

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA EM UM CAMPUS UNIVERSITÁRIO¹

PACHECO, G.C.R., Instituto Federal de Goiás, email: gabrielacrpacheco@gmail.com;
CAMPOS, M. A. S., Universidade Federal de Goiás, email: marcusscampos@gmail.com; VAZ,
F. H. B., Universidade Federal de Goiás, email: fhbv_@hotmail.com; ARANTES; G. Universidade
Federal de Goiás, email: gustavo83eng@gmail.com.

ABSTRACT

The drinking water shortage evidences this resource conservation need. As domestic use represents a significant part of water used in the world, to optimize consumption and reduces the supply of water for domestic uses becomes a priority for reducing the water consumed. So, this work seeks to analyze the consumption and verify the feasibility of some actions for water conservation in a university campus. In this way, it was conducted a diagnosis of water supply through the survey of consumption of buildings and an existing losses prevision. With this analysis, four actions were proposed to reduce water consumption, including: repair of leakages visible or not; use of sanitary equipment that consumes smaller water volume and rainwater harvesting. Finally, for each proposed intervention financial indicators were calculated and it was verified that all the options present an environmental benefit with the saved water and are financially feasible, therefore, they could be set up in the university campus.

Keywords: Feasibility. Water conservation. Water saving technologies. Rainwater harvesting. Plumbing systems.

1 INTRODUÇÃO

A conservação da água é um item indispensável para enfrentar a atual escassez hídrica e, como o uso doméstico compreende 10% da água usada no mundo (CLARKE; KING, 2005), é fundamental implantar intervenções nas edificações que envolvem a otimização do consumo e a redução da oferta desse recurso. A redução da oferta é obtida com o uso de fontes alternativas enquanto a otimização é alcançada com a redução tanto das perdas como dos desperdícios, a substituição dos aparelhos convencionais por economizadores e a realização de campanhas de conscientização.

Aliado à escassez hídrica tem-se o aumento das tarifas de água e a criação de políticas relacionadas à conservação da água que podem influenciar a tomada de decisão da implantação de ações para redução do consumo (DUPONT; RENZETTI, 2013).

Diante da escassez de água e do aumento das tarifas, nos últimos anos, edifícios comerciais e industriais apresentaram progresso quanto à conservação de água (CHENG, 2003). Da mesma forma, nas tipologias educacionais verifica-se um crescimento da implantação dos programas de uso eficiente da água (GOMES, 2011; NUNES, 2000; PACHECO *et al.*, 2014;

¹ Análise da viabilidade econômica de ações de conservação de água em edificação universitária. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu.

Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

SILVA, 2004).

Contudo, a implantação das intervenções pode ser impedida pelo aspecto financeiro. Assim, foi definido como objetivo deste trabalho avaliar a viabilidade da implementação de algumas intervenções para conservação de água em um *campus* universitário localizado na cidade de Ipameri - GO.

2 METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizada uma estimativa da quantidade de pessoas que frequentam a edificação e do consumo de água. A partir dos projetos hidrossanitários e de visitas às edificações foram identificados os pontos de consumo de água e foram verificadas a existência de manifestações patológicas.

Então, foi estimado o volume de água perdido nos vazamentos. Também foi realizado um levantamento para detectar vazamentos invisíveis e o volume perdido nos mesmos foi estimado a partir de leituras do hidrômetro durante a noite, período no qual não deveria haver consumo de água.

De acordo com o diagnóstico das instalações hidrossanitárias, foram propostas quatro ações para conservação da água que incluem a correção dos vazamentos detectados, a troca de aparelhos convencionais por economizadores e a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial (SPAAP).

Para cada uma das propostas foi estabelecido o investimento necessário por meio do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI, 2015), sendo efetuada uma cotação dos itens que não constavam nesse sistema. Estimou-se o volume de água que deixaria de ser consumido após cada intervenção e a economia correspondente. A partir desses dados foram calculados o *payback*, o Valor presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) de cada investimento. Mediante uma comparação desses indicadores econômicos foi definida qual das propostas de intervenção seria mais viável.

3 RESULTADOS

O *campus* universitário compreende as instalações dos cursos de Agronomia e Engenharia Florestal, possui 20 anos, compreende 468 usuários e é constituído por três edificações, depósito, garagem e quatro estufas. O prédio principal possui dois pavimentos que abrigam salas de aula, gabinetes de professores, laboratórios, secretarias, banheiros, uma biblioteca, um auditório e uma cantina. Os edifícios menores comportam laboratórios, salas de aula, banheiros e depósitos. Além disso existem algumas plantações ao redor dos edifícios que não foram incluídas na pesquisa pois são irrigadas com água proveniente de um poço.

Foram analisados os valores das faturas de cobrança de água e verificou-se que os volumes consumidos vão desde 139 a 381 m³. Tal variação decorre do

uso da água para irrigação, que depende da existência de cultivos nas estufas, sendo determinada pela realização de pesquisas e o volume de água necessário nas mesmas.

