

XII ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS

ESTUDO DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS NA EDIFICAÇÃO DO BLOCO M DA UNIVERSIDADE DE FORTALEZA.

*Hugo Luiz Pinheiro Diógenes¹; Maria Patrícia Sales Castro²; Raquel Jucá de Moraes Sales³;
Flávia Telis de Vilela Araújo⁴ & Juliana Alencar Firmo de Araújo⁵*

RESUMO – O aproveitamento de águas pluviais além de minimizar os efeitos da falta de água, colabora com o sistema de drenagem urbano, diminuindo a ocorrência de cheias. O presente trabalho tem como objetivo apresentar um sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis em uma instituição de ensino superior, onde será demonstrado todo o processo de dimensionamento dos condutores horizontais e verticais, do conjunto motor-bomba e dos reservatórios inferior e superior em função da demanda que será exigida pelo sistema. Todos os dimensionamentos foram baseados nas normas da ABNT NBR 15.527/2007, NBR 10.844/1989 e NBR 5.626/1996. Além disso, foi determinado o consumo de água aproveitável pela cobertura e comparado com a demanda da edificação estudada, no qual constatou-se que para anos com precipitações próximas da média, o sistema seria capaz de atender a demanda não apenas da edificação como o uso nos mictórios e bacias sanitárias, mas também capaz de regar boa parte do gramado de um campo *society* próximo ao referido local, economizando um volume de aproximadamente 1.600 m³ por ano de água potável.

ABSTRACT– The use of rainwater minimizes the effects of lack of water and collaborates with the urban drainage system, reducing the occurrence of floods. The objective of this work is to present a system for capturing and utilizing rainwater for non-potable purposes in an institution of higher education, where it will be demonstrated the entire dimensioning process of the horizontal and vertical conductors, the motor-pump assembly and the lower reservoirs And higher in function of the demand that will be required by the system. All these designs were based on the standards of ABNT NBR 15.527/2007, NBR 10.844/1989 and NBR 5.626/1996. In addition, it was determined the consumption of water that could be used for the cover and compared to the demand of the building studied, in which it was found that for years with near-average precipitations, the system would be able to meet the demand not only of the construction as the use In the urinals and sanitary basins, but also able to irrigate much of the lawn of a society field near the place, saving a volume of approximately 1,600 m³ per year of drinking water.

Palavras-Chave – Águas pluviais. Escassez hídrica. Economia.

1) Graduado da Universidade de Fortaleza. E-mail: hg.diogenes@gmail.com;

2) Doutoranda em Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Ceará. E-mail: patricia.sales@gmail.com;

3) Professora Doutora da Universidade de Fortaleza. E-mail: raqueljuca@gmail.com;

4) Professora Doutora da Universidade de Fortaleza. Email: flaviatelvilela@gmail.com;

5) Professora Doutora da Universidade de Fortaleza. E-mail: julianaafaraujo@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, juntamente com a deterioração dos recursos hídricos e o uso não racional têm levado a população a conscientização para redução da demanda de água, como também a buscar novas fontes para o abastecimento (AMORIM & PEREIRA, 2008). O estudo sobre aproveitamento de água pluvial como uma alternativa à escassez hidrológica é de suma importância visto a tendência de crescimento populacional acelerado associada à diminuição do potencial hídrico.

A diminuição do volume de água dos reservatórios de abastecimento no Nordeste se dá também pelas características da região, no qual tem-se um clima semiárido com baixa precipitação com uma média de 600 mm por ano e alta taxa de evaporação potencial com uma média de 2000 mm por ano, desfavorecendo ainda mais o nível dos reservatórios (FAO, 2015).

Como uma das alternativas para amenizar esta situação, pode-se citar o aproveitamento de água pluvial precipitada nas residências ou áreas de uso comum, visto que está é uma prática pouco utilizada, mas que vem se popularizando diante da necessidade. Essa tecnologia além de proporcionar uma significativa economia de água potável, ainda contribui para a redução de despesas como, às ocasionadas pela concessionária local de tratamento e distribuição de água, e também pela diminuição do pico de inundações em grandes cidades, onde a superfície tornou-se impermeável, impedindo a infiltração da água (TOMAZ, 2003).

