

AValiação Financeira de Sistemas de Captação de Água Pluvial nas Capitais Nordestinas

FINANTIAL APPRAISAL IN RAINWATER CATCHING SYSTEMS IN THE NORTHEAST CAPITAL CITIES

Zacarias Caetano Vieira

Professor do curso de Edificações do Instituto Federal de Sergipe. E-mail: zacariascaetano@yahoo.com.br

Sheilla Costa dos Santos

Professor do curso de Edificações do Instituto Federal de Sergipe. E-mail: sheillacosta.ifs@gmail.com

Carlos Gomes da Silva Júnior

Graduando em Saneamento Ambiental no Instituto Federal de Sergipe. E-mail: cgomes.aju@hotmail.com

Daniel Luiz Santos

Graduando em Saneamento Ambiental no Instituto Federal de Sergipe. E-mail: danluz0508@gmail.com

Resumo: O aumento da demanda hídrica nas cidades gerado pelo crescimento populacional tem impulsionado a busca por fontes alternativas de água, dentre as quais merece destaque o aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis. Diante do exposto, este artigo tem por objetivo analisar os custos de implantação de um sistema de captação de água pluvial em habitações de interesse social e a economia mensal gerada na conta de água, analisando o período de retorno desse investimento nas capitais nordestinas. Para realização deste trabalho, adotou-se uma residência unifamiliar com uma área de 41,87 m². Inicialmente, idealizou-se o sistema que coleta a água de chuva e a direciona para um reservatório dimensionado pelo Método de Rippl, sendo esta água destinada para as descargas da bacia sanitária. Em seguida, estimou-se o custo de implantação do sistema e a economia mensal e, por fim, o período de retorno do investimento. Os custos de implantação variaram de R\$ 2.474,56 a R\$ 6.674,56, a economia mensal na conta variou de R\$ 23,64 a R\$ 57,39 e os períodos de retorno variaram de 43 a 236 meses. Conclui-se que o período de retorno é diretamente proporcional ao custo de implantação dos sistemas e a média mensal de precipitação e inversamente proporcional à tarifa praticada pela concessionária local. Os valores encontrados para execução do sistema como idealizado mostraram-se relativamente altos para a população de baixa renda, sendo uma

alternativa a construção e entrega de moradias pelo governo já com um sistema de captação de água pluvial ou incentivo a sua instalação através de subsídios governamentais.

Palavras-chave: Água da chuva. Reuso. Custo de implantação.

Abstract: The increased water demand in cities generated by population growth has driven the search for alternative sources of water, which we highlight the use of rainwater for non-potable uses. Through the above, this article aims to analyze the costs of deploying a rainwater catchment system in social housing schemes and the monthly savings generated in the water bill, by analyzing the period of return of this investment in the capitals of the Northeast region. For this study, we considered a single-family residence with an area of 41.87 m². Initially, a system that collects rain water and directs it to a reservoir scaled by Rippl method was idealized, being this water destined for sanitary basin discharges. Then, the cost of deployment of the system and the monthly economy was estimated; and finally, the period of return on this investment. Deployment costs ranged from R\$2.474,56 to R\$ 6.674,56, the monthly savings on care ranged from R\$ 23,64 to R\$57,39 and finally, the payback periods ranged from 43 to 236 months. It is concluded that the payback period is directly proportional to the cost of deployment of the

systems and the average monthly precipitation and inversely proportional to the rate charged by the local concessionaire. The values found for the execution of the system as idealized proved to be relatively high for the low income population, being an alternative the construction and supply of houses by the government with a system of rainwater collection or incentive to its installation through government subsidies.

Keywords: Rainwater. Reuse. Cost of deployment.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional impulsiona o aumento da demanda dos recursos naturais, o qual, associado à poluição dos mananciais e ao uso irracional da água, tem agravado a situação dos recursos hídricos no Brasil, sendo um problema que atinge muitas cidades brasileiras. Dessa forma, o uso racional para a conservação de água apresenta, dentre outras ações, o uso de fontes alternativas desse recurso natural, o qual deve ser integrado a gestão da demanda com a gestão da oferta desse recurso, de modo que usos menos nobres possam ser supridos, sempre que possível, por água de qualidade inferior (OLIVEIRA; GONÇALVES, 2014).

