



IV-111 - DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO DE ÁGUA DE CHUVA EM ESCOLA MUNICIPAL PARA FINS NÃO-POTÁVEIS

Lidiane Bittencourt Barroso⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Santa Maria. Mestre em Engenharia Civil pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC/UFSM). Professora Assistente da Universidade Federal do Pampa (Unipampa).

Ronaldo Kanopf de Araújo⁽¹⁾

Graduando em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário Franciscano (Unifra).

Jaqueline de Godoy

Graduanda em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário Franciscano (Unifra).

Cesar Augusto Jarutais Fensterseifer

Graduando em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário Franciscano (Unifra).

Maria Isabel Pimenta Lopes

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Santa Maria. Mestre em Diplome D'etude Approfondies Mecanique Structures - Universite de Poitiers e doutora em Genie Mecanique Et Productique - Universite de Tours. Professora Adjunta do Centro Universitário Franciscano (Unifra).

Endereço⁽¹⁾: Avenida Tiarajú, 810 – Bairro Ibirapuitã - Alegrete - RS - CEP: 97546-550 - Brasil - Tel: (55) 3426-1052 - e-mail: lidianebarroso@gmail.com

RESUMO

Devido à crescente degradação da qualidade da água dos mananciais, a captação da água de chuva em ambientes urbanos é uma alternativa em constante crescimento e um assunto de interesse cada vez maior, frente estas múltiplas vantagens. A sensibilização da população, na utilização racional da água tratada, incentivando o uso da água de chuva para fins não-potáveis, é uma das maneiras para minimizar a escassez de água potável. Os objetivos deste trabalho foram estimar o consumo de água nos vasos sanitários através de um questionário aos alunos da Escola Municipal João Pedro Mena Barreto, e dimensionar o volume do reservatório para o aproveitamento da água de chuva. O resultado médio do número de vezes em média, que utiliza a descarga dos vasos sanitários da escola foi de 1,50 vezes de uma amostra de 148 alunos, de um total de 445 pessoas. A precipitação média mensal de Santa Maria-RS é de 122,30 mm, e 293,30 m², a área de contribuição dos telhados. Com isto, estimou-se o volume do reservatório, pelo Método de Azevedo Netto, igual a 1.506,50 L, considerando apenas um mês de pouca chuva. Adotou-se 2,0 m³, pode-se atender até 1,5 dias sem precipitação. Conclui-se que o aproveitamento da água de chuva é de vital importância, podendo representar uma redução de gastos expressiva com a utilização deste recurso, ainda sem valor comercial.

PALAVRAS-CHAVE: Água Pluvial; Intensidade Pluviométrica; Área de contribuição.

INTRODUÇÃO

O acesso à água potável é uma necessidade humana fundamental e, assim, um direito básico, de acordo com a Lei nº 9.433 (1997). Não se consegue imaginar vida sem água, pois a utiliza-se para beber, produzir e preparar alimentos, entre outros fins tão essenciais para a sobrevivência.

Devido à crescente degradação da qualidade da água dos mananciais, a captação da água de chuva em ambientes urbanos é uma alternativa em constante crescimento e um assunto de interesse cada vez maior, frente estas vantagens. A sensibilização da população, na utilização racional da água tratada, incentivando o uso da água de chuva para fins não-potáveis, é uma das maneiras para minimizar a escassez de água potável.

A viabilidade do uso da água de chuva em edificações é caracterizada pela diminuição da demanda de água fornecida pelas companhias de saneamento, tendo como consequência a diminuição de custos com a água potável e a redução do risco de enchentes em caso de chuvas fortes (FENDRINCH, 2002).

Um dos componentes mais importantes de um sistema de aproveitamento da água pluvial é o reservatório, o qual deve ser dimensionado, tendo principalmente como base, os seguintes critérios: custos totais de



implantação, demanda de água, área de captação, regime pluviométrico e confiabilidade requerida para o sistema (MARINOSKI, 2007).

A água de chuva serve principalmente para usos não-potáveis, pois para assegurar sua potabilidade deve-se atender a NBR 12216 (ABNT, 1992), sendo uma alternativa viável apenas onde não há a possibilidade de abastecimento com água tratada.

O uso da água para fins não-potáveis em estabelecimentos comerciais, como escolas, prédios públicos e mesmo em indústrias, pode responder por mais de 50% do consumo. É necessária uma inspeção cuidadosa no local para uma avaliação precisa. A utilização das águas pluviais classifica-se por graus de pureza, de acordo com os locais de sua coleta, na tabela 1.

