

IV-317 - ANÁLISE DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL NO CENTRO DE INTEGRAÇÃO ACADÊMICA DA UEPB, CAMPINA GRANDE, PARAÍBA

Mariah de Sordi⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba e Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande.

Rui de Oliveira

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia do Maranhão. Mestre em engenharia civil pela Universidade Federal da Paraíba. PhD pela Universidade de Leeds, Inglaterra. Professor do DESA/CCT/UEPB.

Celeide Maria Belmont Sabino Meira

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba. Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal da Paraíba. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba. Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande. Professora do DESA/CCT/UEPB.

Endereço⁽¹⁾: Rua Baraúnas, S/N - Bairro Universitário - Campina Grande – PB – CEP:58429- 500 -, Brasil – Tel: (83) 3315-3333 - E:mail: mariahdesordi@gmail.com.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo analisar a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para abastecimento de sanitários no Centro de Integração Acadêmica (CIAC), Campus I da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande/PB. Inicialmente, os dados de precipitação média da cidade de Campina Grande e a quantidade média mensal de água consumida no prédio em estudo, foram levantados. Diante dessas informações foi possível quantificar a parcela de água consumida que é destinada aos vasos sanitários e dimensionar o reservatório de acumulação da água da chuva, orçado em aproximadamente 71 mil reais. Todas essas etapas foram necessárias para a avaliação do potencial de economia de água potável e o tempo de retorno do investimento, que foram de 56,1% e 1 ano e 11 meses, respectivamente. Assim, constatou-se que a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial é economicamente viável para a instituição de ensino estudada, pois, além de apresentar um período de retorno do investimento relativamente curto, proporciona grande potencial de economia de água potável.

PALAVRAS-CHAVE: Aproveitamento de água pluvial, Uso não potável, Instituição de ensino.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso vital, finito e vulnerável que deve ser utilizado racionalmente. Por ser um recurso limitado, suprir a demanda de água já está se tornando um problema. O acelerado crescimento populacional e o processo de urbanização sobrecarregam os sistemas de abastecimento convencionais, havendo assim, a necessidade de buscar fontes alternativas de abastecimento.

A urbanização é uma realidade e, segundo Barbosa (2014), atualmente, 54% da população mundial vive em cidades, proporção que deverá aumentar para 66% até 2050. O crescimento das cidades sem um planejamento hídrico e uma gestão ambiental eficiente, compromete a oferta de água em qualidade e quantidade. Diante disto, cresce a necessidade de encontrar meios e formas de preservar a água potável, resultando necessariamente na busca de novas tecnologias que atendam à demanda sem comprometer a disponibilidade deste recurso.

O modelo do sistema de abastecimento de água utilizado no Brasil não está sendo eficiente. A água é tratada pelas concessionárias de serviços de saneamento para atender a exigentes padrões de potabilidade, porém ao chegar às residências a água potável é utilizada para todos os fins, inclusive para usos não potáveis (ANNECCHINI, 2005).

Os estudos sobre os diversos usos da água em residências mostram que uma parcela significativa da água potável está destinada a fins não potáveis, tais como em descargas de vasos sanitários, jardinagem, lavagem de roupas, lavagem de automóveis e calçadas. Estes usos com finalidades não potáveis podem representar em torno de 50% da água utilizada nas edificações (LAMBERTS, 2010).

O uso de fontes alternativas para abastecimento de água com fins não potáveis é uma importante prática na busca da sustentabilidade. Dentre as fontes alternativas pode-se citar o aproveitamento da água da chuva e o reuso de efluentes. O aproveitamento da água da chuva caracteriza-se por ser uma das soluções mais simples e baratas para preservar a água potável (COHIM; GARCIA; KIPERSTOK, 2008).

Segundo Scherer (2003) apud Marinowski (2007), “os edifícios escolares são uma fonte potencial para a implantação de sistemas de aproveitamento das águas pluviais para fins não potáveis”. Os prédios escolares e Universidades geralmente possuem grandes áreas de telhados e coberturas. Assim, pode-se ter uma maior captação dessas águas. Outro fator relevante, nessas edificações, são os usos finais da água, pois a parcela de uso para fim não potável é bem maior, comparada a edificações residenciais.