Dentre essas fontes alternativas, pode-se citar o aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis, tais como descarga de bacias sanitárias, lavagem de pisos, lavagem de veículos, rega de jardim, etc. Barroso, Araújo e Wolff (2012) indicam como principais benefícios do aproveitamento de água pluvial: o abastecimento de água para usos não potáveis em locais onde há deficiência hídrica, a redução do valor pago

pela água tratada pelas concessionárias de abastecimento e a diminuição das vazões de pico que originam as enchentes em locais urbanizados. Vieira e Ribeiro (2015) apresentam como outras vantagens do aproveitamento de água de chuva: a utilização de estruturas existentes na edificação (telhados, lajes e rampas), baixo impacto ambiental, água com qualidade aceitável para vários fins com pouco ou nenhum tratamento, a complementação do sistema convencional; e se caracteriza como uma reserva de água para situações de emergência ou interrupção do abastecimento público.

A utilização de água pluvial pode se caracterizar como uma atividade essencial para proporcionar o uso e consumo eficiente e suficiente de água, principalmente em Habitações de Interesse Social. Segundo Librelotto et al. (2012), Habitação de Interesse Social, também chamada de HIS, tem como conceito a moradia voltada à população de baixa renda. Conforme Alice (2014), as políticas públicas na área de habitação de interesse social focam suas diretrizes no combate ao déficit habitacional quantitativo, situação essa que atinge 90% das famílias brasileiras com renda mensal entre 0 a 3 salários mínimos.

Diante do exposto, este artigo objetiva analisar os custos de implantação de um sistema de captação de água pluvial em habitações de interesse social e a economia mensal gerada na conta de água, bem como analisar o período de retorno desse investimento nas capitais nordestinas.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa divide-se em três etapas principais. A primeira etapa é classificada como pesquisa de natureza exploratória, com realização de pesquisa bibliográfica e análise de literatura sobre aproveitamento de água pluvial. A segunda etapa é, predominantemente, de pesquisa aplicada combinada com abordagem de informações qualitativas e quantitativas (dados pluviométricos, área de captação, estimativa de demandas, etc.). A terceira etapa é classificada como pesquisa de natureza aplicada combinada com abordagem de informações qualitativas e quantitativas (idealização do sistema, levantamento de custos, economia gerada, período de retorno etc.).

Para realização deste trabalho, adotou-se uma residência unifamiliar (Figura 1) executada em programas sociais, a qual se caracteriza como uma Habitação de Interesse Social (HIS), possuindo: sala, dois quartos, banheiro e cozinha, totalizando uma área de 41,87 m².

Inicialmente, calculou-se a área de cobertura (telhado) da residência. Em seguida, estimou-se, com base na literatura técnica, o número de pessoas e o consumo médio mensal de água nos diversos aparelhos sanitários. Na sequência, dimensionaram-se as tubulações e o reservatório, e, em seguida, levantou-se o custo de implantação do sistema. Finalmente, com a estimativa da economia gerada pelo uso da água de chuva captada e os custos de implantação do sistema, calculou-se o período de retorno do investimento. Vale salientar que tal procedimento foi realizado individualmente para cada capital analisada.

Figura 1 - Casa popular projeto padrão 42 m²

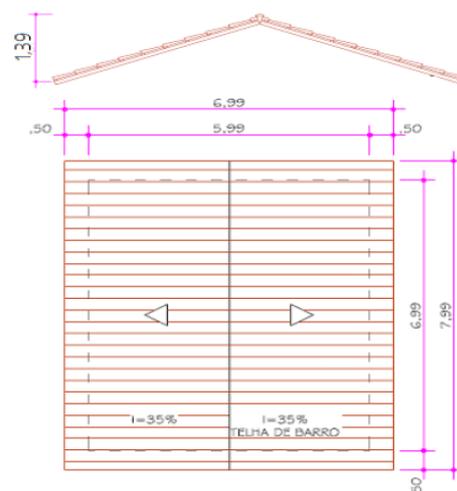


Fonte: Gerência de Apoio ao Desenvolvimento Urbano (2007).

