



## ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM UM MUSEU

Elaine Gonçalves da Costa <sup>(1)</sup>; Wesley Almeida Teixeira <sup>(2)</sup>; Bárbara Pontes Silva <sup>(3)</sup>; Júlia Teixeira Dias <sup>(3)</sup>; Mateus Henrique Rodrigues <sup>(3)</sup>.

<sup>(1)</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental - Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) - Campus Bambuí; Professora do Centro Universitário Una Bom Despacho.

<sup>(2)</sup> Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental - Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) - Campus Bambuí.

<sup>(3)</sup> Graduandos em Eng. Civil, Centro Universitário Una Bom Despacho.

### RESUMO

O crescimento populacional e industrial acelerado trouxe a crise hídrica que atinge o mundo todo. Diante disso, para diminuir a demanda sobre os mananciais e evitar um problema de escassez da água uma das alternativas é o aproveitamento de águas pluviais, sendo indispensável verificar a viabilidade econômica do sistema. Este estudo tem o intuito de avaliar a implantação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais em um museu, com destino para fins não potáveis. O reservatório foi dimensionado pelo Método Prático Inglês. Para análise da viabilidade econômica do sistema foi realizado uma comparação entre o valor final da construção do sistema com a capacidade de economia, relacionando a tarifa de água aplicada pela concessionária responsável pelo abastecimento da cidade, os valores foram comparados pelo método do Valor Presente Líquido (VPL) considerando um taxa mínima de atratividade de 6,5% ao ano prevendo um Payback de 8 anos e 3 meses.

**Palavras-chave:** Águas pluviais. Aproveitamento de água. Dimensionamento.

### 1 INTRODUÇÃO

Durante a maior parte da existência da humanidade, a população fez uso indiscriminado dos recursos naturais como se fossem fontes inesgotáveis e renováveis em sua totalidade, trazendo sérios danos ao meio ambiente, muitos deles irreversíveis, resultando escassez dos recursos hídricos.

A carência dos recursos hídricos é um dos assuntos mais discutidos em todas as partes do mundo e que vem trazendo inquietação de vários especialistas desse setor. Diante de tal preocupação, pretende se mostrar um caminho alternativo para preservar esse recurso que é indispensável para o ser humano.

A partir desta ideia, o projeto teve como objetivo avaliar a viabilidade de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial em um museu, partindo do pressuposto que a demanda de água potável será em partes reduzida pela utilização do sistema beneficiando assim a entidade nos aspectos econômicos e sociais.

### 2 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 2.1 Materiais

Para o desenvolvimento do projeto de aproveitamento de águas pluviais foi proposto a utilização do projeto arquitetônico, as atividades e cálculos foram auxiliadas pelo software



AutoCAD e Excel. Para captação das águas pluviais foi utilizada a cobertura do Pavilhão Velho Chico que possui uma área de 270 m<sup>2</sup>.

## 2.2 Métodos

Foi utilizado os parâmetros utilizados por Tomaz (2009), muito usado pela engenharia nos Estados Unidos e chegou à conclusão é gasto dois litros por dia a cada metro quadrado de construção para lavagem de pisos internos, tendo uma frequência de duas vezes por semana; e para que 5,75 litros por dia a cada metro quadrado de área para reposição de perdas de água por evaporação que será usado no espelho d'água próximo ao pavilhão. Com os dados é possível chegar a uma estimativa de demanda para o Pavilhão Velho Chico em torno de 10 m<sup>3</sup>/mês de água não potável.

Para o dimensionamento foi considerado o índice pluviométrico da cidade de Bom Despacho, onde será construída a edificação; os dados foram coletados a partir dos dados históricos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018) e foi adotado um tempo de retorno igual a 10 anos, abrangendo o período de Janeiro de 2007 a Dezembro de 2016. Encontrando a precipitação média anual igual a 1249 mm.

Para o dimensionamento das calhas e condutores foi utilizado a NBR 10844 (1989). Para o dimensionamento das calhas Tomaz (2010), utiliza um método simplificado relacionando a largura da calha com o comprimento do telhado. De acordo com este método, considerando o comprimento do telhado de 20m a 25m encontra-se uma largura da calha de 0,50m e com um comprimento de 25m a 30m terá uma largura de 0,60m.

Para o dimensionamento dos condutores verticais é necessário conhecer a intensidade da chuva, que se dá de acordo com a formula presente na NBR 10844 (1989). O cálculo da intensidade pluviométrica é feito de acordo com a formula de chuvas intensas, que é apresentada por Back (2014). Botelho e Ribeiro (1998), criaram um método simplificado para dimensionamento do diâmetro destes condutores, relacionando a intensidade da chuva com a área da cobertura e comparando com a vazão.

