

## ANÁLISE DE CONFIGURAÇÕES PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA PREDIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM EDIFICAÇÕES DE UM CAMPUS UNIVERSITÁRIO<sup>1</sup>

ALVES, Andreia Cristina Fonseca (1); SILVA, Renata Benfica Lima (2); PACHECO, Gabriela Cristina Ribeiro (3); CAMPOS, Marcus André Siqueira (4)

(1) UFG, e-mail: andreiacristinacfa@gmail.com; (2) UFG, e-mail: renata\_bls@hotmail.com; (3) UFG, e-mail: gabrielacrpacheco@gmail.com; (4) UFG, e-mail: marcusscampos@gmail.com

### RESUMO

As alterações climáticas associadas com o crescimento populacional e o aumento contínuo da demanda de água agravam cada vez mais a escassez hídrica, fazendo que o uso de fontes alternativas, como a água pluvial, seja incentivado. Como os sistemas prediais de aproveitamento de água pluvial devem ser viáveis economicamente para serem atrativos para os investidores, é essencial verificar a viabilidade econômica de cada sistema. Uma vez que a configuração dos mesmos pode alterar sua viabilidade, é necessário também estabelecer qual opção de construção apresenta maior ganho ambiental e econômico. Dessa forma, este estudo busca determinar a viabilidade de um sistema de aproveitamento de água pluvial para três edificações de um campus universitário. Para isso, foi calculado o Valor Presente Líquido (VPL) primeiramente considerando a implantação de um sistema para cada edifício e, por fim, de um sistema coletivo. Os resultados obtidos indicaram que um sistema coletivo, para as três edificações, é mais viável do ponto de vista econômico. Assim, foi comprovado que a configuração de implantação dos sistemas pode ser um fator limitante para a viabilidade do investimento já que condiciona o retorno econômico e o volume de água economizado.

**Palavras-chave:** Aproveitamento de água pluvial. Viabilidade econômica. Sistemas prediais.

### ABSTRACT

*Climate changes associated with population growth and with the continued increase in water demand increasingly worsening water scarcity, making the use of alternative sources, such as rainwater, be encouraged. As rainwater harvesting systems must be economically feasible to be attractive for investors, it is essential to check the economic feasibility of each system. Once its configuration can change its feasibility, it is also necessary to establish which construction option has more economical and environmental gains. Thus, this final course work seeks to determine the feasibility of a rainwater harvesting system for three buildings of a university campus. For this, it was calculated the Net Present Value (NPV) first considering the implementation of a system for each building, and finally, a collective system. The results indicated that a collective system for the three buildings is more feasible. Thus, it was proven*

<sup>1</sup> ALVES, Andreia Cristina Fonseca; SILVA, Renata Benfica Lima, PACHECO, Gabriela Cristina Ribeiro; CAMPOS, Marcus André Siqueira. Análise de configurações para implantação de um sistema predial de aproveitamento de água pluvial em edificações de um campus universitário. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

*that the systems deployment configuration can be a limiting factor for the feasibility of the investment since it conditions the economic return and the volume of water saved.*

**Keywords:** Rainwater harvesting. Economic feasibility. Building systems.

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente urbanização afeta o equilíbrio dos diversos sistemas ambientais com impactos na qualidade de vida da população. Tal fato é verificado no abastecimento de água com o aumento da demanda, a poluição dos recursos hídricos e com a redução da infiltração. Esta última compromete a recarga dos reservatórios superficiais e, portanto, reduz o volume necessário para a manutenção da vida.

Assim, a conservação da água torna-se essencial. Dentre as várias ações tecnológicas para promover essa conservação nos edifícios, destacam-se os Sistemas Prediais de Aproveitamento de Água Pluvial (SPAAP). Tal fato decorre da simplicidade das suas instalações, da necessidade de tratamentos simplificados, do baixo consumo energético e da redução do volume destinado às galerias pluviais (PARRA et al., 2013; COOMBES; KUCZERA, 2003).

