

ECONOMIA FINANCEIRA GERADA PELO USO DE DUAS TECNOLOGIAS DE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA EM UMA EDIFICAÇÃO PÚBLICA NO CARIRI CEARENSE

Renato de O. Fernandes¹; Nilkley Jhonatan M. Silva²; Wandenússia de O. Silva²

Resumo – Diferentes tecnologias podem ser usadas para economizar água. O uso de sistemas de aproveitamento de águas pluviais, o reuso de água, medição individualizada de água e o uso de aparelhos economizadores de água são exemplos dessas tecnologias. Geralmente a implantação dessas tecnologias é motivada por aspectos ambientais e financeiros. Relacionado aos aspectos financeiros, normalmente é avaliado os investimentos iniciais para aquisição de material e mão-de-obra, a manutenção do sistema e o retorno financeiro do investimento inicial ao longo do tempo. Esse estudo avalia a possibilidade de economia financeira gerada pela adoção de uma fonte alternativa de água (água de chuva) para usos não potáveis e o uso de economizadores de água em uma edificação pública. O estudo foi realizado em um campus da Universidade Regional do Cariri (URCA), localizada na cidade de Juazeiro do Norte, na Região Metropolitana do Cariri (RMC) Cearense. Os resultados encontrados mostram que é possível economizar até 50% na conta de água caso seja adotado as duas tecnologias citadas.

Palavras-Chave: demanda de água, uso racional da água e economia financeira

FINANCIAL ECONOMICS GENERATED BY THE USE OF TWO WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES IN A PUBLIC EDIFICATION IN CARIRI CEARENSE

Abstract –Some technologies can be implemented to save water. Rainwater harvesting systems, water reuse, water sub metering systems and the use of water-efficient devices are some common examples. Normally the implementation of these technologies is usually only motivated by environmental or financial aspects. Concerning the financial aspects, usually the installation investment, the system maintenance costs and the rate of return are usually taken into account. This paper evaluates the possibility of costs saving that can be generated by the adoption of an alternative source of water (rainwater harvesting) to be used for non-drinking purposes and the use of water-efficient devices in a public edification. This study was performed in a campus of the Universidade Regional do Cariri (URCA), located in the city of Juazeiro do Norte, in the metropolitan area of the Cariri Cearense. The results show that is possible to cut the water consumption costs around 50% if both technologies are adopted.

Key-words: water demand, water conservation, costs saving.

¹ Professor Assistente. Departamento da Construção Civil, Universidade Regional do Cariri – URCA. E-mail: renatodeof@gmail.com.

² Alunos do Curso de Tecnologia da Construção Civil, Universidade Regional do Cariri - URCA. E-mail: nilkley@gmail.com; wandenusy@gmail.com.

1. INTRODUÇÃO

Nas instalações prediais existem diversas intervenções tecnológicas que podem ser implantadas visando à conservação da água. Relacionadas às intervenções que objetivam a redução da demanda da água podemos citar; a substituição de aparelhos hidrosanitários convencionais por economizadores, a medição individualizada de água e o uso de fontes alternativas, como a captação de água da chuva e o reuso de águas cinza. Outra intervenção importante no que concerne diminuição do consumo de água é a conscientização da população da necessidade de reduzir os desperdícios de água quando do seu uso. Em edificações públicas, por exemplo, os desperdícios de água são muitos e está relacionado ao fato do usuário não ser o responsável direto pelo pagamento da conta de água.

Nesse contexto, os aparelhos poupadores, ou economizadores, tem se mostrado um importante aliado na redução do consumo de água por produzir diminuição significativa nos volumes consumidos independente da ação do usuário (Machado e Santos, 2008). Em adicional, tais aparelhos não dependem de grandes adaptações estruturais nas instalações da edificação. Os aparelhos poupadores possuem tecnologias modernas e funcionam com vazão reduzida evitando os desperdícios de água.