Partindo para os cálculos de dimensionamento do reservatório inferior, estes que baseiam-se nas especificações da NBR 15527 (2007), que cita seis métodos que poderiam ser utilizados, porém Rupp, Munarim e Ghisi (2011), apontam que três desses métodos apresentam uma maior eficiência no cálculo, sendo eles o Método Prático Alemão, Método de Azevedo Neto e o Método Prático Inglês.

O dimensionamento do reservatório através do Método Prático Alemão para água pluvial é baseado no menor valor entre o volume anual de água de chuva aproveitável e a demanda por água não potável. Já o Método de Azevedo Neto e um método empírico, assim



como o Método Prático Inglês. A NBR 15527 (2007), apresenta as fórmulas para cálculo através de cada método.

Para vencer a diferença de nível entre o reservatório inferior e superior foi dimensionado as tubulações de sucção, recalque e a bomba. O cálculo do diâmetro da tubulação de recalque se dá pela Formula de Bresse modificada, já a tubulação de sucção é geralmente executada com o diâmetro imediatamente superior ao de recalque. As perdas de carga da tubulação são encontradas de acordo com a equação de Hazen Williams. O cálculo da potência da bomba que conseguirá atender as especificações é dado por Netto e Fernandez (1998).

Para análise do investimento foi utilizado o método do Valor Presente Líquido, que segundo Lucheses (2011), consiste na projeção de um determinado fluxo de caixa ao instante zero, para isso é considerada uma Taxa Mínima de Atratividade. Já a fim de determinar o período em que o somatório dos fluxos de caixas irá igualar ao montante aplicado, utiliza-se o Payback Descontado.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Seguindo os parâmetros sugeridos anteriormente, para a edificação em estudo que possui o comprimento da sua área de cobertura de 25 m, a largura de calha é igual a 0,60 m. Como a altura está diretamente relacionada a largura, fica definido 0,30 m. Para os condutores verticais, adotando um tempo de retorno de 5 anos, que é utilizado para terraços e coberturas e a duração da chuva de 5 minutos, como sugere a NBR 10844 (1989), encontra-se a intensidade da chuva de 157 mm/h e a vazão de 788 l/min, com isso fica determinado diâmetro de 150 mm.

Com base no que sugere a NBR 15527 (2007), para dimensionamento do reservatório inferior para aproveitamento de águas pluviais, para a edificação em análise foram encontrados volumes de 7 m<sup>3</sup> considerando o Método Prático Alemão, 57 m<sup>3</sup> para o Método de Azevedo Neto e 17 m<sup>3</sup> para o Método Prático Inglês.

O programa Netuno auxiliou na comparação entre os métodos indicando a eficiência para cada um deles, obtendo assim a possibilidade de análise do custo-benefício para que fosse possível determinar o volume adequado. Pelo Método Prático Alemão será possível atender 66,38% da demanda por água não potável em dias, já pelo Método Prático Inglês o percentual atendido é de 99,7%. Devido a discrepância no valor encontrado no cálculo pelo Método de Azevedo Neto, ocorrido pelo valor numérico dos meses de pouca chuva da cidade de Bom Despacho, encontrado no banco de dados do IDE-Sisema, julgou-se totalmente inviável a análise considerando esse método. Nota-se que o Método Prático Alemão deixará um grande período sem atender a demanda, enquanto o volume calculado pelo Método Prático Inglês atenderá praticamente toda a demanda, sendo assim sugere-se que o volume do reservatório



seja igual a 20 m<sup>3</sup>, volume mais próximo encontrado no mercado.

O reservatório superior foi dimensionado para suprir a demanda diária, considerando que a edificação possui uma demanda mensal de 10 m<sup>3</sup> de água e diária de 334 litros. Visando melhorar a qualidade da água pluvial para aproveitamento é necessário dimensionar um reservatório de descarte. De acordo com as recomendações da NBR 15527 (2007), foi dimensionado o reservatório para suportar o descarte dos primeiros 2 mm de precipitação, necessitando assim de um volume igual a 540 litros. Encontrando um volume comercial de 750 litros. É exigido também que o sistema possua um filtro para retirada das impurezas e um sistema de desinfecção, para esse projeto foi utilizado um sistema acoplado de filtro mais clorador. É necessário tomar o devido cuidado para que os níveis de cloro residual não ultrapassem valores entre 0,5 mg/L e 3,0 mg/L, como especificado da NBR 15527 (2007).