Mesmo com inúmeros benefícios, a implantação de um SPAAP é atrativa para investidores apenas se for viável economicamente. Como o investimento inicial muitas vezes é elevado, os SPAAP podem não apresentar retorno econômico (CAMPOS et al., 2007; KIM et al., 2014; SACADURA, 2011).

Logo, é essencial efetuar a avaliação econômica dos SPAAP. Tais análises podem ser influenciadas não só pelas variáveis econômicas adotadas, mas também, por características locais, como o regime pluviométrico, e aspectos do próprio sistema, como a demanda por água não potável, a área de captação, a vida útil e até mesmo a configuração do sistema.

Este último fator pode ser decisivo para a viabilidade dos SPAAP. Sistemas coletivos normalmente apresentam uma viabilidade econômica maior que sistemas individuais (FARRENY et al., 2011; MORALES-PINZÓN et al., 2012; SANTOS et al., 2011). Portanto, é fundamental efetuar uma análise adequada das possibilidades de implantação dos SPAAP para definir a opção com melhor retorno econômico.

Diante de tal fato, este trabalho tem como objetivo efetuar a análise econômica da implantação de um SPAAP para edificações de um campus universitário verificando a qualidade econômica a partir da comparação entre duas configurações de implantação.

## 2 MÉTODO

Primeiramente, selecionou-se as edificações onde a pesquisa seria realizada em função da disponibilidade de informações e da possibilidade de variar a configuração do SPAAP.

Dessa forma, foram selecionadas as edificações dos cursos de Biomedicina, Fisioterapia e Medicina do campus universitário da Universidade Federal de Goiás (UFG) localizado em Jataí-GO. Foram considerados dois cenários de implantação distintos, o Cenário 1 consiste em um sistema individual, enquanto o Cenário 2 constitui-se de um sistema coletivo que apresenta um único reservatório inferior para suprir a demanda das três edificações.

Então, efetuou-se o dimensionamento do SPAAP para ambos cenários.

Para determinar os volumes do reservatório de armazenamento foram definidas a oferta e a demanda de água pluvial. A oferta foi estabelecida a partir da área de captação, do coeficiente de escoamento superficial e de uma série de precipitação diária de 20 anos disponibilizada em AGRITEMPO (2015).

Para determinar a demanda foi considerado o uso da água pluvial nas descargas das bacias sanitárias, lavagem de pisos e irrigação. Como um dos edifícios ainda estava em construção a demanda foi estimada a partir dos agentes de consumo (quantidade de usuários, áreas de irrigação e lavagem) e dos respectivos indicadores, que foram retirados do estudo desenvolvido por Campos (2012), ilustrados no Quadro 1.

Quadro 1 – Indicadores de consumo para edificação escolar

<b>Indicadores para demanda diária de água pluvial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga de bacia sanitária: 0,9 descarga/aluno/dia, com volume de 6,8 L/descarga;</li> <li>• Irrigação de jardim: 1L/m<sup>2</sup> 3 vezes por semana;</li> <li>• Lavagem de pisos: 0,5 L/m<sup>2</sup> com pano e balde de segunda a sexta e 1,0 L/m<sup>2</sup> com balde e rodo aos sábados.</li> </ul>
--	--

Fonte: Campos (2012).

Para as edificações da Biomedicina e Medicina, foi suposto um período letivo (de 01 de março a 15 de julho e 01 de agosto a 20 de dezembro) e os demais dias de recesso. No primeiro período, foi considerado 100% dos usuários, nos últimos 11 dias de dezembro considerou-se não haver qualquer usuário e, no restante do ano (no recesso) 20% dos usuários nas edificações.

O edifício da Fisioterapia, além de ser um prédio de aulas, possui locais onde são realizadas consultas à comunidade. Portanto, o período de recesso desta edificação compreende apenas os últimos 11 dias do mês de dezembro, quando foi considerado não haver usuários no edifício.