Área de captação de água pluvial

A residência escolhida para o estudo possui um padrão popular, cuja cobertura é apresentada na Figura 2, com suas respectivas dimensões.

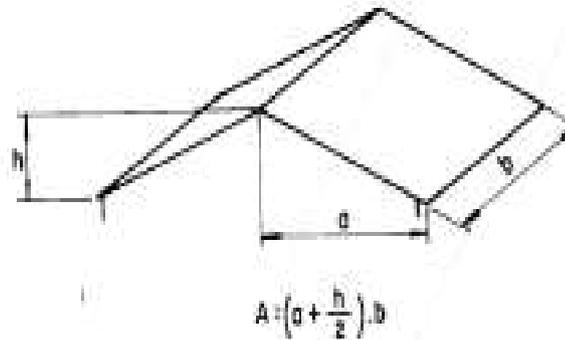
Figura 2 - Dimensões do telhado da residência adotada



Fonte: Gerência de Apoio ao Desenvolvimento Urbano (2007).

Considerou-se a indicação NBR 10844 (ABNT, 1989) para cálculo das áreas de contribuição de superfícies inclinadas, no caso, as duas águas do telhado, (Figura 3) e obteve-se uma área de captação total de 66,96 m².

Figura 3 - Cálculo de área de contribuição para superfície inclinada



Fonte: ABNT (1989)

Estimativa de consumo de água

Para estimar o volume de água consumido por mês, tomou-se a distribuição de usos potáveis e não potáveis em uma

residência padrão popular, conforme indicado por Dias, Athayde Júnior e Gadelha (2007) e apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição de Usos Potáveis e Não Potáveis em Residência Padrão Popular

Ponto de Utilização	Consumo diário (L/hab. dia)	Consumo potável (%)	Consumo não-potável (%)
Bacia sanitária	36,0	0,0	27,69
Chuveiro	60,0	0,0	46,15
Lavatório	9,0	0,0	6,92
Pia de Cozinha	20,0	15,38	0,00
Tanque	3,0	0,0	2,13
Rega de Jardim	2,0	0,0	1,54
Total	130,00	15,38	84,62

Fonte: Dias, Athayde Júnior e Gadelha (2007)

Para este trabalho, adotou-se o uso de água pluvial para descarga de bacias sanitárias, o qual, segundo Dias, Athayde Júnior e Gadelha (2007), para residências populares, é de 36 L/hab.dia. Considerando a taxa de ocupação de 2 pessoas por quarto (CARVALHO JUNIOR, 2012), tem-se uma população de 4 pessoas, o que resulta em uma demanda diária de 144 litros, ou seja, uma demanda mensal de 4.320 litros para descarga de bacias sanitárias.

Dados pluviométricos

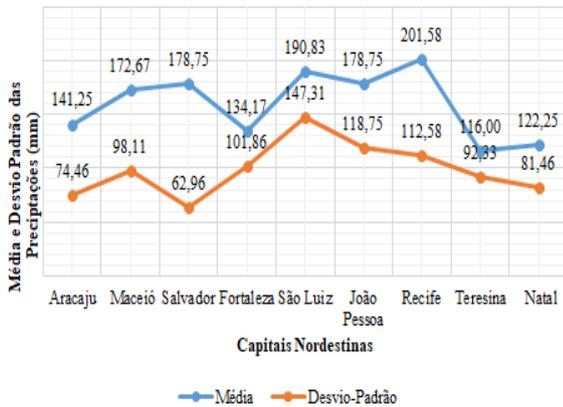
Para realização do estudo, foram utilizadas as precipitações médias em cada mês

(em mm), calculadas a partir de uma série de dados de 30 anos observados, disponibilizados por CLIMATEMPO (2017), cuja média geral e desvio padrão são apresentados na Figura 4. Foram utilizados dados mensais por dois motivos: primeiro, o Método de Rippl permite seu uso; segundo, os dados são disponibilizados em escala mensal.