Existem no Brasil várias pesquisas e programas para o uso racional da água em edificações escolares ou universidades, enfocando principalmente questões como o uso de tecnologias para economizar a água e conscientização dos usuários para redução do consumo. Porém, poucos estudos relacionados exclusivamente à implantação de sistemas de aproveitamento de água pluvial em instituições de ensino estão disponíveis na literatura nacional (MARINOSKI, 2007).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para uso não potável no Centro de Integração Acadêmica (CIAc), Campus I da UEPB.

MATERIAIS E MÉTODOS

A instituição de ensino objeto de estudo do presente trabalho é o Centro de Integração Acadêmica da UEPB (CIAc), localizado em Campina Grande/PB. O prédio em estudo possui uma área total de aproximadamente 27.680 m² dividida em quatro pavimentos. O espaço atende a cerca de cinco mil estudantes, tanto de graduação como de pós-graduação da Instituição. Na edificação, o fluxo de pessoas é contínuo, durante os três turnos de funcionamento. Entretanto, a permanência da maioria de alunos não ultrapassa um turno. Durante os fins de semana a circulação de pessoas é quase insignificante, rotina que se repete nos períodos de férias.

Para o dimensionamento do reservatório de acumulação e a análise de viabilidade econômica da implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial para o CIAc, foi realizado o levantamento dos seguintes dados: contas de consumo de água; área de captação das águas pluviais e dados pluviométricos da região. A partir dos dados coletados, utilizou-se o Método de Rippl para o dimensionamento do reservatório de acumulação da água pluvial.

Devido à dificuldade de encontrar uma série de dados pluviométricos diários da região, utilizou-se a média histórica dos dados pluviométricos do Município de Campina Grande encontrada na literatura.

Por fim, foi realizada uma análise comparativa entre os custos de implantação e operação do sistema e a economia gerada pela redução do consumo de água comprada (potável), estimando o tempo necessário para obter o retorno do investimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Consumo de água potável

Primeiramente foram coletados os dados dos consumos mensais de água nas faturas da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba - Cagepa, do ano de 2014. Optou-se por não utilizar os dados de 2015, pois as atividades foram interrompidas por muitos meses, por motivo de greve, não representando a realidade de consumo do prédio.

Para estimar a média mensal de consumo só foram considerados os meses do período letivo, pois no período de férias o consumo é quase nulo, sendo obtido o consumo médio mensal de 462 m³.

De posse da média de consumo mensal do ano 2014, foi estimado o consumo médio diário, dividindo este consumo médio mensal por 20 dias úteis, resultando em um valor de 23.100 Litros/dia. O consumo per capita foi obtido através da divisão do consumo médio diário pela quantidade de pessoas que circulam no prédio, resultando em 4,62 Litros/pessoa.dia.

O consumo diário per capita foi baixo, comparado ao apresentado na literatura. Tomaz (2010), estima que o consumo médio de água para escolas e universidades (externatos) varia de 10 a 50 litros/pessoa.dia. Um fator que pode ter influenciado para um valor per capita tão baixo, é a permanência limitada das pessoas no prédio, visto que a maioria dos alunos permanece por apenas um turno e muitos professores ministram aulas apenas alguns dias por semana.

Demanda de água pluvial

Para o cálculo da demanda de água pluvial foi necessário conhecer os usos finais da água e, a partir dessa informação, estimar a porcentagem de água potável que é destinada ao abastecimento das 60 bacias sanitárias e dos 16 mictórios do CIAC.

Como não há nenhum estudo referente aos usos finais da água no Centro de Integração Acadêmica da UEPB, foram consideradas as estimativas encontradas na literatura.

Marinoski (2007) constatou, através de um estudo dos usos finais da água no Senai/Florianópolis, que 63,54% da água consumida na instituição eram destinada a fins não potáveis e 45% era utilizada apenas para o abastecimento de vasos sanitários.

Considerando que o consumo de água destinado a vasos sanitários e mictórios corresponde a 56,1% do consumo médio de água de uma instituição de ensino. Foi possível estimar a demanda de água pluvial para o CIAC, a partir da média de consumo mensal. Através dos cálculos, foi concluído que as demandas mensal e diária de água pluvial para o abastecimento de vasos sanitários e mictórios do CIAC são de 259,2 m³/mês e 12,96 m³/dia, respectivamente.

Áreas de captação

Neste projeto a área de captação compreendeu apenas a área de cobertura do prédio. O cálculo foi feito baseado nas áreas de telhado verificadas na planta de cobertura da edificação, considerando as inclinações. A área de captação é de 6.920 m².