Para irrigação e lavagem de piso foi adotado um consumo constante ao longo do ano. Assim, em função dos indicadores já citados, definiu-se as demandas diárias das diferentes edificações, sendo que a demanda do Cenário 2 consiste na soma dos valores obtidos para os três prédios.

O descarte inicial foi definido como 1 mm. Esse valor foi escolhido devido à ausência de poluição substancial na região onde os edifícios se localizam (SAFE RAIN, 2016; ABCMAC, 2016). O volume de descarte não foi descontado do volume de utilização.

Para determinação do volume dos reservatórios superiores, adotou-se um valor que corresponde a 40% da demanda diária de água pluvial, semelhante ao que é usualmente utilizado para determinação do volume de armazenamento de água potável (ILHA, GONÇALVES, 2005).

Então, calculou-se o volume do reservatório ótimo para cada um dos cenários utilizando a ferramenta Netuno (GHISI; CORDOVA, 2014). Tal ferramenta considera o valor ideal de armazenamento como o volume para o qual um incremento no mesmo apresenta um aumento na economia de água inferior a um valor pré-estabelecido. Assim, determinou-se o reservatório ideal para cada configuração considerando que o volume ótimo apresentaria um incremento inferior a 0,2% na economia de água com um aumento de 500 l no volume de armazenamento. Vale ressaltar que isso resultou em potenciais de economia diferentes para cada cenário estudado.

Após definir os volumes dos reservatórios foram realizadas alterações nos projetos de sistemas prediais de água fria e pluvial para possibilitar o aproveitamento de água pluvial.

Por fim, elaborou-se o fluxo de caixa com todos os custos do sistema e as receitas provenientes do volume de água economizado e, então, foi efetuada a análise da viabilidade econômica.

O valor do investimento compreendeu os gastos para a implantação do sistema, os custos de manutenção e operação. Esses incluem consumo de energia, ensaios previstos pela norma NBR 15527 (ABNT, 2007) e a limpeza dos filtros e reservatórios.

Para a determinação das receitas foi considerado o potencial de utilização de água pluvial fornecido pelo Netuno. Tal volume foi multiplicado pelo valor da tarifa de água cobrado pela SANEAGO em 2015, para a categoria pública, que era R\$ 5,66 (SANEAGO, 2015). Foi incluído na análise um reajuste médio anual da água de 9,55% que foi definido a partir dos valores das tarifas de água cobrados por essa mesma companhia nos anos de 1995 a 2015.

Foi adotada a taxa de atratividade de 0,83% ao mês, definida na pesquisa de Campos (2012), que também se trata da análise econômica de SPAAP em edifícios públicos. Então, foi calculado o VPL para cada cenário e comparou-se os valores encontrados para determinar qual cenário seria mais viável.

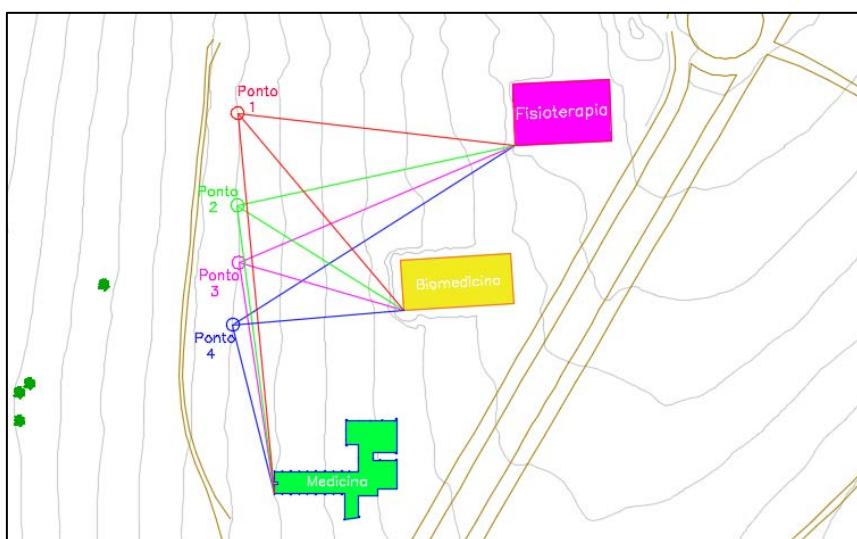
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como já destacado, no Cenário 1 o dimensionamento dos reservatórios foi individualizado e o volume de reservação considerou a demanda específica de cada prédio. Já no Cenário 2, foi considerado apenas um reservatório inferior para abastecer os reservatórios superiores de todas as edificações.

