



CAPTAÇÃO E REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA EM EDIFICAÇÕES NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA - MG

Amanda de Sousa⁽¹⁾; Mariana Batista Oliveira⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidade Federal de Juiz de Fora, amanda.sousa@engenharia.ufjf.br

⁽²⁾ Universidade Federal de Juiz de Fora, batistaoliveiram@gmail.com

RESUMO

A poluição drástica dos mananciais de água doce, amparada pela ilusão de que os recursos naturais são infinitos, tem como consequência um aumento constante da escassez de recursos hídricos com qualidade e quantidade adequada para o abastecimento humano. Deste modo, o aproveitamento da água da chuva possui um grande potencial, sendo uma alternativa sustentável e que pode ser utilizada para fins não potáveis. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo verificar a viabilidade da implantação de um sistema de captação de água da chuva na Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF (MG), com foco nos galpões da Faculdade de Engenharia, Restaurante Universitário, prédio da Modelagem Computacional, e o prédio da Ciência da Computação e Estatística. Concluiu-se que a instalação do sistema nas edificações supracitadas é viável técnica e economicamente, além de proporcionar maior conscientização no meio acadêmico, servindo de exemplo de sustentabilidade para outras instituições.

Palavras-chave: água da chuva; reaproveitamento; cisterna.

INTRODUÇÃO

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), em seu relatório intitulado *World Population Prospects: The 2015 Revision*, a população mundial chegará a 8,5 bilhões de pessoas em 2030. Sabe-se que quanto maior a população, maior a demanda por recursos naturais, sendo a disponibilidade de água potável para o abastecimento humano um dos recursos mais solicitados. Além do aumento do consumo, vale destacar também o aumento da poluição dos mananciais.

Deste modo, o aproveitamento da água da chuva possui grande potencial no que diz respeito à economia e a sustentabilidade, por ser uma alternativa interessante para usos menos nobres, como lavagens de pisos e descarga de bacias sanitárias. Segundo informações do



Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em seu *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2015*, o brasileiro consome em média 165,5 litros por habitante por dia, e segundo a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) desse total estima-se que mais de 30% sejam utilizados para usos menos nobres, o que mostra o quão significativo pode ser a economia com a adoção dos sistemas de reaproveitamento de água da chuva.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo verificar a viabilidade da implantação de um sistema de captação de água da chuva na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), com foco nos galpões da Faculdade de Engenharia, Restaurante Universitário (RU), prédio da Modelagem Computacional e o prédio da Ciência da Computação e Estatística.

METODOLOGIA

Área de Estudo

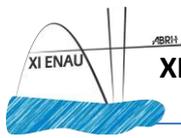
A Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, localizada na cidade de Juiz de Fora – MG, foi escolhida como a área de estudo para realização deste trabalho.

Para levantar os dados necessários, recorreu-se a entrevistas informais com os alunos e funcionários que frequentam cada uma das edificações estudadas, já que não existe quase nenhum controle do número de pessoas que transitam diariamente nestes locais, somente o RU e o Galpão da Engenharia Elétrica contam com monitoramento desta natureza.

A área utilizada para captação da água da chuva corresponde às áreas dos telhados de cada uma das edificações, e foram calculadas através da ferramenta *Google Maps*, já que as plantas baixas das edificações não foram disponibilizadas. Os valores finais desse levantamento podem ser observados no Quadro 1. Os dados de consumo de água foram obtidos a partir de informações disponíveis na literatura especializada (Quadro 2). Apesar da UFJF dispor de um hidrômetro, o mesmo atende a toda a Universidade, tornando impraticável a utilização dos dados nele registrados para as edificações utilizadas neste trabalho. O Quadro 2 mostra os valores de consumo de água expressos por cada autor, por tipologia de uso.

Quadro 1: Áreas de captação de água da chuva por edificação.

Edificação	Área (m²)
Restaurante Universitário	3030,73
Galpão da Arquitetura	941,84
Galpão da Engenharia Elétrica	963,49



Galpão do Almoxarifado	992,98
Galpão da Engenharia Civil	998,25
Modelagem Computacional	310,48
Ciências da Computação/ Estatística	574,83

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Quadro 2: Valores referência de consumo, segundo o autor e tipologia de uso.

