

ANTEPROJETO DE UM RESERVATÓRIO PARA UTILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA O FÓRUM DE IBIRITÉ (MG)¹

SANTOS, Guilherme Pereira; CUNHA, José Luiz de Paula Alves da; CARVALHO, Luciano Siqueira de; MARTINS, Natália Bicalho Maluf; DEUS, Ricardo Malta de², BALABRAM, Paula Regina³

RESUMO: A água é um recurso natural que não pode ser produzido e de fundamental importância para a vida na Terra. Diante do atual cenário, surgiu a necessidade de promover ações para o uso racional da água e buscar fontes alternativas para seu abastecimento. As técnicas de aproveitamento de água de chuva são soluções sustentáveis que contribuem para o consumo consciente da água. Desse modo, este trabalho propôs desenvolver um anteprojeto de um reservatório para utilização de água pluvial para fins não potáveis no Fórum de Ibirité (MG). Algumas vantagens do uso de água da chuva são: diminuição de água fornecida pelas companhias, diminuição dos custos com água potável e redução do risco de enchentes em caso de chuvas fortes.

PALAVRAS-CHAVE: Água. Águas pluviais. Aproveitamento. Reservatório.

1 Introdução

A escassez da água, o crescimento populacional acelerado e desordenado, a poluição e o desperdício são problemas evidentes nos grandes centros urbanos.

Diante desse cenário, surgiu a necessidade de criar alternativas para suprir essa nova demanda de população. Além de conscientizar a população a usar este recurso de maneira correta, uma alternativa é implantar um sistema de armazenamento da água pluvial para aproveitamento. A água captada é utilizada para fins não potáveis, como: lavagem de calçadas, descarga de bacias sanitárias e rega de jardins.

A implantação desse sistema é uma alternativa economicamente viável, sustentável e ecologicamente correta, mas deve ser feita de forma responsável. A água da chuva contém impurezas e é necessário tratá-la antes da sua utilização.

¹ Trabalho apresentado como Trabalho de Final de Curso de Engenharia Civil da Universidade Fumec, em novembro de 2012.

² Graduandos em Engenharia Civil da Universidade Fumec, Belo Horizonte, Brasil.

³ Professora M. Sc. da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade Fumec, Belo Horizonte, Brasil.

O reservatório para armazenamento, em dias de chuva intensa, funciona como área de contenção, podendo diminuir a sobrecarga na rede pluvial e até alagamentos se implantado em diversas construções.

O presente artigo tem como finalidade apresentar um anteprojeto para dimensionamento de um reservatório para aproveitamento das águas pluviais no Fórum Arthur Campos no município de Ibirité, localizado na Região Metropolitana de Belo Horizonte, no Estado de Minas Gerais.

2 Componentes do sistema

Os principais componentes do sistema de aproveitamento de água de chuva são:

a) Área de captação

Utilizam-se áreas impermeáveis para captação da água de chuva. O mais comum é coletar a água através dos telhados, pois apresenta a água com a melhor qualidade.

b) Calhas e condutores

Têm a função de coletar e conduzir as águas da chuva para o dispositivo de descarte da primeira chuva ou direto para reservatório de armazenamento.

c) Dispositivos de descarte da primeira chuva

A primeira parte da chuva lava a superfície de captação carregando as impurezas presentes. O objetivo do dispositivo para descarte da água da primeira chuva é evitar que esta água coletada não interfira na água coletada posteriormente.

Na falta de dados suficientes, a NBR 15527/2007 recomenda o descarte de 2 mm da precipitação inicial.

d) Reservatórios de água de chuva

O reservatório – cisterna – deve ser instalado enterrado com apenas a tampa de inspeção para fora, para evitar que entre água poluída ou bichos dentro da cisterna, dotado de extravasor (ladrão) para drenar o excesso de água.

3 Método

O primeiro passo foi a identificação de um edificação para implantar o sistema de aproveitamento de água de chuva no município de Ibirité. O Fórum local apresentou características, tais como: telhado com área considerável, área disponível para construção de um reservatório subterrâneo (cisterna), bem como o consumo significativo de água.

Em seguida, foi realizada vistoria no prédio para o registro das informações das infraestruturas e das características de funcionamento e ocupação.

Para o dimensionamento, foram obtidos os índices referentes às incidências mensais de chuvas da região e calculado o consumo mensal de água para bacias sanitárias e rega de jardim. O método adotado para a determinação da capacidade de armazenamento da água pluvial foi o Método de Rippl, devido aos dados disponíveis para o cálculo.

3.1 Método de Rippl

Este método utiliza-se das séries históricas de chuvas diárias ou mensais para obter o volume do reservatório. Consiste na determinação do volume com base na área de captação e na precipitação registrada.

Através do somatório do volume de chuva mensal e da demanda ou consumo em determinado período, pode-se constatar se haverá um déficit ou superávit de água não potável disponível no reservatório.

Diante dos valores acumulados, verifica-se um volume máximo atingido pelos valores positivos de volumes de chuva sobre os volumes de demandas. Este valor deverá ser considerado para o dimensionamento do reservatório, segundo o método de Rippl.