Com o uso da água pluvial tem-se inúmeros aspectos que mostram sua eficácia no sistema, entre elas pode-se citar à qualidade da água que é considerada aceitável para vários fins com pouco ou nenhum tratamento, à redução dos investimentos para captação em locais mais distantes, ou até mesmo com a redução do custo que seria usado com água potável para fins que dispensam essa qualidade, melhor distribuição da carga de água pluvial imposta ao sistema de drenagem, redução dos riscos de enchentes, preservação do meio ambiente, baixo custo para implantação visto que pode-se usar os telhados, lajes e rampas como estruturas para o sistema (MAY, 2009).

Segundo a ABNT (2007), o uso da água captada deve ser feito somente para fins não potáveis, e de acordo com o tratamento, esses usos podem ser: descargas em bacia sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, limpezas de veículos, limpezas de calçadas e ruas, limpezas de pátios, espelhos d'água e uso industrial.

Neste trabalho foi realizado um estudo sobre captação e aproveitamento de águas pluviais para uso não potável na edificação do bloco M e no campo *society* da Universidade de Fortaleza (UNIFOR).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área em estudo

O estudo de caso foi realizado em uma edificação na Universidade de Fortaleza, especificamente no bloco M, localizado no bairro Edson Queiroz, na cidade de Fortaleza/CE.



Figura 1 - Vista da edificação de estudo, bloco M, UNIFOR.

A escolha da edificação do bloco M para o estudo de caso se deu principalmente por 3 aspectos:

- Alta demanda de consumo de água na edificação;
- Área de cobertura da edificação bastante abrangente com 1848,84 m²;
- Proximidade ao campo *society* da UNIFOR, no qual também será beneficiado com o sistema de aproveitamento de águas pluviais.

2.2 Índices pluviométricos

A cidade de Fortaleza com temperatura média anual de 26,5°C possui duas estações bem definidas, no qual no primeiro semestre do ano, tem-se um período bastante chuvoso, enquanto no segundo semestre do ano, há um período bastante seco e pouco chuvoso (PMF, 2013).

Os dados pluviométricos utilizados no estudo de caso foram fornecidos pelo Departamento de Serviços Gerais (DSG) e pelo Departamento de Manutenção e Obras (DMO) da Universidade de Fortaleza. Os dados são extraídos de um posto pluviométrico existente na própria universidade, o que torna o estudo de caso mais refinado, visto a proximidade entre o posto pluviométrico e à área de captação das águas pluviais.

Tabela 1 - Médias mensais entre 2000 e 2016.

| Mês | Média mensal entre 2000-2016 (mm) |
|-----|-----------------------------------|
| JAN | 176,12 |
| FEV | 162,62 |
| MAR | 302,62 |
| ABR | 360,10 |
| MAI | 209,10 |
| JUN | 152,28 |
| JUL | 73,29 |
| AGO | 21,25 |
| SET | 16,82 |
| OUT | 4,01 |
| NOV | 4,32 |
| DEZ | 14,21 |

Fonte: DMO, 2017 (adaptado).

A partir da tabela 1, é possível constatar que a quadra chuvosa normalmente se inicia em janeiro e se estende até julho com precipitações acima de 50 mm, já a partir do mês de agosto começa o período com poucas chuvas, se estendendo até dezembro.

2.3 Área de captação

O bloco M da UNIFOR possui uma cobertura com fechamento em telha de alumínio, com uma inclinação média de 11,24% (retirada do projeto) e possui uma área total de 1848,84 m² que será utilizada para cálculo do dimensionamento dos reservatórios. O bloco foi dividido em 4 áreas de captação conforme apresentado na figura 2.

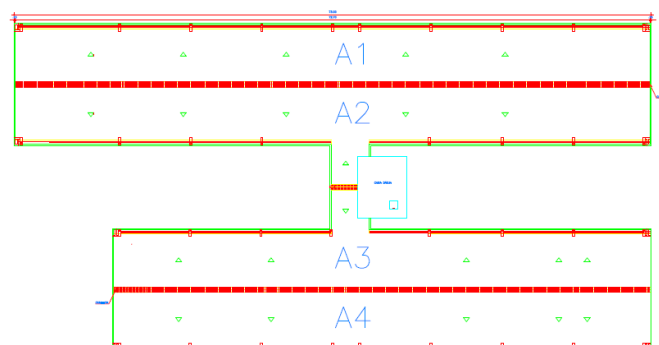


Figura 2 - Divisão das áreas do telhado da edificação.

As áreas de contribuição A1, A2, A3 e A4 foram calculadas seguindo orientações da NBR 15527/2007 considerando a área do telhado em projeção horizontal expressa em metros quadrados.