O consumo médio foi estabelecido de acordo com as recomendações de Sautchuk *et al.* (2006). Foi utilizada a média aritmética do consumo nos doze meses excluindo os valores situados fora da faixa da média mais ou menos duas vezes o desvio padrão, obtendo um consumo médio mensal de 236,09 m³.

3.1 Diagnóstico dos equipamentos sanitários e estimativa dos vazamentos visíveis

Na unidade foram encontrados 114 equipamentos sanitários, como indicado na **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Dentre os aparelhos avaliados, 17,54% apresentaram vazamento, entupimento, estavam quebrados ou mal fixados. Desse total, 60% das manifestações patológicas corresponderam a vazamentos.

Tabela 1 – Diagnóstico dos aparelhos

Aparelhos	Total	Com patologias	Com vazamentos	Tipos de vazamentos			Perda diária (l)
				Gotejamento lento	Filetes visíveis	Vazamento no registro	
Bacias sanitárias	22	2	1	0	1	0	114
Bebedouros elétricos	4	2	2	2	0	0	16
Equipamentos de uso específico	6	0	0	0	0	0	0
Lavatórios	18	3	2	0	0	2	1,74
Mictórios	6	3	0	0	0	0	0
Pias	4	0	0	0	0	0	0
Registros	16	2	0	0	0	0	0
Tanques	4	1	0	0	0	0	0
Torneiras de lavagem	18	1	1	1	0	0	8
Torneiras de jardim	16	6	6	0	0	6	5,22
Total	114	20	12	3	1	8	4348,8 l/mês

Fonte: Os autores

Foi identificada a forma dos vazamentos e, por meio do modelo definido por Sautchuk *et al.* (2006), foi estimado o volume de água perdido nos mesmos. Assim, foi estimada uma perda total de 4,35 m³ por mês pelos vazamentos detectados.

Suspeitava-se da existência de vazamentos nas instalações de água que vão

do prédio principal até as estufas já que as mesmas foram executadas com mangueiras. Além da menor durabilidade, como as mangueiras estão localizadas próximas da superfície em um local com circulação de veículos o estado de conservação das mesmas é agravado.

Foi realizado um levantamento por meio de geofone e foram encontrados quatro pontos de vazamentos. Para estimar o volume de água perdido nos mesmos foram efetuadas leituras do hidrômetro e, descontando o volume de perdas visíveis já determinado, foi obtido um valor médio de perdas de 0,90 m³/dia.

3.2 Propostas de intervenção para conservação de água

Foram estabelecidas quatro propostas para redução do consumo de água:

- Conserto dos vazamentos visíveis

Pode-se evitar a perda de água através dos vazamentos visíveis com reparos na bacia sanitária, bebedouros elétricos, lavatórios, torneiras de lavagem e jardim. O investimento total para tais intervenções seria R\$ 372,16 e proporcionaria uma economia de 4,35 m³/mês.

- Conserto dos vazamentos não visíveis

Considerando que esses vazamentos seriam evitados com a troca das mangueiras por tubulações de PVC, foi executado um projeto da nova tubulação para quantificar o material e a mão de obra necessária. Assim, foi estimado um custo de R\$ 4733,72 e uma economia de 26,95 m³/mês.

- Troca das bacias sanitárias

A otimização do consumo é proporcionada também pelo uso de dispositivos economizadores. Definiu-se como alternativa viável a substituição das bacias sanitárias que consomem 9 l por descarga por modelos que consomem 6,8 l, com um investimento que totalizaria R\$ 5294,40.

Adotando 0,9 usos por pessoa por dia (CAMPOS, 2012) esta intervenção geraria uma economia mensal de 18,53 m³. Entretanto, nos meses de férias foi considerado que 30% dos usuários frequentam os edifícios, logo nesses meses a economia seria de apenas 5,56 m³.

- Aproveitamento de água pluvial

Foi analisada também a implantação de um SPAAP para irrigação das estufas. Para o dimensionamento do volume de armazenamento foi utilizado o Netuno (GHISI; CORDOVA, 2014). A demanda de água pluvial foi estimada como 37,11 m³ por mês. A oferta foi definida a partir de uma série histórica de precipitação de 10 anos (AGRITEMPO, 2015) e foi considerada a área de captação do edifício principal, 1182,90 m².

O Netuno indicou que o reservatório ideal deveria ter 22 m³ o que representaria 68,57% da água utilizada para irrigação. Para determinar o

investimento necessário não foi incluído o sistema de distribuição pois seriam utilizadas as instalações existentes. Assim, o investimento total seria R\$ 48365,45. Na análise da viabilidade foram acrescentadas as despesas de operação e manutenção determinadas pela NBR 15527 (ABNT, 2007).