Para a escolha do melhor local para a construção do reservatório inferior do sistema coletivo foram supostos quatro pontos (Figura 1) próximos das

edificações que proporcionassem o transporte da água por gravidade. Assim, escolheu-se o Ponto 4 que apresentou a menor distância e, logo, menor custo.

Figura 1 – Posicionamento do reservatório inferior do Cenário 2



Fonte: Os autores

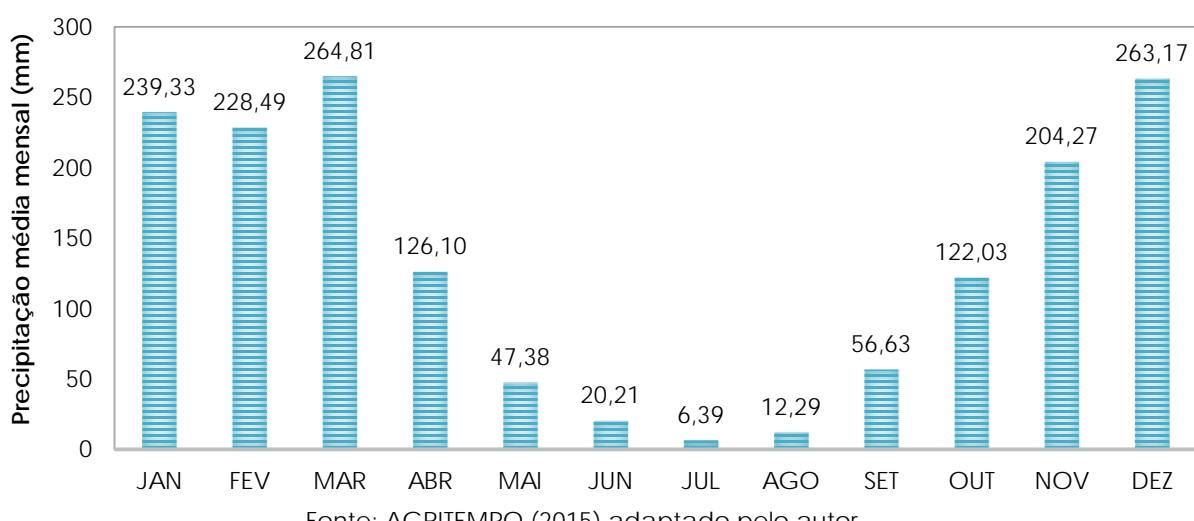
### 3.1 Dimensionamento dos sistemas

Para dimensionar os reservatórios dos SPAAP foram executadas as etapas detalhadas na sequência.

#### 3.1.1 Oferta de água pluvial

Foi utilizada a precipitação média diária da estação meteorológica do INMET localizada dentro do campus universitário da UFG. Os valores da precipitação média podem ser observados na Figura 2, verifica-se que a estação chuvosa vai de Novembro até Março.

Figura 2 – Precipitação média mensal da área de estudo



Para definir a oferta de água pluvial, considerou-se um coeficiente de escoamento superficial igual a 0,8 e as áreas de captação indicadas na Tabela 1.

