375 – ANÁLISE DA VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS – ESTUDO DE CASO EM UM GALPÃO DE APOIO A ATIVIDADES DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

Davi Bomfim Conceição[(1)]
Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB).
Rosa Alencar Santana de Almeida[(2)]
Engenheira Civil pela Universidade Federal da Bahia. Mestre em Engenharia Ambiental Urbana pela Escola Politécnica – UFBA. Doutora em Energia e Ambiente pelo Centro Interdisciplinar de Energia e Ambiente – UFBA. Professora Associada da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB

Endereço[(1)]**:** Rua Alto Sobradinho, 201 – Santo Antônio de Jesus – BA – CEP: 44.430-302 - Brasil - Tel: (75) 9 8816-6827 - e-mail: davibomfim@aluno.ufrb.edu.br

RESUMO

A captação de água da chuva é uma prática utilizada desde as civilizações antigas e, com os avanços tecnológicos e a crescente preocupação com a sustentabilidade, tornou-se uma alternativa importante para reduzir a dependência de fontes tradicionais para abastecimento. Em edificações, seu uso para fins não potáveis contribui para a preservação dos recursos hídricos e proporciona economia no consumo de água potável. Este estudo foi conduzido na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), em Cruz das Almas (BA), com o objetivo de avaliar a viabilidade do aproveitamento da água pluvial para suprir parte da demanda para fins não potáveis em edificações do campus universitário. A metodologia envolveu a caracterização da área de estudo, a estimativa do volume de captação e a identificação das demandas que podem ser atendidas. Os resultados comprovaram ser oportuna a adoção de estratégias acessíveis para o uso destas águas, reforçando os benefícios financeiros e ambientais das ações.

PALAVRAS-CHAVE: Águas pluviais, economia, conservação da água, campus universitário.

INTRODUÇÃO

A crescente indisponibilidade de água potável, intensificada pela exploração e degradação dos mananciais, impulsiona a busca por alternativas sustentáveis para o uso dos recursos hídricos.

A captação e o aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis, como irrigação e dessedentação de animais, surgem como uma solução promissora, respaldada pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433/1997) (BRASIL, 1997). Por meio desta lei percebe-se a importância do aproveitamento da água de chuva, incluindo-se a possibilidade de redução da alta demanda sobre os corpos hídricos e sobre o sistema público de abastecimento de água tratada, na medida em que, dentre os seus objetivos tem-se o de incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais (incluído pela Lei Federal nº 13.501 de 30 de outubro de 2017) (BRASIL, 2017).

Ainda em relação ao amparo legal, conta-se com a Lei Federal nº 14.546/2023, que altera a Lei de Saneamento Básico para estabelecer medidas de prevenção a desperdícios, de aproveitamento das águas de chuva e de reúso não potável das águas cinzas. De acordo com o texto do referido documento, a União deve estimular o uso das águas de chuva e a reutilização não potável das águas cinzas em novas edificações e nas atividades paisagísticas, agrícolas, florestais e industriais (BRASIL, 2023).

Embora a eficiência do aproveitamento da água de chuva dependa da pluviosidade de cada região, alguns estudos apontam que a economia de água pode chegar a variar de 25% a 40%. Segundo um trabalho realizado por Flores et. al. (2012) na cidade de Belém foi constatado que em condições favoráveis seria possível atender mais de 37% da população através da captação de água de chuva, isso demonstra um enorme potencial e que poderia suprir o déficit de abastecimento da cidade de Belém.

Ademais, apreende-se que o aproveitamento desta fonte de água pode ser potencializado em locais onde as edificações ofereçam boas áreas de captação, como se observa no campus onde este estudo foi realizado. No entanto, é importante compreender se a contribuição das calhas de prédios ali concentrados e as intervenções necessárias para o aproveitamento da água, são compatíveis com os benefícios ambientais e financeiros de tais ações.

O objetivo deste estudo foi, portanto, analisar a viabilidade técnica e financeira do aproveitamento de água da chuva na Estação Agroecológica Jamille Casa, localizado no campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) em Cruz das Almas. O estudo visou determinar a capacidade de captação do sistema, a demanda por água não potável na edificação e o potencial de economia de água potável, contribuindo para a gestão sustentável dos recursos hídricos no campus.