Tabela 1: Graus de pureza e utilização das águas pluviais.

Grau de Pureza	Área de Coleta das Águas Pluviais	Utilização das Águas Pluviais
A	Telhados (locais não usados por pessoas e animais)	Vaso sanitário, regar plantas, outros usos. Se purificadas por tratamentos simples são potáveis ao consumo.
B	Coberturas, sacadas (locais usados por pessoas e animais)	Vaso sanitário, regar plantas, outros usos, mas imprópria para consumo (necessário tratamento).
C	Estacionamentos, Jardins artificiais	
D	Vias elevadas, Estradas de Ferro e Rodovias	

Fonte: adaptado de Fendrich (2002)

Os objetivos deste trabalho foram estimar o consumo de água nos vasos sanitários por meio da aplicação um questionário aos alunos de uma Escola Municipal, e dimensionar o volume do reservatório para o aproveitamento da água de chuva. O projeto executivo e financeiro não fez parte do escopo deste trabalho.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho desenvolveu-se no município de Santa Maria-RS, como parte integrante do Projeto Tecnologias para Sustentabilidade da Água em Zonas Rurais e Urbanas – TEC-ÁGUA (figura 1), na Escola Municipal João Pedro Mena Barreto (figura 2).

A escola possui 418 alunos e 27 funcionários, total de 445 pessoas distribuídas em dois turnos. Foram entrevistados 81 alunos do sexo masculino e 112 alunos do sexo feminino, do turno da manhã, conforme as questões do trabalho de Marinoski (2007), na figura 3.

Há nesta escola sete vasos sanitários, distribuídos da seguinte maneira: um para uso exclusivo de professores e funcionários; três para alunos do sexo feminino e três para alunos do sexo masculino. As caixas de descarga dos vasos sanitários desta escola são de 3 a 6 litros por descarga, não sendo necessário conhecer o seu tempo de acionamento, pois a vazão é constante de acordo com a regulação da válvula bóia. Multiplicando-se esta vazão pelo número de vezes que a descarga foi acionada, determina-se o volume corresponde a este uso.

Conhecendo-se os consumos medidos pela companhia de abastecimento (tabela 2), pode-se comparar com as respostas dos questionários, e assim encontrar-se o percentual correspondente ao consumo nos vasos sanitários para esta escola especificamente.

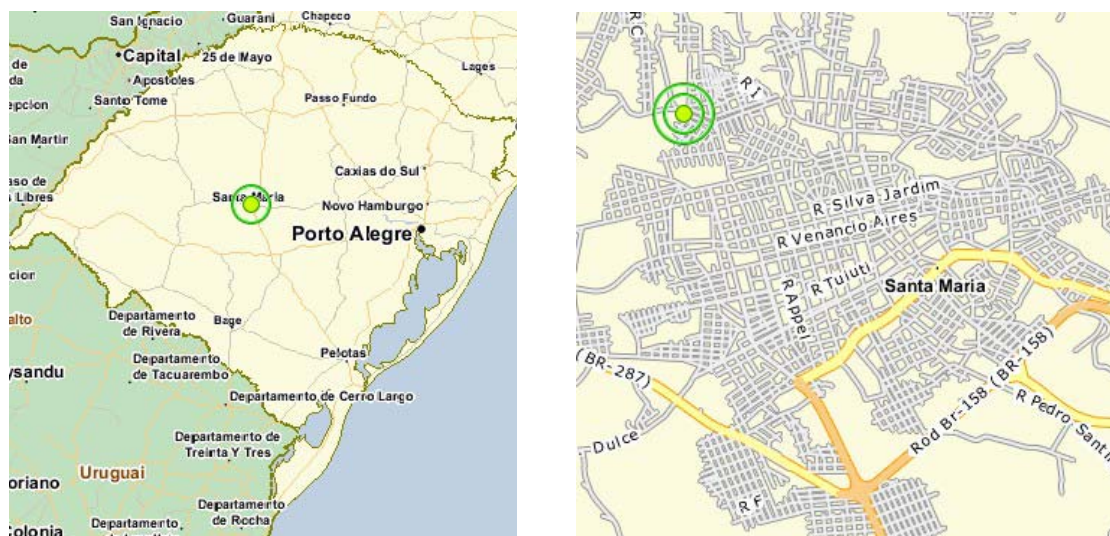


Figura 1: Localização da escola em Santa Maria-RS, Terra Mapas (2007)



Figura 2. Fachada frontal da escola e vista dos prédios em estudo.