Outra intervenção tecnológica que merece destaque são os sistemas de aproveitamento de água da chuva. A água armazenada por esses sistemas geralmente é usada para fins não potáveis em substituição a água potável do sistema público de abastecimento. Assim, atividades menos nobres como lavagem de pisos, irrigação de jardim, descargas em vasos sanitários, lavagem de carros entre outras são abastecidas por essa fonte devido às restrições mínimas quanto à qualidade da água. Hafner (2007) destaca que para lavagem de pisos e irrigação de jardim a água da chuva não necessita de tratamento, exigindo apenas a remoção de impurezas pelo sistema de descarte a ser instalado a montante da cisterna.

Entretanto, a implantação de tecnologias visando à conservação da água na edificação geralmente é motivada, além dos aspectos ambientais, por aspectos financeiros. Relacionado aos aspectos financeiros, recentemente muitas avaliações tem sido realizadas e apresentado resultados promissores (Silva e Paterniani, 2012; Zattoni, 2011; Ribeiro et al., 2009;). Tais avaliações levam em consideração os investimentos iniciais para aquisição de material e mão-de-obra, a manutenção do sistema e o retorno financeiro do investimento inicial ao longo do tempo. O retorno financeiro mais expressivo nessas avaliações é proveniente principalmente da economia na conta de água, que em áreas providas de rede de esgotamento sanitário, apresenta maior impacto financeiro por reduzir também a taxa de esgoto presente na conta de água, que geralmente tem o seu valor igual à conta de água.

Nesse sentido, esse trabalho avalia a possibilidade de economia financeira gerada pela adoção de uma fonte alternativa de água (água de chuva) para usos não potáveis e a substituição de equipamentos hidrosanitários convencionais por economizadores de água em uma edificação pública. O estudo foi realizado em um campus da Universidade Regional do Cariri (URCA), localizada na cidade de Juazeiro do Norte, na Região Metropolitana do Cariri (RMC) Cearense.

2. METODOLOGIA

2.1. Campus CRAJUBAR/URCA

A edificação objeto do estudo é o Campus CRAJUBAR da Universidade Regional do Cariri-URCA (Figura 1). O campus está localizado no município de Juazeiro do Norte, Região Metropolitana do Cariri (RMC).

Essa instituição de ensino oferece quatro cursos de graduação: Engenharia de Produção, Física, Matemática e Tecnologia da Construção Civil com habilitação em Edifícios e Topografia e Estradas. O campus atende a 866 usuários sendo 782 estudantes e 84 funcionários (período 2012.2).



Figura 1. Mapa de localização do campus CRAJUBAR/URCA.

A estimativa da demanda de água na edificação indicou o valor de 1.180,3 m³/mês. O detalhamento da estimativa da demanda de água está apresentado em outro trabalho (Fernandes, 2013) seqüencial a este e o resumo é indicado na Tabela 1. No estudo citado é mostrado que com o uso de um sistema de aproveitamento de água da chuva para atividades de irrigação de jardim e lavagem de pisos e a substituição dos aparelhos convencionais por poupadores de água a economia de água poderia chegar aproximadamente 50%.

Tabela 1. Resumo das demandas de água no Campus Crajubar /URCA.

Resumo dos consumos de água no campus CRAJUBAR/URCA		
Descrição	Consumo (m³/mês)	Percentual (%)
Aparelhos hidrosanitários		
Torneiras	200,08	16,95
Chuveiros	224,64	19,03
Bacias sanitárias	367,01	31,11
Mictórios	363,54	30,80
Bebedouros	7,58	0,64
Atividades de uso não potáveis selecionadas		
Irrigação de jardim	15,60	1,32
Lavagem de pisos	1,75	0,15
Total	1.180,29	100,00

Nesse estudo foi avaliada a economia financeira gerada pelo uso de uma fonte alternativa de água (água da chuva) e pelo uso de aparelhos economizadores desse insumo.

Os dados necessários para estimativa das demandas de água foram fornecidos pela prefeitura do campus, através de medição em campo, consulta aos projetos arquitetônico da instituição e entrevista aos usuários. Dessa maneira, a estimativa da demanda levou em consideração o consumo *per capita* para cada atividade e a frequência do seu uso sugerido na literatura especializada. Particularmente para o jardim, os meses de janeiro a abril, que são considerados como de maior ocorrência de chuvas na região (Nobre, 2012), não foram consideradas demandas de água para a irrigação por considerar que a chuva já realiza esta função.