Tabela 2 - Áreas da coberta.

| Descrição | Área em m ² |
|-----------|------------------------|
| A1 | 495,90 |
| A2 | 512,51 |
| A3 | 435,28 |
| A4 | 405,15 |

Fonte: DMO, 1999 (adaptado).

2.4 Volume de água aproveitável

O volume de água disponível para aproveitamento foi determinado de acordo com o item 4.3.3 da NBR 15.527/2007, onde o volume de água aproveitável depende do coeficiente de escoamento superficial da cobertura, sendo calculado conforme a equação (1):

$$V = P \cdot A \cdot C \cdot \eta_{\text{fator de captação}} \quad (1)$$

Onde:

- V → Volume anual, mensal ou diário de chuva aproveitável (L);
- P → Precipitação média anual, mensal ou diária (1496,75 mm/ano);
- A → Área da coberta que será captada (1848,84 m²);
- C → Coeficiente de escoamento superficial da cobertura (0,8);
- η → Eficiência do sistema de captação (1,0).

O volume de água aproveitável é de 2.213.801 L/ano.

2.5 Cálculo do consumo de água

2.5.1 Consumo de água utilizado pelo bloco M da UNIFOR.

O bloco M é composto por 3 pavimentos e contém atividades nos 3 turnos. Foi estimado que o pavimento térreo possui 371 pessoas/turno/dia, no 1º pavimento 870 pessoas/turno/dia e no 2º pavimento 870 pessoas/turno/dia. Adotou-se uma taxa de ocupação de 90% do bloco e foram desprezadas possíveis pessoas que utilizem os banheiros só de passagem pelo bloco. Considerando que 50% da população seja presente por homens e os outros 50% por mulheres.

Para Cal (2009), 70% dos homens que utilizam o banheiro nas instituições de ensino, são para urinar, enquanto as mulheres esse valor sobe para 77%, os restantes das pessoas utilizam o banheiro para defecar, logo 30% dos homens e 23% das mulheres.

- Total do volume de água utilizada pelos homens: 2108 L/dia
- Total do volume de água utilizada pelas mulheres: 2628 L/dia

Considerando que na instituição de ensino o período de aulas é composto anualmente por 10 meses letivos e destes 10 meses, tem-se que o total de dias úteis e letivos são em média de 209 dias tem-se um total de 989 824 L/ano.

2.5.2 Consumo de água utilizado pelo campo Society da UNIFOR.

Plínio Tomaz (2003), estima que aproximadamente 2 litros/m²/dia é utilizado para rega de jardins e gramados. O campo *society* da UNIFOR tem aproximadamente 3.053,33 m² de área com dimensões de 68,31 m de comprimento e 44,69 m de largura conforme medidas retiradas em projeto. Portanto, um consumo diário de 6 106,66 L e anual de 1 612 158,24 L, considerando que o gramado é regado 22 dias úteis por mês.

2.6 Dimensionamento do reservatório

Foi utilizado o método de Rippl para vazões com demanda constantes e chuvas mensais.

$$S(t) = D(t) - Q(t) \quad (2)$$

$$Q(t) = C \cdot P(t) \cdot A \quad (3)$$

Onde:

S (t) → Volume de água no reservatório no tempo t;

Q (t) → Volume de chuva aproveitável no tempo t;

D (t) → Demanda ou consumo no tempo t;

V → Volume do reservatório;

C → Coeficiente de escoamento superficial;

P (t) → Precipitação da chuva no tempo t;

A → Área de captação.

A partir das diferenças de vazões demonstradas pela tabela 14, foi calculado o volume de água faltante entre os meses de julho a dezembro.

Tabela 3 - Volume de água necessário para suprir as necessidades.

| Mês | Qtde. dias/mês | Diferença de vazões em L/S | Volume de água faltante em Litros |
|-----|----------------|----------------------------|-----------------------------------|
| JUL | 31 | -0,03192 | 134,00 |
| AGO | 31 | -0,06784 | 96.349,80 |
| SET | 30 | -0,07051 | 100.158,23 |
| OUT | 31 | -0,07974 | 128.215,11 |
| NOV | 30 | -0,07943 | 123.268,73 |
| DEZ | 31 | -0,07270 | 109.373,25 |

Somando os volumes de julho a dezembro, tem-se um total de 613.249,04 Litros, esse valor é o volume necessário de um reservatório para o armazenamento da água que será utilizado para suprir as necessidades no período com poucas chuvas (julho-dezembro).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise da relação vazão de chuva mensal x vazão da demanda

Com os valores das vazões que será captado mês a mês, foi possível fazer uma análise da vazão que irá fluir para o reservatório pelas precipitações (vazão mensal das chuvas) e da vazão que será retirada do reservatório por meio da utilização da água nos banheiros e sanitários e da água utilizada para regar o gramado do campo (vazão consumida calculada).