Dimensionamento do reservatório de água pluvial

O dimensionamento do reservatório foi feito a partir do Método de Rippl. Este método foi escolhido por apresentar algumas vantagens, como o fato de considerar a demanda de água pluvial e de aceitar precipitações médias mensais. O volume estimado do reservatório foi de 639,57 m³, como apresenta a Tabela 1.

Segundo Tomaz (2010), o Método de Rippl geralmente apresenta o valor extremo do volume do reservatório em lugares onde há grande variação nas precipitações médias mensais. Diante disto, deve-se utilizá-lo sempre como uma referência máxima.

Observa-se que o volume de chuva acumulado (4.462,67 m³/ano) é superior à demanda anual de chuva no prédio (3.110,4 m³/ano). Portanto, para um reservatório com volume de 639,57 m³, a água de chuva suprirá totalmente a demanda de água para o abastecimento de vasos sanitários e mictórios. No entanto, não há uma área disponível para a construção de um reservatório com este volume.

Considerando a área disponibilizada pela Universidade, foi decidido utilizar dois reservatórios de 90m³ interligados, resultando em 180m³ de volume de reservação. Esta capacidade adotada do reservatório corresponde a 28,14% do volume calculado pelo método de Rippl e aproximadamente 2/3 da demanda média mensal.

Segundo Marques (2012), a utilização de reservatórios de menor volume apresenta uma maior razão benefício/custo e menores períodos de retorno do investimento inicial, tornando-se uma alternativa viável.

Foi decidido construir dois reservatórios inferiores enterrados, para aproveitar as tubulações do sistema de drenagem existente. Deste modo, a água proveniente das calhas, seguirá por gravidade para abastecer os reservatórios. Posteriormente, haverá o bombeamento da água para o reservatório superior, realizado por motobombas.

O reservatório superior, já existente no prédio, localiza-se sobre a cobertura. Possui duas células, sendo uma célula destinada à água potável e a outra à água pluvial, com volume de 75 m³ cada.

Tabela 1 – Dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl

COLUNA 1	COLUNA 2	COLUNA 3	COLUNA 4	COLUNA 5	COLUNA 6	COLUNA 7
MESES	PRECIPITAÇÕES MÉDIAS MENSAIS (mm)	DEMANDA CONSTANTE MENSAL (m ³)	ÁREA DE CAPITAÇÃO (m ²)	PRODUÇÃO MENSAL DE CHUVA (m ³) C=0,85	DEMANDA - PRODUÇÃO (M ³)	SOMATÓRIO DOS VALORES POSITIVOS DA COLUNA 6
JANEIRO	38,3	259,2	6920	225,28	33,92	33,92
FEVEREIRO	55,2	259,2	6920	324,69	-65,49	33,92
MARÇO	97	259,2	6920	570,55	-311,35	33,92
ABRIL	110,9	259,2	6920	652,31	-393,11	33,92
MAIO	108,7	259,2	6920	639,37	-380,17	33,92
JUNHO	110,2	259,2	6920	648,20	-389,00	33,92
JULHO	106,7	259,2	6920	627,61	-368,41	33,92
AGOSTO	58,4	259,2	6920	343,51	-84,31	33,92
SETEMBRO	28,2	259,2	6920	165,87	93,33	127,25
OUTUBRO	11,5	259,2	6920	67,64	191,56	318,80
NOVEMBRO	13,4	259,2	6920	78,82	180,38	499,19
DEZEMBRO	20,2	259,2	6920	118,82	140,38	639,57
Total	758,7	3110,4		4462,67		639,57

Análise econômica

Inicialmente foram levantados os custos com a água potável. Para a determinação desses valores foi utilizada a tarifa da Cagepa. A estrutura tarifária da Cagepa, consiste em taxas específicas para cada uma das quatro categorias de consumidores. O CIAC se enquadra na categoria Público, onde a tarifa (até 10 m³) é de R\$ 54,58. Caso o consumo seja superior a 10 m³, acrescenta-se R\$ 9,16 para cada m³ excedente.

A instituição, em estudo, está ligada à rede pública de coleta de esgoto, portanto o custo de água tratada foi acrescido com o custo de coleta de esgoto. O custo de coleta de esgoto é igual a 80% do custo de água tratada. A Tabela 2 apresenta o custo com abastecimento de água e coleta de esgoto no CIAC no ano de 2014.

