

VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA NO INSTITUTO FEDERAL SUDESTE DE MINAS GERAIS CAMPUS DE JUIZ DE FORA

Luiz Evaristo Dias de Paiva¹

Caio Lucas Nascimento Ribeiro²

Recursos Hídricos e Qualidade da Água

Resumo

O aproveitamento de água chuva, para usos não nobres, está se tornando uma alternativa viável de prospecção suplementar à demanda crescente por água ofertada pelas concessionárias. Destarte, este trabalho tem o objetivo de apresentar os resultados de um projeto desenvolvido para o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – *Campus Juiz de Fora* (IF Sudeste MG). A partir de informações fornecidas pela instituição estimou-se a demanda mensal de aproximadamente 63 m³ de água de chuva. Os índices pluviométricos da região foram obtidos através do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e para atender a demanda foi estabelecido o volume de armazenamento de 80 m³, através do método da simulação. O custo do projeto ficou em cerca de R\$ 33.000,00 e o retorno do investimento foi estimado em 52 meses. Assim, o projeto mostrou-se tecnicamente viável e trouxe benefícios, tanto pela ótica pecuniária, quanto pelo viés da sustentabilidade ambiental, sobretudo pela utilização da água de chuva em substituição ao uso de água tratada.

Palavras-chave: Água de chuva; Sustentabilidade Ambiental; Aproveitamento de água de chuva.

INTRODUÇÃO

A prática do uso da água de chuva para suplementar o enfrentamento da demanda crescente pelo uso de água com tratamento mais sofisticado tem ganhado seguidores em distintos países no planeta. Países como Japão, Alemanha e Estados Unidos utilizam

¹ Prof. Dr. Universidade Federal de Juiz de Fora – Faculdade de Engenharia - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (ESA), luiz.paiva@ufff.edu.br / luiz.paiva@engenharia.ufff.br

² Graduado em Engenharia Civil - Universidade Federal de Juiz de Fora, caio.ribeiro@engenharia.ufff.br

amplamente as técnicas de aproveitamento de água de chuva (LIMA ET AL, 2019; MAY, 2004; SCHMIDT 2001; TOMAZ, 2011). No Brasil, especificamente no nordeste brasileiro, o aproveitamento de água de chuva é um recurso amplamente utilizado pela população devido às características do clima semiárido (BRASIL, 2008). Diversos trabalhos têm demonstrado que o aproveitamento de água de chuva é viável em Juiz de Fora, em virtude dos elevados índices de precipitação observados no município (FERREIRA, 2012; PAIVA, 2019; RESENDE, 2017; RIBEIRO, 2019).

O presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados inerentes à viabilidade técnica e econômica sobre um projeto de aproveitamento de água de chuva no Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – Campus Juiz de Fora. Este artigo é parte integrante de um estudo mais amplo desenvolvido por Ribeiro (2019).

METODOLOGIA

O propósito foi projetar um sistema de captação de água de chuva para o IF sudeste MG. O levantamento da área de captação foi aproximado por geoposicionamento. A estimativa de consumo no campus foi realizada utilizando-se dados fornecidos pela própria entidade, como número de alunos por ano e número de aparelhos sanitários a serem abastecidos com água de chuva. As informações oportunizaram a quantificação do consumo médio mensal de aproximadamente 67 m³ considerando 10 meses de aula durante o ano na instituição. Os índices pluviométricos da região foram obtidos através do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), considerando a série histórica de janeiro de 1961 a setembro de 2019. O resumo dos dados de pluviometria está sistematizado na coluna dois (da esquerda para a direita) da tabela 1. Para o dimensionamento dos condutos livres a intensidade da chuva de projeto foi estimada para a duração da chuva 10 minutos e o período de retorno de 10 anos pela equação de intensidade duração e frequência para o município de Juiz de Fora (MG), o que resultou no valor aproximado de 160 mm/hora. Para o dimensionamento das tubulações em condutos livres usou-se a Equação de Manning em conformidade à NBR 10844/1989 (PAIVA, 2019; SILVA, 1996). Já os dimensionamentos das tubulações prediais em condutos forçados seguiram a NBR5626/1998. Para se chegar ao volume de água de

chuva a ser armazenado foi empregado o método da simulação, valendo-se das equações apresentadas no **Anexo A** da NBR15527/2007. É importante dizer que a topográfica em morros e declives acentuados no IF sudeste MG oportunizou a distribuição da água armazenada sem a necessidade de bombeamento para o abastecimento das áreas de interesse do projeto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1(a), à esquerda, visualizam-se, as três edificações que contribuirão com a área de 1560 m² de telhado, estimadas pelo *software Google Earth*, para a captação de água de chuva, visando prover o armazenamento de 80 m³ divididos em quatro reservatórios de 20 m³, localizados em ponto estratégico, indicado pela seta em azul na figura 1(b), à direita. Em virtude do desnível de 8 metros, entre os pontos de captação nos telhados e os pontos de distribuição nas edificações, os reservatórios podem alimentar por gravidade o complexo de salas de aulas conhecido como pentágono no IF sudeste MG. Na tabela 1, apresenta-se o extrato do cálculo do volume do reservatório pelo método da simulação. Segundo Tomaz (2011) o método da simulação, sistematizado na referida tabela, é mais indicado para o aproveitamento de água de chuva, por permitir testar previamente o volume do reservatório. Optando-se pelo volume de 80 m³ notou-se que o sistema permanece com a sua capacidade suficiente para atender a demanda por água de chuva durante dez meses, sinalizando que o volume adotado é eficiente para os propósitos do projeto e em apenas dois meses a demanda não é plenamente atendida. Destarte, no caso do projeto do IF Sudeste MG o volume de 80 m³ adotado harmonizou bem a relação custo benefício do atendimento da demanda com a perspectiva do preço do reservatório, se comparado com os volumes de 60 m³ e de 100 m³ também simulados nos estudo de Ribeiro (2019). Julga-se esta avaliação relevante em virtude do preço do reservatório aumentar com a sua capacidade (TOMAZ, 1998).