Para tubulação de recalque, considerando uma vazão de 41,67 l/h e aplicando a Formula de Bresse, encontra-se o diâmetro comercial de 20 mm, já para a tubulação de sucção o diâmetro encontrado foi de 25 mm. Devido as perdas de cargas calculadas em toda a extensão da tubulação, encontrou-se um altura manométrica de 13,32 m e uma potência comercial para a bomba de ½ cv, o qual foi comparado com o site do fornecedor que oferece um sistema de dimensionamento, encontrando compatibilidade entre os dois cálculos.

Com todos os dimensionamentos especificados, foi feito um levantamento da quantidade de materiais a serem utilizados. Para a mão de obra de acordo com Heberle e Lindner (2017), é estimado um gasto de aproximadamente 40% sobre o valor dos materiais, totalizando assim um custo de R\$ 22.676,16.

Foi realizado uma comparação entre o valor final da construção do sistema com a capacidade de economia, relacionando a tarifa de água aplicada pela concessionária responsável pelo abastecimento da cidade de Bom Despacho, a COPASA, que fica definido R\$ 11,397 para abastecimento de água e R\$ 10,823 para coleta e tratamento de esgoto; tais valores foram comparados pelo métodos do Valor Presente Líquido e Payback Descontado utilizados para análise de investimentos, considerando como Taxa Mínima de atratividade, a taxa SELIC em vigor de 6,5% a.a. Conhecendo a demanda mensal, será possível prever uma economia igual a R\$ 222,20 por mês, resultando em um montante de R\$ 2.666,40 por ano, será aplicado ao valor a porcentagem de reajuste do ano de 2018 de 7,18% a.a. A partir dos valores citados acima, foi possível a análise que a economia de água e esgoto gerada pelo sistema consiga pagar seu custo de execução em aproximadamente 8 anos e 3 meses.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Conclui-se que o projeto terá um retorno do investimento em 8 anos, o tempo é longo,



porém é viável, visto que a edificação mesmo após esses anos, deixará de pagar a taxa para a companhia da cidade que fornece água, sendo assim poderá usar os lucros para pagamento de outras despesas. Levando em conta o tipo da edificação, um museu, o lado social é muito importante, sendo considerado como exemplo tanto para quem irá visitar, quanto para quem trabalhará no local. Para a questão da sustentabilidade, o projeto mostra a relevância do aproveitamento da água pluvial, devido à grande escassez de água potável no planeta.

É importante salientar que de água a captada não poderá ser usada para fins potáveis; recomenda-se a cloração da água para seu uso.

Para dimensionamento do projeto é necessário estudar o projeto arquitetônico e o clima da cidade, para definir a demanda de água não potável da edificação e calcular; o reservatório, calhas, tubulações e a potência da bomba. Em seguida foram feitos orçamentos de todos os materiais e mão de obra; e por fim análise do custo do projeto e do tempo de retorno do valor investido.

#### REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 10844: **Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 15527: **Água de chuva- Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis**. Rio de Janeiro, 2007.
- BACK, A. J. **Chuva de projeto de drenagem superficial no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, Epagri, 2002.
- BOTELHO, M. H. C; RIBEIRO, G. A. **Instalações Hidráulicas prediais feitas para durar – usando tubos de PVC**. São Paulo: Pro, 1998, 230p.
- CAMPOS, M. M; AZEVEDO, F. R. **Aproveitamento de águas pluviais para consumo humano direto**. Jornal eletrônico: faculdades integradas Vianna júnior, ano V, Edição I, 2013.
- HEBERLE, J; LINDNER, E. A. **Projeto de captação, armazenamento e distribuição de água de chuva para escola pública de Ipirá, SC**. Unoesc & Ciência-ACET, v. 8, n. 2, p. 137-146, 2017.
- IDE-SISEMA - INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS DO SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Zonas climáticas**. Disponível na internet via <<http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>> Acesso em 18 de outubro de 2018.
- INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de dados meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível na internet via <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>> Acesso em 7 de setembro de 2018.
- LUCHESES, G. dos R. **Estudo de caso acerca da utilização de métricas de gestão baseada em valor na análise da viabilidade econômico financeira de projetos de investimento**. 2011. Tese de Doutorado.
- NETTO, J. M. de A; Y FERNÁNDEZ, M. F. **Manual de hidráulica**. Editora Blucher, 1998.
- RUPP, R. F; MUNARIM, U; GHISI, E. **Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial**. CEP, v. 88040, p. 900, 2011.
- TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. Volume I, Capítulo IV: Calhas e Condutores, 2010.
- TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. Volume I, Capítulo II: Qualidade da água da chuva, 2009.