No tocante ao comportamento pluviométrico das capitais nordestinas, Souza (2015) relata que Maceió, Salvador e Aracaju são cidades com padrões de chuva semelhantes, assim como, João Pessoa, Natal e Recife,

formando outro grupo e um terceiro grupo constituído por Fortaleza, Teresina e São Luís, com características semelhantes no padrão de chuva, corroborando com trabalhos da literatura, que mostram grupos com alta similaridade.

Figura 4 - Média mensal e desvio padrão da pluviometria nas capitais nordestinas (em mm)



Fonte: Adaptada de CLIMATEMPO (2017)

Dimensionamento do reservatório de água pluvial

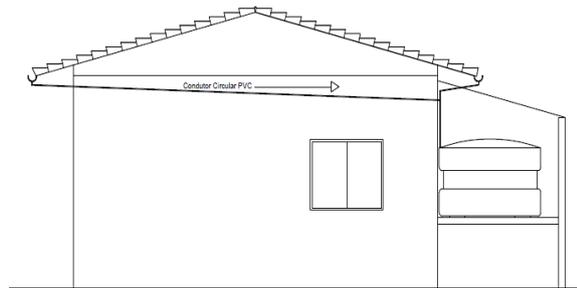
Para determinar o volume do reservatório utilizou-se o Método de Rippl, estabelecido pela NBR 15.527/2007 (ABNT, 2007). Neste, o volume de água que escoa pela superfície de captação é subtraído da demanda de água pluvial em um mesmo intervalo de tempo. A máxima diferença acumulada positiva é o volume do reservatório para 100% de confiança (SCHILLER; LATHAN, 1982). Podem ser utilizados dados diários ou dados mensais.

Sistema de captação e aproveitamento de água de chuva

O sistema consiste em coletar a água de chuva que cai diretamente sobre o telhado e, através de calhas e condutores, direcioná-la para um reservatório de acumulação (cisterna). Desse reservatório, a água é conduzida por tubulações para o ponto de alimentação do aparelho que será atendido

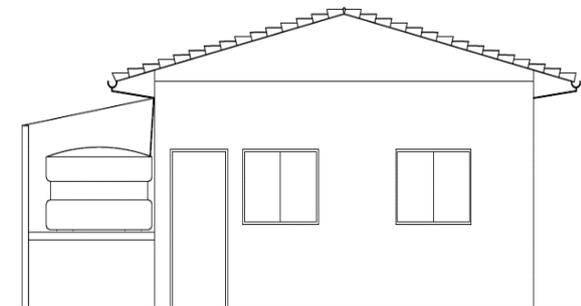
com água da chuva, neste caso, a bacia sanitária. O traçado das calhas e condutores verticais, a localização do reservatório de acumulação e o traçado da tubulação da cisterna até o aparelho sanitário são apresentados nas Figuras 5, 6, 7 e 8.

Figura 5 - Fachada posterior da residência adotada



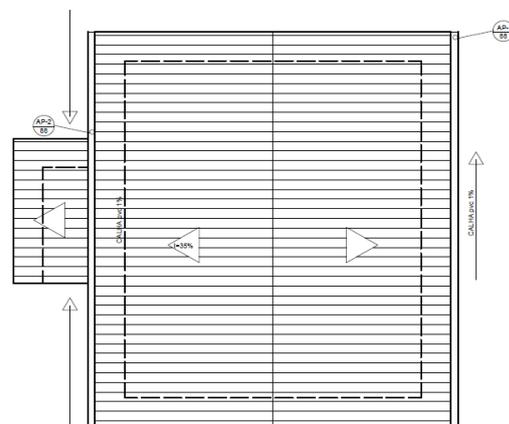
Fonte: Os autores.

Figura 6 - Fachada principal da residência adotada.