Como as vazões estão na mesma unidade (L/s), é possível fazer uma comparação e identificar se a água captada pelas precipitações é suficiente para atender toda demanda exigida anualmente. Com isso foi feita uma relação da água que entra e da água que sai do reservatório e em seguida retirada a diferença entre as duas vazões.

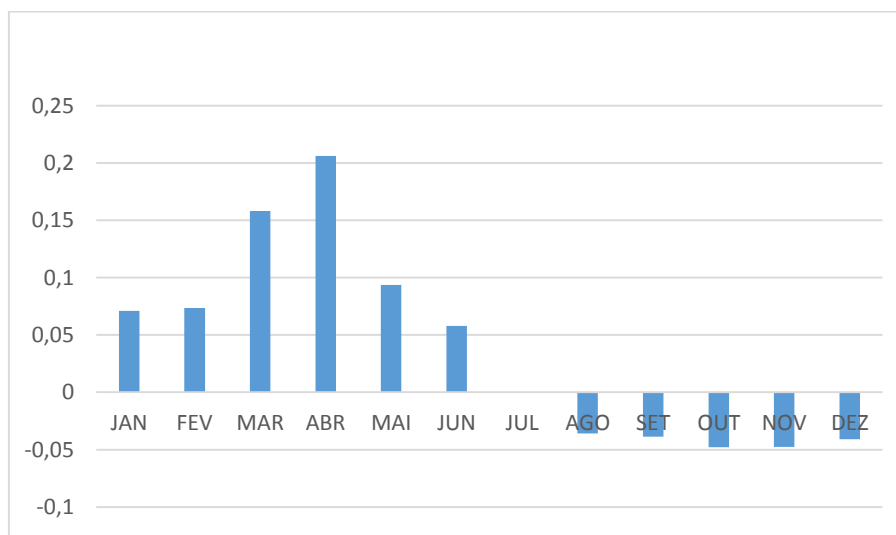
Tabela 4 - Diferença das vazões precipitada e vazão de demanda.

| Mês | Qtde. dias/mês | Precipitação em MM/MÊS | Vazão das chuvas em L/S | Vazão da demanda constante em L/S | Diferença de vazões em L/S |
|-----|----------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| JAN | 31 | 176,12 | 0,12157 | 0,05064 | 0,07093 |
| FEV | 28 | 162,62 | 0,12428 | 0,05064 | 0,07364 |
| MAR | 31 | 302,62 | 0,20889 | 0,05064 | 0,15825 |
| ABR | 30 | 360,10 | 0,25686 | 0,05064 | 0,20621 |
| MAI | 31 | 209,10 | 0,14434 | 0,05064 | 0,09370 |
| JUN | 30 | 152,28 | 0,10862 | 0,05064 | 0,05798 |
| JUL | 31 | 73,29 | 0,05059 | 0,05064 | -0,00001 |
| AGO | 31 | 21,25 | 0,01467 | 0,05064 | -0,03597 |
| SET | 30 | 16,82 | 0,01200 | 0,05064 | -0,03864 |
| OUT | 31 | 4,01 | 0,00277 | 0,05064 | -0,04787 |
| NOV | 30 | 4,32 | 0,00308 | 0,05064 | -0,04756 |
| DEZ | 31 | 14,21 | 0,00981 | 0,05064 | -0,04084 |

Fonte: Autores.

Foi observado que entre os meses de janeiro e junho a água captada pela cobertura do bloco é suficiente para atender toda demanda exigida, em outras palavras, caso as vazões fossem constantes e não somente uma média, não necessitaria de um reservatório para armazenar água nesse período, pois a água drenada da cobertura seria suficiente para atender toda demanda. Contudo, entre os meses de julho a dezembro, observa-se uma diminuição do volume precipitado e conseqüentemente uma diminuição da vazão que será afluyente ao reservatório, logo a vazão consumida que foi considerada constante será maior do que a vazão afluyente que flui para o reservatório, resultando em um déficit de vazão, conforme ilustrado no gráfico 1.

Gráfico 1- Diferença de vazões precipitada e demandada, em L/s.



Fonte: Autores.