4 Dimensionamento do Reservatório

Através do levantamento de dados específicos da edificação e de dados pluviométricos históricos, o reservatório de armazenamento de águas pluviais pôde ser dimensionado aplicando-se a metodologia apresentada conforme a descrição seguinte.

4.1 Caracterização do Fórum

O prédio do Fórum Arthur Campos possui 02 pavimentos, 816,90 m² de área construída e possui 48 funcionários (SANTOS, 2012).

O sistema de captação de águas pluviais é composto por um telhado com área de 420 m² de telhas de fibrocimento, cujo coeficiente de runoff⁴ é 0,8 (TOMAZ, 2006).

O Fórum possui 09 banheiros com lavatório tipo coluna, ducha higiênica e bacia sanitária com válvula de descarga, além de uma caixa d'água de concreto armado na cobertura com capacidade de 8.000 litros.

⁴ É a relação entre a quantidade total escoada pela seção e a quantidade total de água precipitada na bacia contribuinte.

Segundo Santos (2012), funcionário do DENGEP, o Fórum de Ibité apresenta um consumo médio mensal de 70 m³ de água.

As áreas irrigadas são os canteiros que compreendem uma área total de 90 m².

4.2 Cálculo da capacidade do reservatório de água não potável

O novo reservatório deverá armazenar água de chuva suficiente para o atendimento das demandas de consumo das bacias sanitárias e de irrigação.

A seguir são apresentados os índices e cálculos necessários para este dimensionamento.

4.2.1 Levantamento dos dados pluviométricos

A partir dos índices pluviométricos constantes na Tabela 1 (coluna 2), foram calculadas as médias mensais dos anos compreendidos entre 2000 e 2005, para o município de Ibité.

Devido à proximidade, foi obtida a intensidade pluviométrica de Belo Horizonte, 227 mm/h, para um período de retorno de cinco anos (VIANNA, 1998).

4.2.2 Cálculo do consumo mensal de água não potável

Objetivando um consumo mais eficiente, as bacias sanitárias existentes serão substituídas por novas bacias de caixa acoplada de seis litros (TOMAZ, 2003), permitindo, dessa maneira, a construção do novo reservatório com dimensões mais reduzidas.

Em uma residência, cada pessoa ocupa a bacia sanitária cinco vezes ao dia, devendo ser considerada, ainda, para esta estimativa de consumo, um vazamento de 8% em cada descarga (TOMAZ, 2003).

Aplicando-se a proporcionalidade no período diário de ocupação de uma residência, ao período de ocupação efetiva do Fórum, que é de oito horas diárias, tem-se que a utilização diária do Fórum é de 2 utilizações diárias por pessoa.

Obteve-se o seguinte consumo mensal:

- 02 descargas/pessoa x 48 pessoas x 22 dias x 06 litros x 1,08 = 13.686 litros/mês = **13,69 m³/mês.**

Ainda de acordo com Tomaz (2003), o **consumo mensal de água para um gramado** de área de 100 m² é de **2 m³**, valor esse adotado para os jardins do Fórum que possuem 90 m² de área.

Dessa forma, o consumo mensal relativo à utilização das bacias sanitárias, de 13,69 m³, somado ao consumo mensal dos jardins, de 2 m³, totalizam um volume de **15,69 m³**, necessário para o abastecimento mensal de água não potável para a edificação.

4.2.3 Dimensionamento do reservatório pelo Método de Rippl

Aplicando o método de Rippl para a demanda mensal, constante de 15,69 m³, associada à área de captação e as chuvas médias mensais históricas, obtém-se os dados de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Dimensionamento do reservatório pelo Método de Rippl

Meses	Chuva média mensal	Demanda constante mensal	Área de captação	Volume de chuva mensal	Diferença entre os vol. demanda - vol. de chuva	Diferença acumulada da col.6 dos valores positivos
	(mm)	(m ³)	(m ²)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
coluna 1	coluna 2	coluna 3	coluna 4	coluna 5	coluna 6	coluna 7
Janeiro	430,57	15,69	420	144,67	-128,98	
Fevereiro	231,03	15,69	420	77,63	-61,94	
Março	186,03	15,69	420	62,51	-46,82	
Abril	51,70	15,69	420	17,37	-1,68	
Maio	26,35	15,69	420	8,85	6,84	6,84
Junho	14,23	15,69	420	4,78	10,91	17,74
Julho	9,53	15,69	420	3,20	12,49	30,23
Agosto	14,73	15,69	420	4,95	10,74	40,97
Setembro	61,50	15,69	420	20,66	-4,97	36,00
Outubro	60,32	15,69	420	20,27	-4,58	31,42
Novembro	265,87	15,69	420	89,33	-73,64	
Dezembro	370,67	15,69	420	124,54	-108,85	
	1722,53	188,28		578,77		
		m ³ /ano		m ³ /ano		

Fonte: Autores. 2012.

A partir do maior valor da coluna 7, diferença acumulada dos valores positivos, pode-se concluir que o volume do reservatório deverá ser de aproximadamente 41 m³.