OBJETIVOS

Estimar o volume captado e a demanda requerida para atendimento por água chuva em uma edificação localizada no campus de Cruz das Almas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, com a finalidade de utilização para fins não nobres e redução do consumo de água potável.

METODOLOGIA UTILIZADA

A pesquisa foi desenvolvida em etapas, combinando métodos de coleta e análise de dados para uma avaliação abrangente do sistema de aproveitamento de água de chuva proposto.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Estação Agroecológica Jamille Casa foi selecionada como objeto de estudo devido à sua estrutura, atividades desenvolvidas e potencial para implantação do sistema de captação.

As Figura 1 e Figura 2 mostram, respectivamente, a fachada da edificação e uma vista da área interna onde está localizada a sala de aulas e uma sala convivência. Além destes equipamentos, a estação dispõe de duas salas menores e sanitários pré-fabricados (Figura 3)

A edificação, com área de cobertura de 260,00 m², conforme mostrado na planta baixa (Figura 4), abriga atividades de ensino, pesquisa e extensão, e na parte externa dispõe de espaço para a criação de animais e o cultivo de plantas, que demandam uso de água não potável.

Figura 1: Fachada da Estação Agroecológica Jamille Casa
Fonte: Acervo da pesquisa, 2024

Figura 2: Salas de aulas
Fonte: Acervo da pesquisa, 2024

Figura 3: Sanitários pré fabricados
Fonte: Acervo da pesquisa, 2024

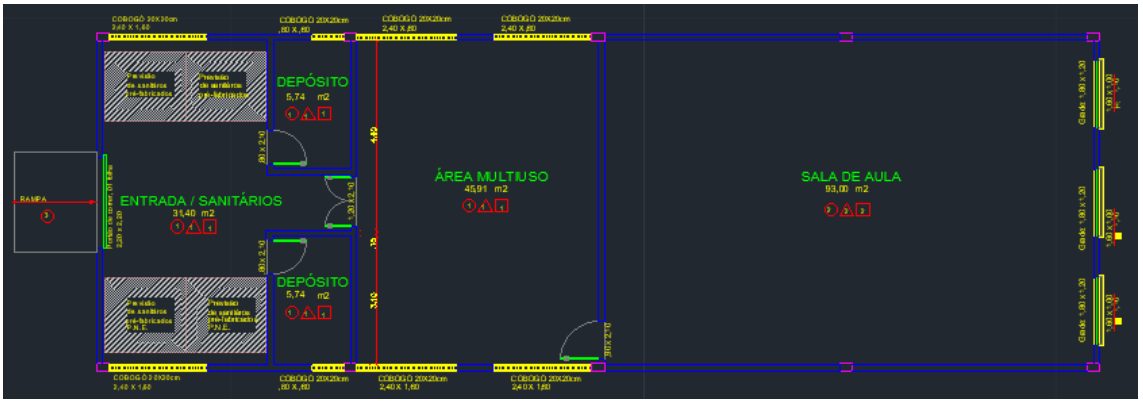

Figura 4: Planta baixa da Estação Jamille Casa
Fonte: Acervo da pesquisa, 2024

ANÁLISE PLUVIOMÉTRICA

A estimativa do volume de chuvas foi estabelecida por meio de dados pluviométricos obtidos na plataforma Instituto Nacional de Meteorologia INMET selecionando-se a estação climatológica de Cruz das Almas-BA (A406), que está localizada nas coordenadas: Latitude: -12.67555554, Longitude: -39.08944444. O período estabelecido na plataforma foi entre os anos 2003-2023.

Foram calculadas as médias mensais de precipitação para determinar a disponibilidade hídrica e o volume de água captável, para armazenamento e destinação para uso.

LEVANTAMENTO DAS DEMANDAS

As demandas de água não potável da edificação foram quantificadas com base em parâmetros específicos, como o número de usuários, a frequência de uso e as necessidades de irrigação e dessedentação de animais. Para estabelecimento dos quantitativos foram feitas consultas aos sistemas de gestão de atividades acadêmicas, visitas a campo e registros observacionais.

