total de Custeio anual (R\$)	1450,00	1800,00
Volume de água captado (m <sup>3</sup> )	702,43	704,63
Economia de água (R\$)	6938,89	6960,66
Benefício líquido anual (R\$)	5488,89	5160,66
Fator de amortização	0,12	0,12
Amortização anual (R\$)	3151,13	3039,32
Custo anual (R\$)	4601,13	4839,32
Método Payback (meses)	59,00	60,50
Relação Benefício/Custo	1,51	1,44

Fonte: do autor

De acordo com os dados da tabela 7, observa-se que pelo método Payback o retorno do investimento ocorre em 59 ou 60 meses. A análise da relação Benefício/Custo mostra que para o projeto com 1968 m<sup>2</sup> de área de captação essa relação é de 1,51, sendo que a economia de água é de R\$ 6938,89 e o custo anual é de R\$ 4601,13, mostrando ser viável. Para a área de captação 1360 m<sup>2</sup> esta relação foi de 1,44, também viável, mas com menor retorno. Estes dados mostram a viabilidade econômica do projeto sem incluir outros benefícios que são de valoração mais difícil como benefícios que poderiam ser obtidos com ações de marketing ou benefícios que poderiam ser obtidos com a implantação de boas práticas na empresa visando a redução dos desperdícios. Também tem sido discutido a inclusão de benefícios na redução de impostos municipais com a implantação de práticas de redução das cheias.

#### 4. CONCLUSÕES

Com base no que foi abordado no presente estudo é possível concluir que o sistema de aproveitamento de água pluvial para este supermercado é viável. Porém, observou-se que os gastos com tubulação de PVC foram excessivos devido ao *first flush* e poderiam ser criadas alternativas para substituir esses reservatórios de água inicial da chuva, diminuindo este custo e aumentando a economia do sistema. O sistema foi viável considerando a utilização dessa água da chuva apenas para limpeza e jardinagem, onde o consumo de água é menor comparado ao das

descargas dos sanitários, necessitando um reservatório menor nesse caso. De qualquer forma, a implantação desse sistema de aproveitamento de água em um supermercado, além de contribuir com o meio ambiente e preservar a água potável, pode servir como modelo para a implantação em outras edificações de grande porte.

## 5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12214**: Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Água de chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

BACK, Álvaro José. **Chuvas intensas e chuva para dimensionamento de estruturas de drenagem para o Estado de Santa Catarina**: (com programa HidroChuSC para cálculos). Florianópolis: EPAGRI, 2013. 196 p.

BRASIL. **Programa Nacionais e Metas**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente: Secretaria de Recursos Hídricos, 2006. Volume IV.

CASA EFICIENTE. **Uso racional de água** – Sistema de aproveitamento de água pluvial. Disponível em: <http://www.casaeficiente.com.br>.

DORNELLES, F.; TASSI, R.; GOLDENFUM, J.A. Avaliação de técnicas de dimensionamento de reservatório para aproveitamento de água de chuva. **Revista Brasileira de Recursos hídricos**, v.15, n.2, p.59-68, 2010.

FONTANELA, Leonardo. **Avaliação de metodologias para dimensionamento de reservatórios para aproveitamento de água pluvial**. 2010. 68 f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2010.

GOMES, J.; WEBER, D.C.; DELONG, C.M. Dimensionamento de reservatórios de armazenamento de Águas pluviais, usando um critério financeiro. **Revista Brasileira de Recursos hídricos**, v.15, n.1, p.89-100, 2010.

SILVA, A.R.V.; TASSI, R. Dimensionamento e simulação do comportamento de um reservatório para aproveitamento de água da chuva. Resultados preliminares. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2005, João Pessoa. **Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Porto Alegre: ABRH, 2005.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. 4. ed. São Paulo: Navegar Editora, 2011. 208 p.

TUNDISI, José Galizia. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. 3. ed. São Carlos: Rima, 2009. 251 p.