Observa-se que o volume médio de água comprada no período letivo é de 462 m³/mês representando um gasto financeiro mensal de R\$ 7.550,82. Com a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial, serão poupados aproximadamente 259,2 m³/mês de água potável. Considerando que a taxa de coleta de esgoto é estimada a partir do volume de água tratada que foi consumida, então a economia mensal na conta de água será de R\$ 3.775,41 e anual de R\$ 45.304,92.

Em seguida foram estimados os custos de implantação e operação do sistema de aproveitamento de água pluvial, para a realização da análise de viabilidade econômica. Estes custos são relativos aos gastos para aquisição de materiais, equipamentos, energia elétrica e mão de obra.

Tabela 2 – Custo de água e esgoto do CIAC em 2014

ANO DE 2014	CONSUMO (M³)	ÁGUA (R\$)	ESGOTO (R\$)	TOTAL (R\$)
JANEIRO	1724	15.754,82	12.603,86	28.358,68
FEVEREIRO	438	3.975,06	3.180,05	7.155,11
MARÇO	502	4.561,30	3.649,04	8.210,34
ABRIL	543	4.936,86	3.949,49	8.886,35
MAIO	0	0,00	0,00	0,00
JUNHO	321	2.903,34	2.322,67	5.226,01
JULHO	705	6.420,78	5.136,62	11.557,40
AGOSTO	0	0,00	0,00	0,00
SETEMBRO	269	2.427,02	1.941,62	4.368,64
OUTUBRO	466	4.231,54	3.385,23	7.616,77
NOVEMBRO	447	4.057,50	3.246,00	7.303,50
DEZEMBRO	6	54,58	43,66	98,24
TOTAL	5421	49.322,80	39.458,24	88.781,04

Custos de implantação

Consultando o catálogo de composições do SINAPI - Sistema Nacional De Pesquisa De Custos e Índices da Construção Civil do mês de outubro de 2015, foi possível orçar o reservatório inferior, e, através de uma pesquisa de preço de mercado, estimou-se os custos dos acessórios do reservatório e do conjunto motobomba

Em um sistema de aproveitamento de água pluvial o reservatório é a parte que necessita de um maior investimento. Seu custo de implantação pode representar de 50 a 85% do valor total do sistema, principalmente quando o volume demandado é grande e requer uma estrutura de concreto resistente. A escolha de um volume menor para o reservatório reduziu significativamente os custos.

Os custos do material das tubulações e conexões representam 15% do custo total de implantação. Portanto houve um incremento de 1,15 ao valor final do orçamento. A Tabela 3 apresenta a estimativa de custo de implantação do projeto.

Tabela 3 – Custo de implantação do sistema

ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
1	Reservatório inferior com capacidade de 90m³	ud	2	R\$ 35.378,91	R\$ 70.757,81
2	Motobomba Schneider – centrifuga. 3/4 CV.	ud	2	R\$ 718,00	R\$ 1.436,00
3	Tubulações e conexões			15% do total	R\$ 10.836,07
TOTAL					R\$ 83.022,88

A escolha da bomba foi realizada com auxílio de informações apresentadas em catálogos de fabricantes. Para o sistema de recalque deste projeto foi escolhido um conjunto motobomba da marca Schneider, modelo BC-92 S/T 1A, potência $\frac{3}{4}$ CV, para uma altura manométrica de 20,95 m.c.a. com uma vazão de 5m³/h. Foi orçado o custo de aquisição de duas motobombas, para garantir o abastecimento de água no caso de falha de uma das unidades, atendendo a recomendação da NBR 5626 (ABNT,1998).

Os custos de mão de obra já estão embutidos nos valores obtidos no catálogo do SINAPI, assim como, os custos de materiais e encargos sociais.

Custos de operação

Os custos de operação são referentes ao consumo de energia elétrica para o funcionamento do sistema de recalque e os gastos para a realização da manutenção do sistema.

Para determinar os custos com energia elétrica devido ao bombeamento, foram utilizadas as informações referentes às tarifas (R\$/kWh) cobradas pela Energisa, empresa responsável pelo fornecimento de energia elétrica na cidade de Campina Grande.

Considerando que a vazão da motobomba é de 5 m³/h, foi estimado que o seu tempo de funcionamento deverá ser de 3 horas por dia para suprir a demanda diária de água pluvial do prédio, que é em torno de 15 m³.

Para a categoria em que se enquadra o CIAC a tarifa da Energisa é de 0,34597 R\$/kWh. Portanto, o custo mensal de energia elétrica será de R\$ 11,83/mês e o anual de R\$ 141,98/ano.