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

O software Netuno foi utilizado para simular o sistema de aproveitamento de água de chuva, considerando a demanda total a ser substituída, a área de captação, o coeficiente de escoamento superficial e diferentes volumes de reservatório (5.000, 10.000 e 15.000 litros). O Netuno, é um programa computacional utilizado para simulação de sistemas de captação de águas pluviais que permite uma modelagem do SAAP, apresentando resultados como: a relação entre o potencial de economia de água potável por meio do uso de água pluvial e a capacidade do reservatório, o volume extravasado de água pluvial, entre outros (Ghisi e Cordova, 2014).

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Foi realizado um orçamento preliminar para a instalação do sistema, considerando os custos de materiais, como reservatório, calhas, tubulações e conexões. A partir dos valores de economia de água potável, foi calculado o tempo de retorno do investimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PLUVIOMETRIA DA REGIÃO

A análise pluviométrica revelou um regime de chuvas bem definido em Cruz das Almas, com período chuvoso concentrado entre maio e julho e período seco de setembro a março. Essa sazonalidade afeta diretamente a capacidade de captação do sistema (Figura 5).

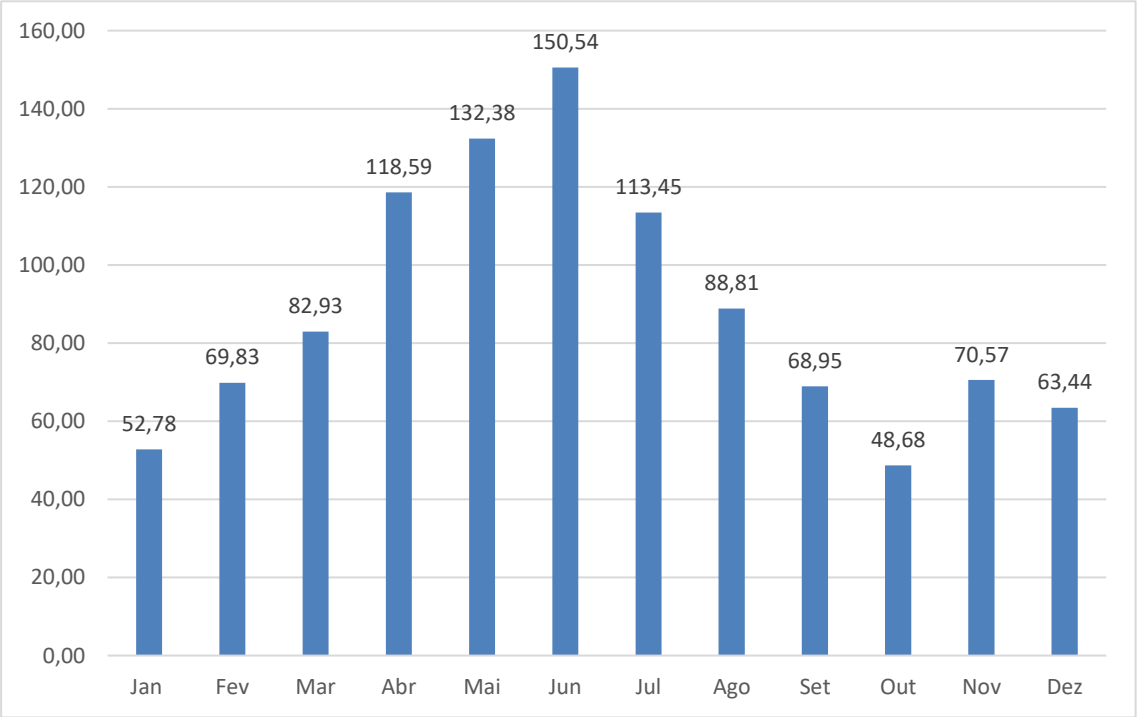

Figura 5: Média das Precipitações Mensais 2003-2023
Fonte: Elaboração própria, adaptado de INMET, 2024.