2.2. Análise financeira

Os custos para a implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva e a substituição dos aparelhos convencionais por economizadores foram analisados objetivando indicar a sua viabilidade econômica. Os custos com tais intervenções tecnológicas resumem-se basicamente em custos iniciais com materiais, equipamentos e mão-de-obra. Além disso, foram incluídos os custos com energia elétrica necessária ao bombeamento de água durante a operação. Já os custos de manutenção, como limpeza de cisterna e reparo dos aparelhos hidrosanitários com defeito, não foram considerados no orçamento.

Os preços foram obtidos da tabela de custos unificada (Tabela 019, 10/2012) da Secretaria de Infraestrutura do Estado do Ceará (SEINFRA) e através de pesquisa de mercado. Os custos com tubulações e conexões nos sistema de aproveitamento de água da chuva foram estimados em função de um percentual de 15% do custo total de implantação do sistema, conforme recomendado em estudos realizado por Ferreira (2005). A Tabela 2 apresenta os custos para implantação dos sistemas de aproveitamento de água da chuva e instalação dos aparelhos economizadores de água.

Tabela 2. Valores do investimento inicial para implantação do sistema de aproveitamento de água da chuva e instalação dos aparelhos economizadores de água no campus CRAJUBAR/URCA

Descrição	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Reservatório de 2.000 litros	1	582,99	582,99
Reservatório de 10.000 litros	1	10.220,78	10.220,78
Moto-bomba de 0,5 CV	2	282,49	564,98
Vaso Sanitário VDR*	21	251,07	5.272,47
Torneira com arejador	39	521,30	20.330,70
Chuveiro com arejador	6	103,30	619,8
Mictório com sensor	2	601,13	1.202,26
Mão-de-obra	20 dias	142,00	2.840,00
Tubulações e conexões	-	15% do total	6.246,10
		Total	47.879,08

* VDR – Volume de Descarga Reduzido;

Para determinar os custos com energia elétrica necessário no bombeamento de água durante a operação do sistema de aproveitamento de água de chuva, foram utilizados os valores (R\$/kWh) praticados pela COELCE (Companhia de Energia Elétrica do Ceará) para a categoria em que se enquadra a instituição pública. Os valores estão disponibilizados na internet no portal da companhia de energia.

De acordo com a categoria indicada pela concessionária de energia elétrica o valor cobrado é de 0,53746 R\$/kWh . Assim, o custo com energia elétrica foi determinado pela equação 1.

$$CMEE = (PB * T * N * V_{COELCE}) \quad (1)$$

Em que:

CMEE - Custo mensal da energia elétrica para o funcionamento do sistema de bombeamento de água pluvial (R\$/mês);

PB - Potência do moto-bomba (kW);

T - Tempo de funcionamento do moto-bomba (h/dia);

N - Número de dias de funcionamento do moto-bomba no mês;

V_{COELCE} - valor da tarifa de energia elétrica consumida= 0,54 (R\$/kWh).

A tarifa da água fornecida pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) para a faixa de consumo da edificação é de R\$ 6,25 para cada metro cúbico consumido (<http://www.cagece.com.br/a-empresa/estrutura-tarifaria>). A edificação é pública e se encaixa na faixa de consumo superior a 50 m³. Não existe rede coletora de esgoto, sendo que o esgoto é armazenado em fossa-sumidouro. Assim, a avaliação simulada não considera a tarifa de esgoto na conta de água. Dessa forma, o custo médio mensal após a implantação das intervenções tecnológicas foram determinadas como apresentado na equação 2.

$$C_{\text{mensal2}} = C_1 * [(1 - PE)] * V_{CAGECE} \quad (2)$$

Em que:

C_{mensal2} - custo médio mensal de água potável após a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial e dos equipamentos (R\$/mês);

C_1 - consumo médio mensal de água na edificação antes da implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial e dos aparelhos economizadores de água (m³/mês);

PE - Potencial de economia de água potável obtido através do uso de água pluvial e dos aparelhos economizadores de água (unit.);

V_{CAGECE} - tarifa cobrada pela CAGECE pela água potável consumida (R\$/m³).