Tabela 2: Faturamento – leituras e consumo da escola (CORSAN, 2007).

Data da Leitura	Consumo medido (m³)
25/09/2006	48
20/10/2006	51
21/11/2006	70
16/12/2006	67
18/01/2007	43
17/02/2007	24
21/03/2007	56
18/04/2007	71
19/05/2007	44
20/06/2007	65
17/07/2007	38
20/08/2007	30
19/09/2007	89

Centro Universitário Franciscano – UNIFRA	
Estudo de Consumo de Água na Escola João Mena Barreto/Santa Maria	
Função: _____	Sexo: _____
Turno/Carga _____	
Horária: _____	Idade: _____
1) Número de vezes por dia em média, que você utiliza as torneiras do banheiro da escola: _____ Estime um tempo (em segundos) de utilização a cada vez que usa as torneiras: _____	
2) Número de vezes por dia em média, que utiliza água dos bebedouros da escola: _____ Estime um tempo (em segundos) a cada vez que utiliza os bebedouros: _____	
3) Número de vezes por dia em média, que utiliza a descarga dos vasos sanitários da escola: _____ Estime um tempo (em segundos) a cada vez que preciona a válvula da descarga: _____	
4) Utiliza algum outro ponto de consumo de água do prédio da escola? Qual? _____ Estimativa do tempo (em segundo) de utilização: _____	

Figura 3: Questionário utilizado nas entrevistas de Marinoski (2007).

As instalações prediais de águas pluviais desta escola foram propostas por Ouriques et al (2008), seguindo as recomendações da NBR 10844 (ABNT, 1989). A partir das medições e observações nos dois prédios escolhidos (figura 4), foram obtidas as respectivas larguras (a), comprimentos (b) e alturas das tesouras (h); estas calculadas a partir dos 15% de declividade do telhado. Estes foram os parâmetros para a determinação das áreas de contribuição, conforme equação (1).

$$A = \left(a + \frac{h}{2} \right) \cdot b \quad \text{equação (1)}$$

Em que: A = área de contribuição, m²; a = largura, m; h = altura da tesoura, m; e b = comprimento, m.

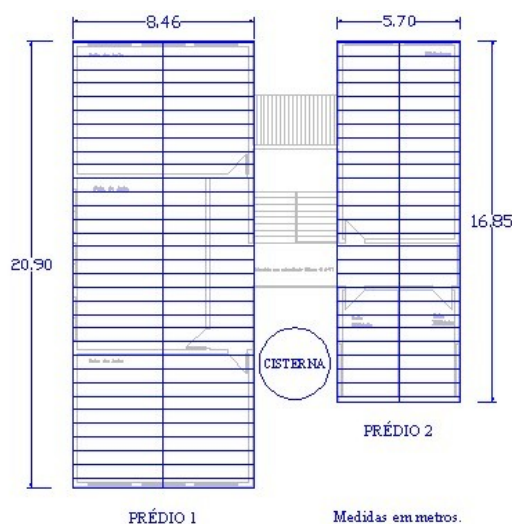


Figura 4: Planta de telhado dos prédios 1 e 2.

A precipitação média mensal foi obtida pelo Sistema de Monitoramento Agrometeorológico - AGRITEMPO. A figura 5 é a representação gráfica dos totais de precipitação em Santa Maria-RS, nos anos de 1961 a 1978 e 2001 a 2008.

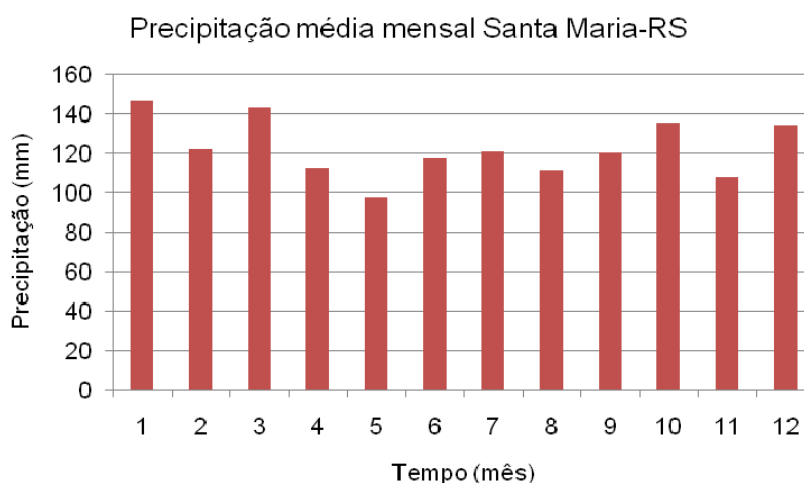


Figura 5: Precipitação média mensal em Santa Maria-RS.