Com relação à manutenção dos componentes do sistema de coleta de água pluvial, estimou-se um custo de R\$ 460,00/ano, destinado à limpeza das calhas e condutores e manutenção dos reservatórios.

Tempo de retorno do investimento

Com base nos dados das estimativas de custos de implantação e operação do sistema, foi possível estimar o tempo de retorno do investimento inicial.

Subtraindo a economia mensal acumulada, resultante da implantação do sistema de aproveitamento de água da chuva, dos custos de implantação, considerando os custos de manutenção e operação, obteve-se um balanço financeiro mensal.

De acordo com o balanço financeiro, em 23 meses corridos o total economizado irá se equiparar ao total investido. A partir do 24º mês o sistema de aproveitamento de água da chuva no CIAC passará a ser lucrativo, ou seja, o benefício do sistema será maior do que os custos de implantação, tornando-se uma alternativa altamente viável.

Observa-se que o volume médio de água comprada no período letivo é de 462 m³/mês representando um gasto financeiro mensal de R\$ 7.550,82. Com a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial, serão poupados aproximadamente 259,2 m³/mês de água potável. Considerando que a taxa de coleta de esgoto é estimada a partir do volume de água tratada que foi consumida, então a economia mensal na conta de água será de R\$ 3.775,41 e anual de R\$ 45.304,92.

CONCLUSÕES

Este estudo estimou uma demanda de 259,2 m³/mês de água para fins não potáveis no Centro de Integração Acadêmica da UEPB, quantificando um potencial de economia de água potável em aproximadamente 56,1%, com a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis.

De posse dos dados de consumo de água, da Cagepa, e também com base nos dados pluviométricos e área de captação, estimou-se que 639,57 m³ seria o volume ideal do reservatório inferior de água pluvial. Porém, por não haver espaço suficiente no prédio para a implantação de um reservatório com essa dimensão, optou-se por adotar dois reservatórios de 90m³. A redução da capacidade do reservatório não prejudicará o funcionamento do sistema, pois este volume atende à demanda diária do prédio.

Foi também realizada uma estimativa dos gastos para implantação dessa alternativa, considerando os custos de implantação, operação e manutenção do sistema, orçados em R\$ 83.022,88, R\$ 141,96/ano e R\$ 460,00/ano, respectivamente.

Por fim, com base na economia mensal de água potável gerada e no custo total de implantação do sistema, foi estimado que o período de retorno do investimento será de 1 ano e 11 meses, constatando que a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial no CIAC é economicamente viável, pois proporcionará uma significativa economia de água potável, trazendo benefícios financeiros em curto prazo, além de promover o uso racional da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5626 – Instalações Prediais de Água Fria**. 1998. Disponível em < <http://pt.slideshare.net/sheyqueiroz/nbr-562698-instalao-predial-de-gua-fria> > Acesso em 05/02/2016..
2. ANNECCHINI, K. **Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis na Cidade de Vitória (ES)**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005. Disponível em< http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_6582_VERS%C3O%20final%20-%20Karla%20Ponzo.PRN.pdf> Acesso em 25/01/2016..
3. BARBOSA, V. **A última gota**. 1. Ed. São Paulo: Planeta, 2014. 155 p.
4. COHIN, E.; GARCIA, A.; KIPERSTOK, A. Captação e aproveitamento de água de chuva: Dimensionamento de reservatórios. In: SIMPÓSIO DERECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 9. 2008, Salvador. **Anais...** Salvador/BA.
5. LAMBERTS, R., et al. (Ed.). **Casa eficiente: uso racional da água. Florianópolis: UFSC/LabEEE**, 2010. v. 3. 72p. Disponível em< http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/livros/CasaEficiente_vol_III_WEB.pdf > Acesso em 05/02/2016.
6. MARINOSKI, A. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis - SC**. 2007.
7. MARQUES, C. **Proposição de sistema de aproveitamento de água de chuva para o Campus Campina Grande do IFPB**: Estudo da viabilidade econômica. 2012. 112 f.. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012. Disponível em<<http://tede.biblioteca.ufpb.br/bitstream/tede/5468/1/arquivototal.pdf>> Acesso em 02/01/2016.
8. TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. 2010. Disponível em <http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro_aprov._aguadechuva/Capitulo%2000-%20Introdu%C3%A7%C3%A3o.pdf> Acesso 23/01/2016.