### 3.1.2 Demanda de água não potável

A quantidade de usuários e as áreas de irrigação e lavagem utilizadas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados considerados na estimativa da demanda

	Número de Usuários	Área de irrigação (m <sup>2</sup> )	Área de lavagem de piso (m <sup>2</sup> )	Área de Cobertura (m <sup>2</sup> )
<b>Biomedicina</b>	158	1949,13	1011,65	931
<b>Fisioterapia</b>	106	310,89	894,67	861,9
<b>Medicina</b>	1255	208,2	6252	1335

Fonte: Os autores

A Tabela 2 apresenta os valores das demandas encontrados para cada edificação analisada. Vale ressaltar que não foi considerado consumo aos domingos.

Tabela 2 – Demanda diária de água pluvial das edificações em estudo (em m<sup>3</sup>)

	Mês	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
<b>Biomedicina</b>	<b>Janeiro e Fevereiro</b>	2,65	699,2	2,65	0,70	2,65	1,20
	<b>Março a Junho e Agosto a Novembro</b>	3,42	1,47	3,42	1,47	3,42	1,20
	<b>Julho</b>	3,42	1,47	3,42	1,47	3,42	1,20
	<b>16 a 31</b>	2,65	0,7	2,65	0,70	2,65	1,20
	<b>Dezembro</b>	3,42	1,47	3,42	1,47	3,42	1,20
	<b>21 a 31</b>	2,45	0,51	2,45	0,51	2,45	1,01
	<b>Janeiro e Fevereiro</b>	1,41	1,10	1,41	1,10	1,41	1,02
	<b>Março a Junho e Agosto a Novembro</b>	1,41	1,10	1,41	1,10	1,41	1,02
<b>Fisioterapia</b>	<b>Julho</b>	1,41	1,10	1,41	1,10	1,41	1,02
	<b>16 a 31</b>	1,41	1,10	1,41	1,10	1,41	1,02
	<b>Dezembro</b>	1,41	1,10	1,41	1,10	1,41	1,02
	<b>21 a 31</b>	0,76	4,47	0,76	4,47	0,76	0,89
	<b>Janeiro e Fevereiro</b>	4,87	4,66	4,87	4,66	4,87	7,79
	<b>Março a Junho e Agosto a Novembro</b>	11,01	10,81	11,01	10,81	11,01	7,79
	<b>Julho</b>	11,01	10,81	11,01	10,81	11,01	7,79
	<b>16 a 31</b>	4,87	4,66	4,87	4,66	4,87	7,79
<b>Medicina</b>	<b>Dezembro</b>	11,01	10,81	11,01	10,81	11,01	7,79
	<b>21 a 31</b>	3,33	3,13	3,33	3,13	3,33	6,25

Fonte: Os autores

### 3.1.3 Dimensionamento do reservatório de armazenamento

Os volumes e os respectivos potenciais de utilização de água pluvial estão exibidos na Tabela 3. Como foi determinado o volume ótimo para cada situação, conforme descrito no método, cada reservatório possui um potencial de utilização diferente.

Foi considerada uma demanda de água equivalente apenas à demanda de água pluvial. Assim, o valor do potencial de utilização de água pluvial apresentado pela ferramenta já corresponde ao percentual efetivo de aproveitamento.

Tabela 3 – Volume dos reservatórios

		Reservatório inferior (m <sup>3</sup> )	Potencial de utilização de água pluvial (%)
Cenário 1	Biomedicina	34,5	66,14
	Fisioterapia	90,0	91,91
	Medicina	40,5	39,89
Cenário 2		54	47,58

Fonte: Os autores

### 3.1.4 Dimensionamento das tubulações e das bombas de recalque

Foram efetuados acréscimos nas tubulações de captação e abastecimento previstas nos projetos originais seguindo as determinações da NBR 10.844 (ABNT,1989) e da NBR 5.626 (ABNT,1998).