Por fim, a economia monetária devido a implantação das intervenções tecnológicas visando a conservação da água na edificação em estudo pode ser calculada pela equação 3.

$$E = C_{\text{mensal1}} - (C_{\text{mensal2}} + CMEE) \quad (3)$$

Em que:

E - economia monetária de água potável após as intervenções tecnológicas (R\$/mês);

C_{mensal1} - custo médio mensal de água potável antes da implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial e dos equipamentos poupadores de água (R\$/mês);

C_{mensal2} - custo médio mensal de água potável após a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial e dos equipamentos poupadores de água (R\$/mês);

CMEE - custo mensal da energia elétrica para o funcionamento do sistema de bombeamento de água pluvial (R\$/mês).

Observando a equação 3 verifica-se que caso o valor da variável “E” (economia monetária) seja positivo, significa que ocorre ganhos financeiro na escala mensal com a implantação do sistema e que tais ganhos servirão para recuperar o investimento inicial quando da implantação das intervenções. Caso a variável “E” assuma valor negativo indica que os custos mensais após as intervenções superam os custos anterior as intervenções.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o potencial de economia de água, os custos do investimento inicial e de energia elétrica para recalque de água no sistema de aproveitamento de água da chuva foi estimado a possível economia financeira gerada pelo uso das duas tecnologias simultaneamente.

Dessa maneira, com o diagnóstico da demanda foi identificado que o custo atual mensal com consumo de água potável fornecido pela concessionária de água seria de R\$ 7.376,8 e poderia diminuir para R\$ 3.703,2 (equação 2) devido à implantação do sistema de captação de água da chuva e o uso dos aparelhos economizadores de água, principalmente. No entanto, devido aos custos de operação do sistema de aproveitamento de água da chuva, nesse caso exclusivamente o consumo de energia elétrica para bombeamento de água para o reservatório superior (equação 1), a economia monetária de água potável diminuiria para R\$ 3.668,1 (equação 3). A Tabela 3 apresenta a economia de água e financeira na edificação.

Tabela 3. Economia financeira devido ao uso de duas tecnologias visando a conservação da água no campus CRAJUBAR/URCA

Descrição	Unid.	Valor
Consumo		
Consumo médio mensal de água potável	m ³ /mês	1.180,3
Consumo médio mensal de água potável depois da implantação das duas tecnologias de conservação da água	m ³ /mês	592,5
Redução do consumo médio mensal de água potável devido às intervenções tecnológicas	m ³ /mês	587,8
Custos		
Custo médio mensal atual com água potável (C _{mensal1})	R\$/mês	7.376,8
Custo médio mensal com água potável após as intervenções tecnológicas (C _{mensal2})	R\$/mês	3.703,2
Custo mensal da energia elétrica para o funcionamento do sistema de bombeamento de água pluvial (CMEE)	R\$/mês	5,56
Investimento inicial para implantação das duas tecnologias de conservação da água	R\$	47.879,1
Economia		
Potencial de economia de água potável gerada pelas duas tecnologias de conservação da água	%	49,8
Economia monetária total gerada	R\$/mês	3.668,1

A manutenção do sistema de aproveitamento de água da chuva e dos aparelhos hidrosanitários, como limpeza dos reservatórios, conserto de bombas e das instalações prediais, não estão computados nesse estudo.

A comparação do impacto das intervenções tecnológicas na demanda mensal de água na edificação (1.180,3 m³/mês) identificou que o consumo de água potável diminuiria aproximadamente 50%, sendo que aproximadamente 49% seria devido ao uso dos equipamentos poupadores de água e aproximadamente 1% do sistema de aproveitamento de água da chuva para uma cisterna de 10 m³ e garantia total de abastecimento em 50% do tempo. As atividades avaliadas sem restrição a qualidade da água da chuva seriam irrigação de jardim e lavagem de pisos.

Dessa maneira, a substituição dos aparelhos hidrosanitários convencionais por poupadores apresentou-se como uma opção com maior potencial de economia quando comparado com o sistema de aproveitamento de água da chuva. Além disso, o uso dos aparelhos com tecnologia que economiza água sofre pouca interferência quanto aos hábitos dos usuários e poderiam ser facilmente instalados na edificação.