Figura 1- Visão panorâmica dos telhados e do local de assentamento dos reservatórios.

Tabela 1- Método da simulação com o reservatório de 80 m³

MÊS	P(mm)	Demanda (m ³)/mês	Método da Simulação $S(t) = Q(t) + S(t-1) - D(t)$						
			Área de captação m ²	Volume de chuva m ³	Vol. Reserv. (m ³)	vol.Reser (t-1) em (m ³)	Volume reserv. (t) em m ³ (final mês)	Owerflow m ³	Suprimento m ³
JAN	290,0	66,7	1560	361,92	80	0,0	80,0	215,2	0,0
FEV	165,0	66,7	1560	205,92	80	80,0	80,0	139,2	0,0
MAR	210,0	66,7	1560	262,08	80	80,0	80,0	195,4	0,0
ABR	85,0	66,7	1560	106,08	80	80,0	80,0	39,4	0,0
MAI	45,0	66,7	1560	56,16	80	80,0	69,5	0,0	0,0
JUN	24,0	66,7	1560	29,95	80	69,5	32,7	0,0	0,0
JUL	15,0	66,7	1560	18,72	80	32,7	-15,3	0,0	15,3
AGO	18,0	66,7	1560	22,46	80	0,0	-44,2	0,0	44,2
SET	63,0	66,7	1560	78,62	80	0,0	11,9	0,0	0,0
OUT	118,0	66,7	1560	147,26	80	11,9	80,0	12,5	0,0
NOV	224,0	66,7	1560	279,55	80	80,0	80,0	212,9	0,0
DEZ	314,0	66,7	1560	391,87	80	80,0	80,0	325,2	0,0
Volume de chuva = (0,8 x P x Área de captação). Sendo, P em (mm) e Área de captação em m ²							SOMA	1139,71	59,50

O orçamento global do projeto considerando os materiais previstos e a mão de obra de implantação ficou em R\$ 32.903,27 (RIBEIRO, 2019). Para o cálculo do tempo de retorno do investimento foi necessário estimar o valor despendido em água potável, mensalmente, no IF Sudeste MG. Para tanto, usou-se a tabela tarifária aplicada para concessionária municipal CESAMA (2019), considerando os valores de referência para a categoria de uso público, o que resultou em um custo mensal R\$ 634,98. Neste caso o tempo de retorno do investimento se configura em 52 meses. Portanto, tratando-se de um órgão público consolidado como IF Sudeste MG, um período de retorno de 50 meses é satisfatório para ratificar a viabilidade econômica do projeto. Ademais, faz sentido ecologicamente não desperdiçar um recurso natural escasso em grande parte do mundo, encorajando a conservação de água; a auto suficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais.

CONCLUSÕES

O projeto desenvolvido apresentou viabilidade técnica e econômica e agrega benefícios ambientais, sobretudo pela utilização da água de chuva em substituição ao uso de água tratada, contribuindo para suplementar a demanda crescente pelos usos múltiplos deste importante recurso natural.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT)/NBR 5626: Instalação

predial de águas fria. Requisitos. Rio de Janeiro, 1998. 41p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT)/NBR15527. Água de chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis (requisitos) Brasil. 2007. 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT)/NBR 10844. Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro. 1989. 13p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento. **Aproveitamento de água de chuva no nordeste brasileiro**. Brasília, DF, 2008. 14p.

CESAMA. Prefeitura de Juiz de Fora. **Relatório integrado**. Juiz de Fora, MG, 2019.

FERREIRA, C. C. M. **Estudo do comportamento do período chuvoso em Juiz de Fora – MG**. Revista Geonorte, v. 1, n. 5, 2012, p. 953-963.

LIMA, P. V. de; PAIVA, L. E. D. de; VALE, C. de S. **Aproveitamento de água da chuva: uma proposta sustentável no IF sudeste MG**. In: SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2019, Santos Dumont. **Anais**. Santos Dumont: IFSUDESTE, 2019

MAY, S. **Estudo de viabilidade do aproveitamento de água da chuva para consumo não potável em edificações**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2004, 190p.

PAIVA, L. E. D. de. **Introdução aos conceitos dos escoamentos com superfície livre com ênfase no aproveitamento de água de chuva**. Apostila. Juiz de Fora: Universidade de Juiz de Fora, 2019.

REZENDE, A. T. **Aproveitamento de águas pluviais em edificações de residências multifamiliares. Estudo de caso e de viabilidade econômica em Juiz de Fora – MG**. Trabalho de conclusão de curso. Juiz de Fora. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2017, 87p.

RIBEIRO, C. L. N. **Proposição de anteprojeto de aproveitamento de água de chuva drenadas por áreas de médio porte: estudo de caso no instituto federal sudeste de minas gerais – campus de juiz de fora**. Trabalho de conclusão de curso. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2019, 70p.

SCHIMIDT, M. **Captação de água de chuva na Alemanha**. In: 3º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO, Paraíba, 2001. **Anais**. Paraíba: ABRH, 2001. p.8.

SILVA, T. H. **Mecânica dos Fluidos e Fenômenos do Transporte**. 4 ed. Belo Horizonte: FUMARC, 1996.

TOMAZ, P., **Conservação da água**. Guarulhos: Ed. Digihouse Editoração Eletrônica, 1998. 294p.

TOMAZ, P., **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. 4 ed. Guarulhos: Ed. Navegar, 2011. 208p.