As bombas d'água foram dimensionadas a partir da vazão de recalque e da altura manométrica calculada para cada cenário. No Cenário 2, o dimensionamento considerou o trecho de recalque com maior altura manométrica e a vazão como a soma das vazões de recalque das edificações do Cenário 1.

## 3.2 Avaliação econômica

Foi empregado, neste trabalho, como método de avaliação econômica o cálculo do VPL. Para sua determinação foram definidos os valores dos investimentos necessários, das receitas, da taxa de desconto e da vida útil.

Tabela 4 – Custos de instalação

	Custo (R\$)		
	Cenário 1		Cenário 2
	Biomedicina	Fisioterapia	Medicina
Sistema de Captação	7.354,57	6.484,23	6.606,42
Filtros	12.300,00	8.250,00	14.850,00
Reservatório Inferior	24.746,36	44.842,94	30.262,07
Bombeamento	1.461,22	1.597,27	1.905,33
Reservatório Superior	896,52	896,52	1.480,23
Investimento Total	46.758,68	62.070,96	55.104,05
			153.630,37

Fonte: Os autores

A determinação do investimento baseou-se nas planilhas orçamentárias do Centro de Gestão do Espaço Físico da UFG e os custos foram obtidos a partir dos valores definidos no SINAPI (2015), na AGETOP (2015) ou por meio de cotação. Assim, foram levantados os custos de cada cenário como detalhado nas Tabelas 4 e 5.

Então, calculou-se o VPL. Para o Cenário 1 esse valor foi positivo e igual a R\$ 2.160,78, sendo - R\$ 6.932,21 para a Biomedicina, - R\$ 43.418,55 para a Fisioterapia e R\$ 52.511,54 para a Medicina. Já o cenário 2 resultou em um VPL positivo igual a R\$ 30.004,92.

Tabela 5 – Custos de manutenção e operação

Descrição	Periodicidade	Critérios	Custos (R\$)			
			Bio.	Fisio.	Med.	Cenário 2
Energia	Mensal	Conjunto motor-bomba	14,20	9,47	39,45	116,06
Produto de desinfecção	Mensal	1 kg de cloro	3,08	8,04	3,62	4,82
Ensaios previstos na NBR 15527	Mensal	Cloro	5,00	5,00	5,00	5,00
		pH	15,00	15,00	15,00	15,00
		Turbidez	5,00	5,00	5,00	5,00
		Cor	5,00	5,00	5,00	5,00
Limpeza do Filtro	Bimestral	Mão de obra	41,16	41,16	41,16	123,48
Ensaios previstos na NBR 15527	Semestral	Coliformes totais e termotolerantes	30,00	30,00	30,00	30,00
Limpeza do reservatório e manutenção da bomba	Anual	Mão de obra	682,28	1681,28	790,28	1033,28

Fonte: Os autores

### 3.3 Análise dos resultados

O Quadro 2 apresenta os resultados obtidos na avaliação econômica dos investimentos. A partir do retorno econômico e do volume de água economizado obtido, a configuração de implantação se mostrou um fator limitante para a viabilidade do investimento.

Quadro 2 – Resultados da avaliação econômica

	Cenário 1	Cenário 2
VPL	R\$ 2.160,78	R\$ 30.004,92
Custo de implantação	R\$ 163.933,69	R\$ 153.630,37
Consumo de água não potável	3.962,68 m <sup>3</sup> /ano	3.962,68 m <sup>3</sup> /ano
Economia anual	1.964,21 m <sup>3</sup> /ano	1.885,44 m <sup>3</sup> /ano

Fonte: Os autores

Como ilustrado no Quadro 2, nas edificações do Cenário 1 sem aproveitamento, estima-se um consumo de água não potável de 3.962,68 m<sup>3</sup> por ano, sendo 703,28 m<sup>3</sup>/ano para Biomedicina, 382,32 m<sup>3</sup>/ano para Fisioterapia e 2.877,08 m<sup>3</sup>/ano para Medicina. Com a implantação do SPAAP, seria possível uma redução de 465,15 m<sup>3</sup>/ano para Biomedicina, 351,39 m<sup>3</sup>/ano para Fisioterapia e 1.147,67 m<sup>3</sup>/ano para Medicina, totalizando 1.964,21 m<sup>3</sup>/ano.