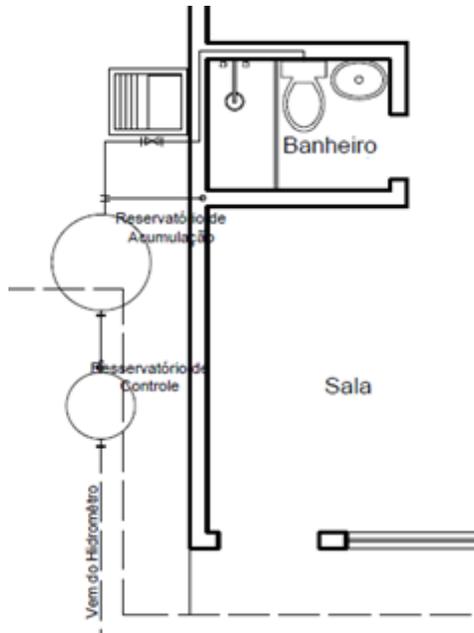
Fonte: Os autores.

Figura 7 - Planta de cobertura indicando o traçado das calhas e localização dos condutores verticais.



Fonte: Os autores.

Figura 8 - Traçado da tubulação do reservatório de acumulação até o ponto de utilização escolhido.

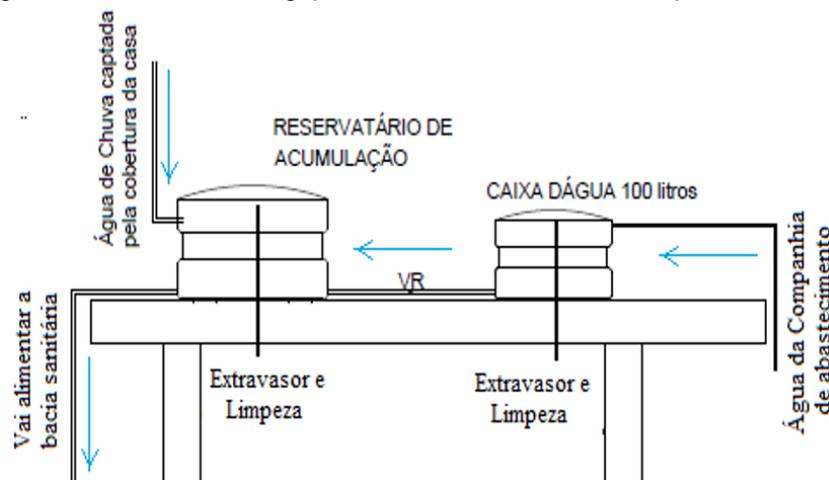


Fonte: Os autores.

Sendo o regime pluviométrico variável, podem ocorrer períodos de baixa pluviosidade. Assim, a água pluvial pode não atender

a demanda das descargas da bacia nesse período. Para resolver esse problema, conecta-se o sistema público de abastecimento com o sistema de aproveitamento de água pluvial e interliga-se um reservatório com capacidade de 100 litros, abastecido pela concessionária local, com o reservatório de água pluvial alimentado pela chuva captada pelo telhado. Quando faltar a água no reservatório de água pluvial, a válvula de retenção permite que haja o fluxo do reservatório menor para o maior, garantindo, mesmo em período de estiagem, o abastecimento do ponto de utilização escolhido. Nos períodos de chuva, o reservatório garante o atendimento da demanda estimada sem utilizar água potável do sistema público, pois a válvula de retenção impede o fluxo contrário, ou seja, do maior para o menor. O esquema de interligação é apresentado na Figura 9.

Figura 9 - Esquema ilustrativo da interligação entre reservatório de acumulação e reservatório de controle.



Fonte: Os autores

Custo de implantação do sistema

Para uma estimativa do custo de implantação do sistema (considerando apenas os materiais hidráulicos), inicialmente, realizou-se um levantamento

quantitativo dos tubos e conexões para montagem do sistema (Tabela 2). Vale salientar que a única peça do sistema que sofreu alteração de preço entre as capitais

estudadas foi o reservatório, que variou de 4.000 até 20.000 litros, visto que o dimensionamento é diretamente influenciado

pelo regime pluviométrico local. Os custos levantados em cada capital são apresentados na Figura 10.