4. CONCLUSÕES

Nesse estudo foi realizada uma análise econômica para implantação de duas tecnologias de conservação da água em uma edificação pública. As duas tecnologias avaliadas foram um sistema de aproveitamento de água da chuva e o uso de aparelhos hidrosanitários economizadores de água. A edificação estudada foi um campus da Universidade Regional do Cariri (URCA), localizada em Juazeiro do Norte/CE no Cariri Cearense.

Os resultados mostraram que o investimento inicial estimado seria de R\$ 47.879,10 para implantação das duas tecnologias citadas. Esse investimento possibilitaria economia de aproximadamente 50% no consumo de água potável na edificação e uma economia monetária de R\$ 3.668,10 por mês. O valor da economia monetária citada seria gerado pela a redução na conta de água da edificação cobrada pela companhia de saneamento.

O impacto financeiro causado pelo o uso das duas tecnologias, simultaneamente, poderia ser ainda maior caso a edificação tivesse as instalações de esgoto interligado a rede pública de esgotamento sanitário, reduzindo também o valor pago pela taxa de coleta e tratamento do esgoto.

A forte interferência climática da região reduziu a garantia de abastecimento da cisterna e indicou maiores vantagens financeira na implantação dos aparelhos hidrosanitários economizadores de água ao invés do sistema de aproveitamento de chuva.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP através da Universidade Regional do Cariri (URCA) pelas bolsas de fomento ao projeto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ - CAGECE. (2012). <http://www.cagece.com.br/a-empresa/estrutura-tarifaria>. Acessado em setembro de 2012.
- COMPANHIA DE ENERGIA ELÉTRICA DO CEARÁ – COELCE. (2012). https://www.coelce.com.br/media/68833/tarifa_bt_12_fev.pdf. Acessado em setembro de 2012.
- FERNANDES, R. DE O.; SILVA, W. DE O.; SILVA, N. J. M. (2013a). Conservação da água em uma edificação pública da Região Metropolitana do Cariri Cearense. In Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (submetido), Bento Gonçalves, RS. Nov. 2013. v.1.
- FERREIRA, D. F. (2005). Aproveitamento de Águas Pluviais e Reúso de Águas Cinzas para Fins não Potáveis em um Condomínio Residencial Localizado em Florianópolis – SC. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis.
- HAFNER, A. V. (2007). Conservação e reúso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais. 177p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharias da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro – RJ.
- MACHADO, E. C. M. N. ; SANTO, S. F. M . (2008). Uso eficiente de água em residências: Teoria e aplicações. In: José Dantas Neto. (Org.). Uso Eficiente da Água: aspectos teóricos e práticos, p.18-39.
- NOBRE, P. (2012). As origens das águas no Nordeste. In: A questão da água no Nordeste. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Agência Nacional de Águas. Brasília, DF: CGEE, p.31-43.
- RIBEIRO, E. N. ; SOUSA JÚNIOR, W. C. ; SOUSA, E. C. DE; PESSOA, G. B. P. ; SANTOS, F. A. B.; LEITE, A. F.; ALMEIDA, V. S. ; NOLASCO, M. A. ; URRUCHI, W. M. I. (2009). Ações para o uso eficiente da água em prédios públicos: o caso do Aeroporto Internacional de São Paulo. In Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Campo Grande. Nov, 2009. v. 1.
- SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA DO CEARÁ – SEINFRA. (2012) <http://www.seinfra.ce.gov.br/index.php/tabela-de-custos>. Acessado em novembro de 2012.
- SILVA, G. ; PATERNIANI, J. E. S. (2012). Estudo econômico da água de chuva em um prédio industrial. In Anais do 8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Campina Grande, PB.
- ZATTONI, G. T. ; TEIXEIRA, C. A. ; BEZERRA, STELLA, M. dA C.; GADDA, T. M. C. ; TEIXEIRA, S. H. C. (2011). Aproveitamento de água de chuva em uma indústria metalmeccânica na Região Metropolitana de Curitiba - PR - Estudo de Caso. In Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Macéio, AL.