Autor	Uso	Consumo
NASCIMENTO et al. (2014)	Limpeza de pisos	1,3 litros/m ²
NASCIMENTO et al. (2014)	Limpeza de banheiros e vestiários	2,5 litros/m ²
RIBEIRO (2011)	Aluno	40 litros/dia

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Cálculo da Água de Chuva Disponível

Para o dimensionamento do reservatório, utilizou-se o Método Prático Australiano. Este utiliza como base os dados pluviométricos da região, onde o volume de chuva útil é obtido pela equação 1 (TOMAZ, 2012). Para este fim, foram utilizados também dados pluviométricos da região, retirados do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). Foram utilizados dados de um ciclo de 30 anos (1986 – 2015), e a partir destes foram montadas médias mensais do volume de chuva com a ajuda do software *Excel*.

$$Q = A * C(P - I) \quad (1)$$

Onde:

C – coeficiente de escoamento superficial, geralmente 0,80;

P – precipitação média mensal (mm);

I – interceptação da água que atinge as superfícies e as perdas por evaporação, (2 mm);

A – Área de coleta (m²);

Q – volume mensal produzido pela chuva (m³).

Os cálculos foram realizados utilizando-se o *Excel* e separados por edificações, considerando todas as instalações do restaurante universitário como única. Algumas considerações individuais foram adotadas em cada edificação, devido às especificações de cada uma, e são descritas nos resultados.

A precificação dos equipamentos e materiais que constituem os sistemas de captação foi calculada com base nos valores encontrados nos sites de empresas de boa reputação e que fabricam esses produtos. As posições dos reservatórios foram definidas com base nos

critérios de espaço disponível, harmonia paisagística e distância dos pontos de captação, para que se possa aproveitar ao máximo as estruturas já existentes.

O cálculo da economia no consumo de água e as estimativas de gastos com energia pelas bombas das cisternas foram realizados com base nas tarifas das concessionárias locais. Devido à dificuldade de valorar a quantidade de tubulação necessária e a mão de obra que seria empregada na instalação do sistema, nos baseamos em parâmetros orçamentários da obra de um galpão construído cidade Taubaté em São Paulo, estimativas obtidas via contato por telefone com os empreendedores responsáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido à metodologia e as considerações gerais serem análogas a todas as edificações, optou-se, por apresentar somente os resultados referentes ao Restaurante Universitário, pois este foi considerado o mais representativo, devido às grandes variabilidades sazonais de consumo, o grande volume consumido em usos menos nobres, e por constituir a área de maior captação de água da chuva.

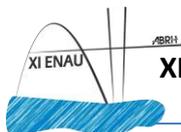
Tratando-se do RU, observaram-se três padrões de consumo: consumo nos dias úteis no período letivo, aos sábados no período letivo, e o consumo no período de férias, em que o RU funciona de segunda a sexta-feira. O Quadro 3 descreve os resultados de consumo diário encontrados.

Quadro 3 – Consumo diário RU

Consumo Restaurante Universitário (L/dia)			
	Dias úteis/Período Letivo	Sábados/Período Letivo	Dias úteis/Férias
Funcionários	3480	1360	3480
Alunos	9000	1800	1200
Limpeza	4300,3	2150,15	2150,15
Total:	16780,3	5310,15	6830,15

Fonte: Elaborado pelas autoras.

A grande variação de precipitação entre os meses do ano torna dificultoso o dimensionamento dos reservatórios de acumulação. Reservatórios grandes o suficiente para armazenar água para os meses de escassez tornam-se inviáveis devido aos altos custos e restrição de espaço. A alternativa encontrada seria optar por reservatórios menores, no modelo de cisternas independentes para cada edificação.