Tabela 2 - Levantamento Quantitativo de Materiais Para Montagem do Sistema

Item	Descrição	Unidade	Quantidade
01	Calha Pluvial PVC (125 mm) 3 m	Peça	9
02	Suporte Metálico 125 mm	Peça	39
03	Emenda para calha PVC 125 mm	Peça	9
04	Bocal PVC para Calha, 88 mm	Peça	2
05	Condutor pluvial PVC, 88 mm	Peça	3
06	Abraçadeira PVC	Peça	8
07	Joelho 90° Ág. Pluvial 88 mm	Peça	2
08	Joelho 60° Água Pluvial 88 mm	Peça	3
09	Junção 60° Água Pluvial -88mm	Peça	1
10	Acoplamento, 88 mm	Peça	2
11	Cabeceira Direita PVC 125 mm	Peça	2
12	Cabeceira Direita PVC 125 mm	Peça	2
13	Esquadro Interno 125 mm	Peça	2
14	Válvula de Retenção ½"	Peça	1
15	Adaptador ½" para Caixa D'água	Peça	6
16	Tubo de PVC Soldável 20 mm	Peça	2
17	Caixa D'água 100 litros	Peça	1
18	Caixa D'Água (variável)	Peça	1

Fonte: Os autores

Cálculo da economia média mensal e período de retorno do investimento

Considerando a distribuição de usos potáveis e não potáveis em residência padrão popular apresentada na Tabela 1 e adotando uma população de 4 pessoas e um mês padrão de 30, tem-se o consumo mensal total de 15,6 m³. Sendo o sistema destinado a atender as descargas de bacias sanitárias, tem-se uma redução do consumo na ordem de 4,32 m³ mensais, que corresponde ao consumo estimado nas bacias. Considerando essa redução e a tarifa praticada por cada companhia de abastecimento, calcula-se a

economia média mensal, utilizando a Eq. 1 adaptada de Alencar et al. (2012):

$$E = N \times T \quad (1)$$

Em que: E = Economia mensal conseguida (R\$); N = Redução de consumo conseguida (m³); T = tarifa praticada por cada companhia (R\$ /m³).

O cálculo do período de amortização foi feito com base Eq. 2, citada por Alencar et al. (2012):

$$T = I/E \quad (2)$$

Em que: I= Custo dos Materiais em Reais; E= Economia Mensal, em Reais; T= Tempo em meses.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Volume dos Reservatórios

A aplicação do Método de Rippl, considerando a área de cobertura da residência, a demanda estimada para atendimento das descargas de vasos sanitários e o regime

pluviométrico de cada capital, resultou nos volumes de reservatórios apresentados na Tabela 3. Como não será construída uma caixa d'água (de concreto ou alvenaria), e sim, comprada uma caixa industrializada, adotou-se volumes comerciais apresentados, também na Tabela 3.

Tabela 3 - Volumes calculados pelo Método de Rippl e volumes comerciais adotadas para os reservatórios.

Capital	Volume Calculado (litros)	Volume Adotado (litros)
Aracaju - SE	3.677	4.000
Maceió - AL	3.944	4.000
Salvador - BA	Método não se aplicou	4.000
Fortaleza - CE	15.518	16.000
São Luiz - MA	13.704	15.000
João Pessoa - PB	8.212	10.000
Recife - PE	4.637	5.000
Teresina - PI	16.208	20.000
Natal - RN	11.305	12.000