ÁGUA PLUVIAL CAPTÁVEL

O volume de água pluvial captável pela edificação varia de 10,12 m³ no mês de menor pluviosidade a 31,20 m³ no mês de maior pluviosidade. Esse potencial demonstra a capacidade do sistema de suprir uma parte significativa da demanda por água não potável, mesmo durante os meses mais secos. Os cálculos foram realizados adotando-se um percentual de aproveitamento de 80% (Cp = 0,8) para atendimento a dois cenários limítrofes: mês de menor pluviosidade (P = 0,04868 mm) e mês de maior pluviosidade (P=0,15mm). Logo tem-se as seguintes situações:

Mês de menor pluviosidade:

$$V_{ap} = P * A * C_p \rightarrow V_{ap} = 0{,}04868 * 260 * 0{,}8 \rightarrow V_{ap} = 10{,}12\ m^3$$

Mês de maior pluviosidade:

$$V_{ap} = P * A * C_p \rightarrow V_{ap} = 0{,}15 * 260 * 0{,}8 \rightarrow V_{ap} = 31{,}20\ m^3$$

ESTIMATIVA DE DEMANDA DE ÁGUA

A edificação é utilizada principalmente para aulas. Entretanto, além das atividades internas, também realiza atividades externas, como criação de animais e cultivo de plantas, que demandam água para dessedentação e irrigação. Os levantamentos para dimensionamento dos quantitativos destas atividades, incluíram apuração: do número de aulas e pessoas envolvidas, dos projetos de pesquisa e extensão com animais e cultivo de culturas, duração das atividades, dentre outras medidas.

1. Quanto a ministração de aulas, a edificação conta com 46 usuários (docentes, discentes e colaboradores) com diferentes frequências de presença. Para calcular o consumo de água nos sanitários, foi utilizada a seguinte equação:

$$Vt = Vb \times Np \times Nv \times Nd$$

Onde:

- Vt = volume total de água consumido em aparelhos sanitários (m³ por mês);
- Vb = Volume consumido na bacia sanitária (litros por descarga);
- Np = Número total de pessoas envolvidas no campus;
- Nv = Número de vezes em que alguém em condições saudáveis utiliza o sanitário;
- Nd = Número de dias letivos no mês;

Considerando que: uma pessoa use a bacia sanitária uma vez a cada quatro horas, os dias letivos são aqueles nos quais ocorre a maior afluência de pessoas no local (no caso em tela = duas vezes por semana) e que o reservatório da bacia sanitária tenha um volume de 9 litros, o consumo total de água nos sanitários foi estimado em 3,3 m³/mês.

Ou seja: $Vt = 9 \times 46 \times 1 \times 8 = 3{,}3\ m^3/mes$

2. Para estimar o consumo de água na dessedentação de ovinos e caprinos, foi utilizada a equação proposta no estudo de Brito et al (2005), que considera três fatores principais: o número total de animais, a quantidade média de água consumida diariamente por cada um e o período de seco (período em que os animais dependerão exclusivamente da água armazenada):

$$Va = p \times n \times c$$

Onde:

- Va = Volume de Água (litros)
- p = Período Seco
- n = Número de Animais
- c = Consumo Médio

Com base nessa equação e nos dados da Estação (40 animais, consumo médio de 3 l/cabeça/dia e período seco de 30 dias), o volume de água necessário para dessedentação foi estimado em 3,6 m³/mês.

3. No âmbito da Estação também há relatos de cultivo de feijão, da família fradinho, como parte de estudos ali realizados. Conforme a Embrapa (2002) esse tipo de cultivo tem um ciclo médio de 70 a 90 dias e requer uma demanda hídrica que pode variar de 300 a 450 mm/ciclo, dependendo da cultura, do solo e das condições climáticas locais. O ciclo de plantação ocorre durante o semestre letivo, que acontecem duas vezes ao ano, portanto, é correto considerar que o consumo de água para irrigação da plantação é equivalente a 375 mm/ciclo (0,375 m/ciclo) e o ciclo de plantação de 90 dias. A área de plantio da estação tem 30 leiras e cada leira tem 2 m² de plantio, portanto é necessário 22,5 m³/ciclo de água para irrigar uma plantação com estas características. Logo, mensalmente a cultura de feijão fradinho, nas condições praticadas na área de estudo, exige um consumo água de 7,5 m³/mês. Assim, o cultivo de feijão fradinho na Estação demanda cerca de 7,5 m³/mês de água para irrigação, considerando um ciclo de plantação de 90 dias e uma área de plantio de 60 m².