A escolha dos volumes foi baseada no consumo diário de cada edificação, visto que consumo mensal gerou volumes muito altos, tornando inviável o armazenamento. Para determinar o volume do reservatório superior a NBR 5626 recomenda que este seja igual à 2/5 do volume total. O Quadro 4 descreve o volume e a quantidade das cisternas e reservatórios superiores adotadas.

Quadro 4 – Cisternas e caixas d'água

Edificação	Cisternas	Vol. Cisterna (L)	Res. Superior	Vol. Res. Superior (L)
RU	2	10000	2	5000

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Atualmente, a concessionária local de abastecimento de água, cobra uma taxa de R\$5,126 por m³ de água fornecida (Categoria Pública > 200 m³). Sendo assim, o valor gasto anual com consumo de água é de R\$18504,39.

Calculou-se que o volume de água armazenado anualmente pelo sistema será igual a 1945,65 m³, gerando uma economia anual de R\$ 9973,41. Observou-se que será necessária a complementação desse volume para atender à demanda, principalmente nos meses de seca, um total de 1664,26 m³ de água deverão ser requeridos à concessionária local anualmente, gerando uma despesa de R\$ 8530,98.

Para garantir a viabilidade do projeto foi realizada também uma análise comparativa entre o custo de implantação e o quanto de economia o sistema proporcionará à UFJF. Considerando todos os custos envolvidos, chegou-se aos resultados apresentados no Quadro 5:

Quadro 5: Custos Totais

Custos cisternas + reser. superiores (R\$):	R\$ 28241,60
Custo tubulação e mão de obra(R\$):	R\$ 12970,00
Custo energético (R\$/ANO):	R\$ 506,30
Total em 5 anos (R\$):	R\$ 42224,20
Economia em 5 anos (R\$):	R\$ 49867,05

Fonte: Elaborado pelas autoras.

CONCLUSÕES

O projeto é de extrema valia e importância no contexto atual, pois além de proporcionar o uso com parcimônia dos recursos hídricos, gera economia destes recursos neste cenário de crise econômica.



Muitos dados utilizados nos cálculos tiveram que ser estimados por falta de estudos específicos para as edificações estudadas, salientando a maior necessidade do controle desses parâmetros.

Por fim, outro ponto importante é a real implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos, pois traz consigo a noção de que a água é um recurso limitado e dotado de valor econômico. Tendo em vista que em um futuro próximo pagaremos pela água que consumirmos, e não mais uma taxa pela distribuição e manutenção da rede, fica bastante claro que os valores monetários destinados a esta cobrança serão significativamente maiores, e, por isso, torna-se ainda mais importante nos resguardarmos e utilizarmos todas as fontes alternativas e sustentáveis deste recurso.

REFERÊNCIAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: *Instalação predial de água fria*. Rio de Janeiro, 1998.
2. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp). Acesso em 3 de março de 2017. Disponível em: <www.sabesp.com.br/CalandraWeb/animacoes/index.htm>.
3. NASCIMENTO, Eduarda Aun de Azevedo; SANT'ANA, Daniel. *Caracterização dos usos-finais do consumo de água em edificações do Setor Hoteleiro de Brasília*.
4. Organização das Nações Unidas. *World Population Prospects: The 2015 Revision*. Acesso em 2 de janeiro de 2017. Disponível em: <https://esa.un.org/Unpd/wpp/Publications/Files/Key_Findings_WPP_2015.pdf>.
5. RIBEIRO, Celso Bandeira de Mello et al. *Aproveitamento da água de chuva – campus UFJF/MG*. Maceió, 2011. 12 f. Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. 2011.
6. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2015*. Acesso em 3 de janeiro de 2017. Disponível em: <http://www.epsjv.fiocruz.br/upload/Diagnostico_AE2014.pdf>.
7. TOMAZ, Plínio. *Dimensionamento de reservatórios de água de chuva*. Capítulo 109. 2012. Acesso em 25 de Setembro de 2016. Disponível em: <http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livro_calculos/capitulo109_julho.pdf>.
8. UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. Faculdade de Engenharia. *Localização*. Acesso em 10 de abril de 2017. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/engenharia/localizacao/>>.