Fonte: Os autores

Neste trabalho, como foi considerado um mesmo tipo de residência, com área de cobertura e demanda igual, a grande variação dos volumes calculados para os reservatórios (de 4.000 a 20.000 litros), apresentados na Tabela 3, deveram-se as características da pluviometria local. A lógica do método é simples, guardar o excesso de água dos períodos mais chuvosos, quando o volume captado pelo telhado é maior do que a demanda, para usar nos meses menos chuvosos, ou seja, quando o volume captado é menor do que a demanda. Têm influência neste cálculo o volume de chuva local (média) e como essa chuva se distribui ao longo dos meses (desvio-padrão). Ao analisar a influência da média isoladamente, observa-se que nos lugares que chove mais (maior média) precisa-se acumular menos água para atender

a demanda, e assim tem-se um menor volume de reservatório, e vice-versa. No tocante ao desvio-padrão, o comportamento é oposto, ou seja, quanto menor seu valor, menor o volume do reservatório ou vice-versa. Os dois parâmetros influem conjuntamente nos valores obtidos.

A cidade de Teresina teve o maior reservatório, pois, apresentou a menor média associada a um alto desvio-padrão. Fortaleza apresentou um comportamento semelhante. Merece destaque a cidade de São Luiz, que apresentou uma alta média mensal, entretanto um alto desvio-padrão, resultando em um reservatório de grande volume. As cidades com menores reservatórios foram Aracaju e Maceió, visto que apresentaram uma média considerável e desvio-padrões relativamente baixos em comparação com as demais cidades

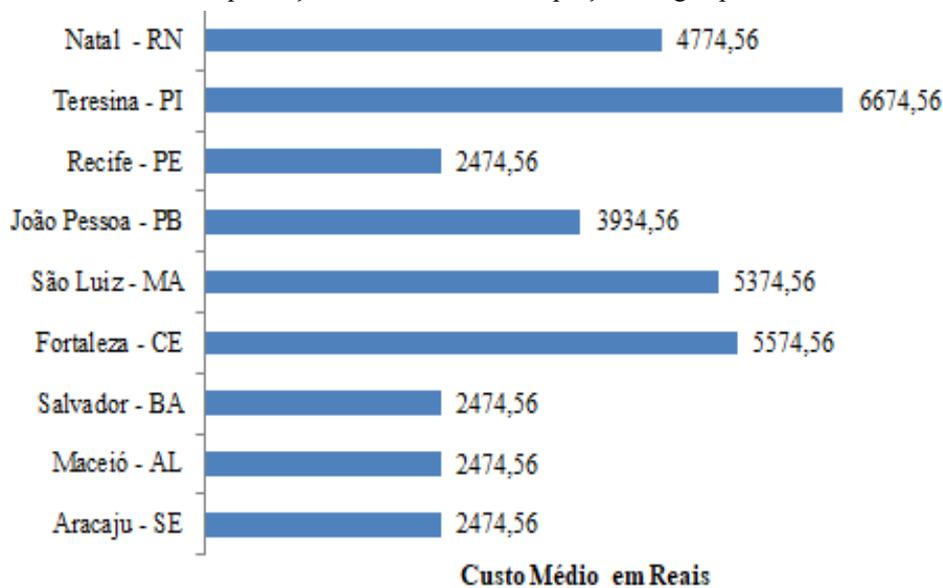
analisadas. No caso da cidade de Salvador, o método de Rippl não se aplicou, pois, este se baseia no balanço entre disponibilidade e demanda, acumulando água no período de muita chuva para utilizar durante os períodos de pouca chuva. Como em todos os meses o volume captado foi maior do que a demanda estimada, não foi possível fazer uso do método. As demais cidades apresentaram comportamentos pluviométricos (média e

desvio-padrão) e volumes de caixa d'água intermediários aos citados acima.

Estimativa do custo para implantação dos sistemas

Considerando o quantitativo de peças (Tabela 2) e a pesquisa de preço realizada no SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil –, para cada uma das capitais foram obtidos os resultados que estão apresentados na Figura 10.

Figura 10 - Custo médio de implantação de um sistema de captação de água pluvial em residências populares.