No Cenário 2, a demanda de água para uso não potável é igual ao consumo total do Cenário 1. Todavia, com a implantação do SPAAP, seria possível uma redução de 1.885,44 m<sup>3</sup>/ano, que é 78,77 m<sup>3</sup> inferior ao valor do sistema individual.

Observa-se que no Cenário 1, ao final da vida útil do sistema, nos prédios da Biomedicina e Fisioterapia, as receitas são baixas e insuficientes para suprir o valor do investimento, ocasionando um VPL negativo. Contudo, o VPL total, correspondente às três edificações, é positivo. Os valores de VPL negativos para tais edifícios podem ter sido ocasionados pela baixa demanda e pelos volumes elevados dos reservatórios dos dois prédios.

O Cenário 2 representa uma configuração única, cujos valores da área de captação e da demanda são elevados, implicando em um volume do reservatório baixo, quando comparado aos reservatórios individuais. Assim, apesar do alto custo de investimento, ao final da vida útil do sistema, as entradas são superiores às saídas, proporcionando um VPL positivo.

Analizando as duas configurações, a economia de água é menor 4,18% no sistema coletivo do que no sistema individual. Por outro lado, o investimento necessário é 6,71% menor o que representa um ganho econômico e maior VPL. Dessa forma, para este estudo de caso, o Cenário 2 mostrou-se mais viável, com uma economia de água praticamente igual, mas um VPL consideravelmente maior.

Caso o investidor não tenha capital suficiente para investir na implantação dos cenários avaliados, tem-se a possibilidade de investir em uma terceira opção, onde o sistema seria implantado apenas no prédio da Medicina. Nesse caso, o valor do investimento seria 33,61% do investimento do Cenário 1. No entanto, apesar de apresentar um VPL de R\$ 52.511,54, o ganho ambiental é mais baixo, uma vez que a economia de água corresponde à 1147,67 m<sup>3</sup>/ano, que equivale a 58,43% da economia do Cenário 1.

Outra alternativa de investimento a longo prazo seria optar pelo sistema coletivo implantado em fases. Ou seja, dimensionando todo o sistema, o investidor tem um gasto único com o reservatório e as próximas etapas de instalação seriam feitas na medida em que os reajustes tarifários fossem favoráveis ao investimento.

## 4 CONCLUSÕES

Foi verificado que a implantação de ambos os cenários é viável economicamente. No primeiro Cenário, embora o VPL tenha sido negativo para as edificações da Biomedicina e Fisioterapia, o VPL positivo do prédio da Medicina é capaz de suavizar esses valores negativos, tornando o somatório dos VPLs das três edificações positivo. Contudo, o sistema coletivo mostrou-se mais vantajoso por apresentar um VPL muito superior e uma economia de água bem próxima do sistema individual.

Ao considerar duas situações de implantação foi possível identificar a influência das configurações do sistema na sua viabilidade. Também pode-se estabelecer a combinação de variáveis que interferem no dimensionamento e na viabilidade dos SPAAP.

O uso dos SPAAP tem se tornado uma alternativa eficiente na mitigação das externalidades decorrentes das alterações no ciclo hidrológico. No entanto, é de suma importância analisar a viabilidade de implantação dos mesmos e procurar a configuração do sistema que garanta o maior retorno econômico.

Para trabalhos futuros, sugere-se o estudo de outras ferramentas de dimensionamento que permitam a análise, de diferentes configurações e da sensibilidade de cada dado de entrada na avaliação econômica dos sistemas. Além disso, faz-se necessário o estudo de implantação de SPAAP por meio de etapas de implantação como forma de escolher a melhor opção de investimento.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte financeiro fornecido pela CAPES para o desenvolvimento deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

ABCMAC (Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva). Disponível em: <<http://www.abcmac.org.br/index.php?modulo=apresentacao>>. Acesso em: 07 jan. 2016.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de água pluvial. Rio de Janeiro, 1989.