3.3 Análise da viabilidade

Foram calculados os indicadores econômicos como indica a Tabela 2. Adotou-se o preço inicial da água como R\$ 5,66/m³, tarifa cobrada para a faixa de consumo acima de 10 m³ na categoria pública, a taxa de aumento no preço da água de 9,68%, média dos reajustes da companhia em 20 anos, e uma taxa de desconto de 0,083%/mês (CAMPOS, 2012).

Tabela 2 – Indicadores econômicos

Opções	Investimento inicial	Economia de água anual	VPL	TIR	Payback
Conserto vazamentos visíveis	R\$ 372,16	52,91 m ³	R\$ 14.188,32	7,23%	15 meses
Conserto vazamentos não visíveis	R\$ 4.733,72	327,96 m ³	R\$ 85.517,78	3,91%	29 meses
Troca das bacias sanitárias	R\$ 5.294,40	183,47 m ³	R\$ 45.198,78	2,30%	53 meses
SPAAP	R\$ 48.365,45	309,74 m ³	R\$ 9.944,56	0,20%	223 meses
Todas as opções	R\$ 58.765,73	874,09 m ³	R\$ 54.849,45	1,04%	119 meses

Fonte: Os autores

As quatro propostas e até mesmo a implantação de todas em conjunto, são viáveis pois apresentaram um VPL positivo e o *payback* inferior à vida útil das instalações, definida como 20 anos de acordo com a NBR 15575-1 (ABNT, 2013).

De acordo com o *payback* e a TIR o conserto dos vazamentos visíveis seria a opção mais viável seguida pelo reparo dos vazamentos não visíveis. Segundo o VPL a alternativa mais vantajosa seria o conserto dos vazamentos não visíveis e depois a troca das bacias sanitárias.

O *payback* pode levar a uma tomada de decisão inadequada por não considerar as entradas de caixa após a recuperação do investimento inicial (FREZATTI, 2008). Já o uso da TIR esbarra na dificuldade em estabelecer uma taxa mínima a partir da qual o investimento seria viável.

A implantação do SPAAP não deve ser descartada, mesmo sendo a menos viável financeiramente, pois apresenta o segundo maior benefício para o meio ambiente.

4 CONCLUSÕES

O *campus* universitário avaliado possui um elevado volume de perdas sendo necessária a realização de manutenções preventivas assim como a detecção e correção de vazamentos.

Verificou-se que as quatro alternativas propostas para redução do consumo além de proporcionarem um benefício ambiental são viáveis financeiramente. Todas poderiam ser implementadas especialmente a troca das bacias sanitárias e o conserto dos vazamentos visíveis e não visíveis pois o investimento exigido é baixo. Além das intervenções sugeridas deve-se buscar a conscientização dos usuários sobre a necessidade de redução do consumo.

Espera-se que esta pesquisa contribua para a redução do consumo do *campus* e de outras edificações da instituição.

REFERÊNCIAS

AGRITEMPO: SISTEMA DE MONITORAMENTO AGROMETEORÓLOGICO. **Pesquisa de dados meteorológicos**. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br>> Acesso em: 02 de junho de 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais - Desempenho - Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

CAMPOS, M. A. S. Qualidade de investimentos em sistemas prediais de aproveitamento de água pluvial: uso de partículas swarm optimization. 2012, 95p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2012.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, **SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Disponível em: <http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programa_des_urbano/SINAPI>. Acesso em: 25 mai. 2015.

CLARKE, R; KING, J. **O Atlas da água**. 1. ed. São Paulo: Publifolha, 2005.

CHENG, C. Evaluating water conservation measures for Green Building in Taiwan. *Building and Environment*, p. 369-379, 2003.

DUPONT, D. P.; RENZETTI, S. Household behavior related to water conservation. *Water Resources and Economics*, p. 22-37, 2013.

FREZATTI, F. **Orçamento empresarial: planejamento e controle gerencial**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008. GHISI, E.; CORDOVA, M. M. Netuno 4. Programa computacional. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/>. 2014.

GOMES, M. I. L. Implantação de um Programa de Uso Racional de Água na Universidade Federal de Goiás: Estudo de Caso Edifício da Reitoria. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) - Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia do Meio Ambiente, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

NUNES, S. S. Estudo da conservação de água em edifícios localizados no campus da Universidade Estadual de Campinas. 2000. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP. Campinas, 2000.

OLIVEIRA, L. H. Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios. 1999. 344p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

PACHECO, G, C, R.; CAMPOS, N. C. L.; CAMPOS, M. A. S., Proposta de implementação de um programa de uso racional de água no edifício das Faculdades de Farmácia e Odontologia. In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2014, Maceió. **Anais eletrônicos...**, Maceió, 2014.

SAUTCHUK, C.; FARINA, H.; HESPANHOL, I. *et al.* **Conservação e Reuso da Água em Edificações**. 2. ed. São Paulo, 2006. 151 p.

SILVA, G. S. Programas Permanentes de Uso Racional da Água em Campi Universitários: O Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo. 2004. 328 f. 2v. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.