3.2. Viabilidade técnica do estudo de aproveitamento de águas pluviais

Com o volume de água consumida anualmente (1.587.024 L/ano) e o volume de água possível de captação (2.213.801 L/ano) já definidos, foi realizada uma comparação entre os dois valores, onde obteve-se um aproveitamento de 72% da água captada. Esse valor deixa uma folga no sistema de 28% (água que não será captada), para que com um ano com precipitações um pouco menor que a precipitação média utilizada para dimensionamento, seja possível que o sistema supra as necessidades projetadas. Com base nestes dados, pode-se afirmar que para um ano com precipitações próximo a média anual (1496,75 mm/ano) o sistema é totalmente viável tecnicamente, onde o volume de água captado consegue suprir a demanda exigida no estudo.

O volume dos reservatórios superior (245.299,61 L) e inferior (367.949,42 L) ficaram bastante elevados, visto que a distribuição de chuvas é bastante variável, onde se pode observar baixas precipitações entre julho a dezembro, logo é necessário que os reservatórios sejam maiores para que possam suprir os meses de baixa precipitação. Em uma região com precipitação bem distribuída durante todo o ano, os volumes dos reservatórios serão significativamente menores, pois o mesmo será recarregado constantemente, sem necessidade de grandes armazenamentos (TOMAZ, 2010).

3.3 Economia gerada pelo projeto

O volume de água captado e utilizado pelo sistema está estimado em 1.587.024 L/ano, logo será economizado 1.587 m³ de água potável.

A Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE) é responsável pelo abastecimento e pela cobrança do consumo de água potável. A mesma apresenta uma estrutura tarifária para o estado do Ceará, onde é classificada pela categoria da edificação, e pelo consumo (demanda) em m³.

A UNIFOR se trata de uma instituição de ensino sem fins lucrativos, portanto é considerada uma Entidade filantrópica. A demanda de água potável da UNIFOR, apresenta valores maior que 50 m³ por mês, logo utilizando a tabela 1 disponibilizada pela CAGECE é possível obter o preço de água potável por m³.

Tabela 5 - Tarifas CAGECE para entidades filantrópicas.

| Categoria | Faixa de Demanda (m³) | Tarifa Água (R\$/m³) | Tarifa Esgoto (R\$/m³) |
|---|---|--|--|
| Entidades Filantrópicas | 0 a 10 | 1,96 | 1,96 |
| Demandas mínimas (10m ³ de água e 8m ³ de esgoto) | 11 a 15 | 3,3 | 3,3 |
| | 16 a 20 | 3,55 | 3,55 |
| | 21 a 50 | 6,08 | 6,08 |
| | > 50 | 10,73 | 10,73 |

Para a categoria e demanda da UNIFOR, a tarifa de água é de R\$ 10,73 por m³, logo a economia com água potável será de R\$ 17 028,77/ano.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de água para fins não potáveis é de grande relevância para UNIFOR, pois grande parte da água consumida na instituição se destina ao uso de vasos e bacias sanitárias e na rega dos gramados presentes no campus, visto a extensa área de gramados e jardins existente, assim como a quantidade de água utilizada pelos alunos e colaboradores da instituição nos banheiros.

A UNIFOR é uma instituição de ensino que possui grandes áreas de cobertura, onde podem ser captadas e aproveitadas grandes volumes de água pluvial. Com a análise do potencial de aproveitamento de água disponível e a demanda existente no campus para fins não potáveis, pode-se concluir que a utilização de águas pluviais é bastante viável, no qual seria gerado vários benefícios tanto para a instituição, quanto para o meio ambiente.

A grande dificuldade para utilização deste projeto no bloco M e uma possível expansão para outros blocos do campus, seria o custo para implantação do sistema, pois é necessário um gasto inicial representativo, contudo, atravessando o custo de implantação do projeto, à longo prazo esse tipo de sistema passaria a gerar lucro, pois os custos de manutenção e operação não são altos e a economia anual com a concessionária devido o consumo de água potável é bastante elevado.

REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 15527. Água de chuva -Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. 2007.
- AMORIM, S. V.; PEREIRA, D. J. A., Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. *Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. 2008.
- FAO, Food And Agriculture of the United Nations. Disponível em <<http://www.fao.org>>.
- FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Disponível em <<http://www.funceme.br>>
- MAY, S. Caracterização, tratamento e reuso de água cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações. São Paulo. 2009.
- PORTAL HIDROLÓGICO DO CEARÁ, Disponível em <<http://www.hidro.ce.gov.br>>.
- TOMAZ, P. Aproveitamento de Água de Chuva. ed. 2º. São Paulo: Navegar. 2003.