\_\_\_\_\_. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 2007.

\_\_\_\_\_. **NBR 15527**: Água de chuva: aproveitamento em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

AGETOP (Agência Goiana de Transporte e Obras). **Tabela de Insumos Materiais Setembro/2014**. Goiânia: AGETOP, 2015. Disponível em: <<http://www.sgc.goiás.gov.br/upload/arquivos/2014-09/relatorioinsumos-material.pdf>> Acesso em: 20 out. 2014.

AGRITEMPO (Sistema de Monitoramento Agrometeorológico). **Pesquisa de dados meteorológicos**, 2014. Disponível em: <<http://www.agritempo.org.br/agritempo/index.jsp>>. Acesso em: 07 nov. 2014.

CAMPOS, M. A. S. **Qualidade de investimentos em sistemas prediais de aproveitamento de água pluvial**: uso de Particles Swarm Optimization. 2012. 95 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil, na Área de Concentração de Edificações) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

CAMPOS, M. A. S.; ILHA, M; GRANJA, A. Investimento em sistemas de aproveitamento de água pluvial: estudo de caso para uma edificação residencial multifamiliar no município de Campinas. In: V SIBRAGEC - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2007, Campinas-SP. **Anais...** 2007.

COOMBES, P. J.; KUCZERA, G. Analysis of the Performance of Rainwater Tanks in Australian Capital Cities. In: 28TH INTERNATIONAL HYDROLOGY AND WATER RESOURCES SYMPOSIUM: ABOUT WATER, 2003, Australia. **Anais...** 2003.

FARRENY, R.; GABARRELL, X.; RIERADEVALL, J. Cost-efficiency of rainwater harvesting strategies in dense Mediterranean neighbourhoods. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 55, n. 7, p. 686-694, 2011.

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.

ILHA, M. S. O.; GONÇALVES, O. M. **Apostila – Sistemas Prediais de Água Fria**. Escola Politécnica de Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2005.

KIM, B.; ANDERSON, K.; LEE, S.; KIM, H. A real option perspective to value the multi-stage construction of rainwater harvesting systems reusing septic tank. **Water Resources Management**, v. 28, n. 8, p. 2279-2291, 2014. DOI: 10.1007/s11269-014-0613-3.

MORALES-PINZÓN, T.; LURUÉNA, R.; RIERADEVALL, J.; GASOL, C. M.; GABARREL, X. Financial feasibility and environmental analysis of potential rainwater harvesting systems: a case study in Spain. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 69, p. 130-140, 2012.

PARRA, M. V. V.; VILLALBA, G.; GABARRELL, X. Applying Exergy Analysis to Rainwater Harvesting Systems to Assess Resource Efficiency. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 72, p. 50-59, 2013.

SACADURA, F. O. M. O. **Análise de sistemas de aproveitamento de água pluvial em edifícios**. 2011, 153 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2011.

SAFE RAIN. Disponível em: <<http://www.saferain.com.au/>> Acesso em: 08 de junho de 2015.

SANEAGO. Disponível em: <<https://www.saneago.com.br/site/agencia/tabela.php>> Acesso em: 06 de maio de 2015.

SANTOS, C.; TAVEIRA-PINTO, F.; CHENG, C. Y.; LEITE, D. Optimizing water consumption in buildings - A study on the alternatives to potable water supply. In: 2011 SYMPOSIUM CIBW062, Aveiro, Portugal. **Anais...** p. 34-42, 2011.

SINAPI Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. **Relatório de Custos de Composições Setembro/2014** Caixa Econômica Federal, 2014. Disponível em: <[http://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx#categoria\\_646](http://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx#categoria_646)> Acesso em: 20 out. 2014.