Considerando que o volume calculado é relativo ao consumo de um mês, será adotado, para o reservatório a ser construído, o dobro da capacidade do valor obtido para o armazenamento de água não potável para dois meses consecutivos.

Dessa forma, o novo reservatório a ser construído deverá comportar um volume de aproximadamente **82 m³ de água de chuva**, ou seja, deverá possuir as seguintes dimensões: H= 1,9 m D=7,5m.

Utilizando a intensidade pluviométrica obtida, de 227 mm/h, no método racional para o cálculo da vazão superficial, pode-se estimar uma vazão para o Fórum de Ibirité, como exemplificado a seguir:

$$Q = \frac{C * i * A}{3},60$$

Onde:

- ❖ Q - vazão da bacia (m³.s⁻¹);
- ❖ C - coeficiente médio de deflúvio: 0,8 (para telhas de fibrocimento);
- ❖ i - intensidade pluviométrica com duração igual ao tempo de concentração da bacia (mm.h⁻¹) = 227 mm.h⁻¹ (Belo Horizonte);
- ❖ A - área a ser drenada (km²) = 420 x 10⁻⁶ km² (área do telhado).

Assim, obtém-se:

$$Q = \frac{0,8 * 227 * 420 \times 10^{-6}}{3},60 = 0,02119 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Q = 21,19 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$$

Por exemplo, para uma chuva de uma hora de duração e precipitação constante, tem-se:

$$Q = 21,19 \text{ L} \times 3600 \text{ s} = 76.284 \text{ L}$$

Esse volume quase abasteceria o reservatório de água não potável do Fórum para o consumo de dois meses.

4.2.4 Especificações técnicas do reservatório de água não potável e seus componentes

O reservatório principal, com o formato circular, será subterrâneo e feito em concreto armado, FCK 25 MPa. A passagem a ser deixada, deverá ser reforçada para evitar fissuras. Foi dimensionada conforme a NBR 6118.

Deverá ter um diâmetro de sete metros e cinquenta centímetros, um metro e noventa centímetros de altura e comportará um total de oitenta e oito metros cúbicos ou oitenta e oito mil litros.

5 Considerações Finais

A implantação desse sistema de aproveitamento de água pluvial no Fórum de Ibirité, por ser uma edificação pública, estará conscientizando a sociedade para utilizar racionalmente a água.

Todos podem se beneficiar com o aproveitamento da água de chuva, pois o município lucra com a economia de água, e a população poderá disseminar essa prática sustentável.

No que diz respeito ao aspecto ambiental e social é que o sistema tem seu ponto mais alto, pois possibilita a redução do consumo de água tratada e a consequente preservação dos mananciais de abastecimento.

Este sistema deverá ser aplicado em outras edificações para que os objetivos citados sejam alcançados.

Referências

ANA. **Agência Nacional das Águas**. Hidroweb – Sistemas de Informações Hidrológicas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 28 de agosto de 2012.

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118** - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14799** - Reservatório poliolefinico para água potável – Requisitos. Rio de Janeiro, 2002.

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.

MARINOSKI, Ana Kelly. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC**. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/tccs/TCC_Ana_Kelly_Marinoski.pdf>. Acesso em: 14 de setembro de 2012.

REVISTA HYDRO. Aranda Editora – Ano VI – Nº 65 – Março de 2012. **Avaliação de metodologias para o dimensionamento de reservatórios de água pluvial**. Trabalho apresentado no 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, em paralelo à Fitabes 2011, em Porto Alegre, RS.

SANTOS, Marcelo Junqueira. Diretor Executivo de Engenharia e Gestão Predial do Tribunal de Justiça do Estado de Minas Gerais. **Em entrevista realizada durante visita a Diretoria Executiva de Engenharia e Gestão Predial do Tribunal de Justiça do Estado de Minas Gerais** em: 03 de setembro de 2012.

TAKEDA, Tatiana. Mestre em Direito. **As reservas de água no Brasil e no mundo.** Disponível em: < http://www.jurisway.org.br/v2/dhall.asp?id_dh=1445>. Acesso em: 15 de setembro de 2012.

TIGRE. **Caixas d'água – Enciclopédia.** Disponível em: <http://www.tigre.com.br/enciclopedia/api.php/artigo/38/caixas_d_gua_tigre_193756>. Acesso em: 23 de setembro de 2012.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva.** São Paulo: Navegar, 2003

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, 2008.** Disponível em: <http://www.planejamento.mg.gov.br/governo/gestao_logistica/pegae/arquivos/Agua_chuva_111_slides.pdf>. Acesso em: 08 de setembro de 2012.

TOMAZ, Plínio. Volume II – **Aproveitamento de água de chuva – 2010.** Disponível em: <http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livro15v10vol_2.pdf>. Acesso em: 08 de setembro de 2012.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis.** 2ª ed. São Paulo: Editora Hermano & Bugelli Ltda., 2012.

VIANNA, Marcos Rocha. **Instalações Hidráulicas Prediais – 2ª Edição, 1998.**