Fonte: <http://www.agritempo.gov.br/agroclima/sumario>

No cálculo do volume do reservatório de armazenamento de água de chuva foi utilizando o Método de Azevedo Netto, apresentado na NBR 15527 (ABNT, 2008), conforme a equação (2):

$$V = 0,042 \cdot P \cdot A \cdot T \quad \text{equação (2)}$$

Em que: V = volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, L; P = precipitação média mensal, mm; A = área de contribuição, m²; T = meses de pouca chuva ou seca.

Para estabelecer o período de estiagem, May (2004) propõe a equação (3):

$$\frac{\text{Volume do Reservatório}}{\text{Volume da Demanda}} \times 30(\text{dias} = 1\text{mês}) \quad \text{equação (3)}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Alguns alunos não responderam adequadamente ao questionário, sendo descartados os valores incoerentes. Das respostas válidas referentes à pergunta principal do questionário: “Qual é o número de vezes em média, que utiliza a descarga dos vasos sanitários da escola?”; o resultado médio foi de 1,50 vezes de uma amostra de 148 alunos. O volume de água mensal, atualmente potável, que está sendo utilizado no acionamento das caixas de descargas dos vasos sanitários da escola foi estimado em 40050 litros, ou seja, 40,05 m³, a partir do produto entre: 1,50 descargas/pessoa.dia x 445 pessoas x 3 litros/descarga x 20 dias. Sendo 53,50 m³/mês a média aritmética dos dados de consumo medido da tabela 2, portanto aproximadamente 75% correspondem ao consumo nos vasos sanitários nesta escola.

As áreas de contribuição dos telhados foram calculadas pela equação (1), a partir dos dados medidos e observados, dos dois prédios escolhidos, apresentadas na tabela 3.

Tabela 3: Áreas de contribuição dos telhados

Área (m ²)	Prédio 1	Prédio 2
de contribuição (A)	95,00	51,65
de contribuição subtotal	190,00	103,30
de contribuição total	293,30	

A precipitação média mensal de Santa Maria-RS é de 122,30 mm, conforme a figura 5, e 293,30 m², a área de contribuição dos telhados. Com isto, estimou-se o volume do reservatório, pelo Método de Azevedo Netto (equação (2)), igual a 1.506,50 L, considerando apenas um mês de pouca chuva. Adotou-se 2,0 m³, pode-se atender até 1,5 dias sem precipitação, segundo a equação (3).



CONCLUSÕES

Conclui-se que o aproveitamento da água de chuva é de vital importância, podendo representar uma redução de gastos expressiva com a utilização deste recurso, ainda sem valor comercial.

Com a captação da água de chuva, a escola pode armazenar 2000 litros de água por mês, sendo esta suficiente um dia e meio de estiagem.

Contudo, para que se tenha a real redução de consumo de água tratada é importante conceber o projeto executivo e financeiro, avaliando os custos da implantação deste sistema versus os benefícios, ou seja, a economia global de água potável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGRITEMPO. Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. Dados Meteorológicos – Santa Maria (INMET). Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/agroclima/sumario>> Acesso em: 30/09/2008.
2. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10844. Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.
3. _____. NBR 12216. Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público - Procedimento. Rio de Janeiro, 1992.
4. _____. NBR 15527. Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.
5. BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/Institucional/Legislacao/leis/Lei9433.htm>> Acesso em: 04/10/2007.
6. CORSAN. Companhia Riograndense de Saneamento. Relatório de Faturamento – Leituras e Consumos do Imóvel. Acesso em: 27/09/2007.
7. FENDRINCH, R. 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, 2002.
8. MARINOSKI, A. K. Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: Estudo de caso em Florianópolis-SC. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Departamento de Engenharia Civil. Florianópolis, 2007.
9. MAY, S. 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, 2004.
10. OURIQUES, R. Z. ; SCHNEIDER, A. ; LOPES, M. I. P. ; BARROSO, L. B. . Aproveitamento da água de chuva em escola para fins não-potáveis, Santa Maria-RS. In: VI Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, 2008, Porto Alegre-RS. VI Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, 2008.
11. TERRA MAPAS. Endereço: Rua José Barin, Santa Maria, RS. Disponível em: <http://mapas.terra.com.br/portal_terra/light/index.php> Acesso em: 04/10/2007.