Portanto, a demanda total de água não potável na Estação Agroecológica Jamille Casa foi estimada em:

- Bacia Sanitária: 3,3 m³/mês.
- Caprinos e Ovinos: 3,6 m³/mês.
- Plantação de Feijão Fradinho: 7,5 m³/mês

USO DA ÁGUA PLUVIAL NA EDIFICAÇÃO

De acordo com as estimativas supramencionadas, na Estação Agroecológica Jamille Casa tem-se um consumo total de 14,4 m³/mês (0,48 m³/dia) para ser substituído por abastecimento alternativo. Ao dimensionar o sistema de aproveitamento de água de chuvas no prédio, utilizando-se o software Netuno, foram considerados os seguintes parâmetros: (1) demanda total a ser substituída igual a 100%; (2) área de captação de 260,0 m²; (3) coeficiente de escoamento superficial igual a 0,8 (80% de aproveitamento); (4) um reservatório inferior de volume igual a 5.000 litros. As simulações no software Netuno indicaram alta eficiência do sistema, com potencial de utilização de água pluvial superior a 95% em todos os cenários. O sistema atende completamente à demanda em mais de 95% dos dias do ano, o que reforça sua viabilidade como alternativa sustentável.

O aumento do volume do reservatório melhora a eficiência do sistema, reduzindo a porcentagem de dias com demanda não atendida. O investimento em um reservatório maior garante maior segurança hídrica, especialmente durante os períodos de estiagem.

O custo preliminar de instalação do sistema, com reservatório de 5.000 litros, foi estimado em R$ 5.638,94. O tempo de retorno do investimento, considerando a economia de água potável, é inferior a dois anos, o que demonstra a viabilidade econômica do projeto.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O estudo demonstra a viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis na Estação Agroecológica Jamille Casa. A alta eficiência do sistema, a economia de água potável e o rápido retorno do investimento reforçam sua importância como solução sustentável para a gestão dos recursos hídricos no campus.

Diante dos resultados obtidos neste estudo, recomenda-se:

- Aprofundar a análise do sistema, incluindo o detalhamento dos indicadores de consumo e a avaliação de diferentes configurações do sistema;
- Implementar o sistema de captação de água de chuva na Estação Agroecológica, utilizando os resultados da pesquisa como base para o projeto executivo;
- Avaliar a viabilidade de implantação de sistemas semelhantes em outras edificações do campus, promovendo a ampliação do uso de água de chuva na UFRB.
- Monitorar o sistema após sua implementação para avaliar seu desempenho e realizar ajustes, se necessário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasil. Lei nº 9.433/1997. Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 jan. 1997.

Brasil. Lei nº 13.501/2017. Altera o art. 2º da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, para incluir o aproveitamento de águas pluviais como um de seus objetivos.

Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 out. 2017.

Brasil. Lei nº 14.546/2023. Altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 (Lei de Saneamento Básico), para estabelecer medidas de prevenção a desperdícios, de aproveitamento das águas de chuva e de reúso não potável das águas cinzas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 04 abr. 2023

Brito, L.T. de L.; Porto, E.R.; Silva, D.F. da; Holanda Júnior, E.V.de; Cavalcanti, N.B. Água da chuva para consumo animal: estudo de caso com caprinos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 5., 2005,Teresina,PI. Anais... Teresina: ABCMAC; Governo do Estado do Piauí; Embrapa Semi- Árido; IRPAA; ASA, 2005.

Flores, R. A., Mendes, R. L. R., Oliveira, D. R. C. D., Costa, T. C. D. D., & Veloso, N. D. S. L. Potencial de captação de água de chuva para abastecimento: o caso da cidade de Belém (PA, Brasil). Estudos Tecnológicos em Engenharia, 8(2). 2012

Ghisi, E.; Cordova, M. M. Netuno 4. Programa computacional. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil. Disponível em: http://www.labeee.ufsc.br/. 2014.