Fonte: Os autores

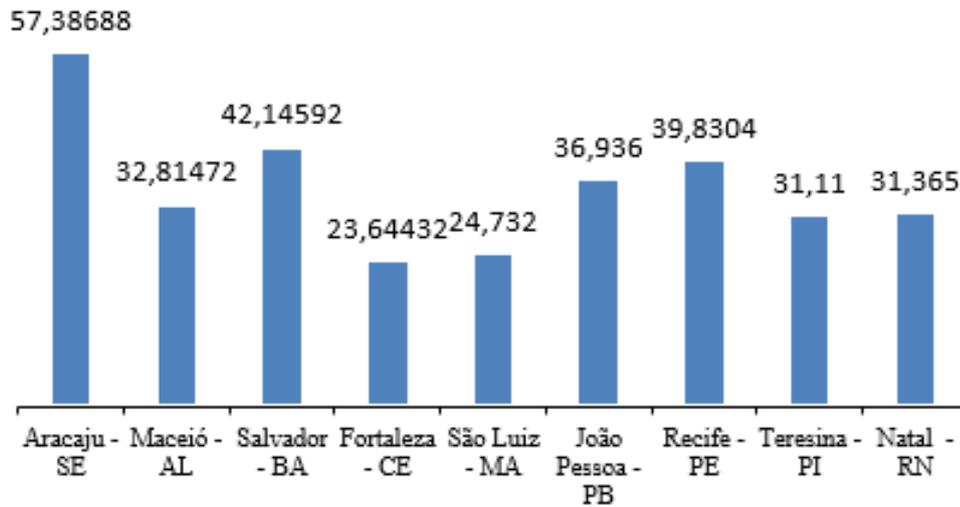
O item de maior impacto no custo de implantação do sistema foi o reservatório, que custou de R\$ 1.299,00 (4.000 litros) até R\$ 5.499,00 (20.000 litros), ou seja, representou de 52,5% até 82,4% do custo total.

Economia média mensal

Neste caso específico, a economia obtida depende exclusivamente da tarifa praticada pela concessionária local, bem

como do percentual cobrado como taxa de esgoto, tendo em vista que a demanda atendida por água pluvial é a mesma em todos os casos. As concessionárias apresentam um consumo mínimo, cujo valor cobrado é fixo, e a partir desse consumo é cobrado um valor por m³ excedente, a depender desse volume e do tipo de edificações.

Figura 11 - Economia média mensal (em reais) conseguida com uso de água pluvial.



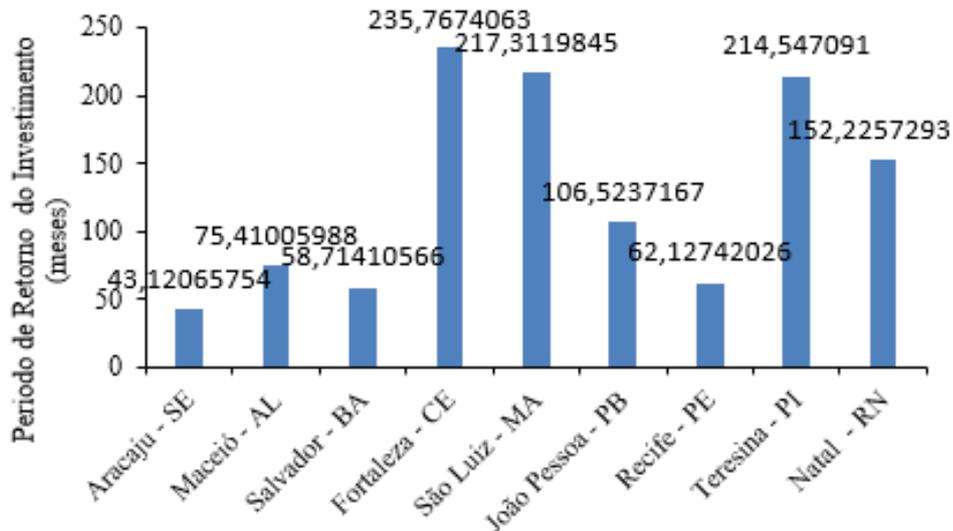
Fonte: Os autores

Período de retorno do investimento

Considerando os custos de implantação dos sistemas apresentados na Figura 10, a economia mensal conseguida com uso de

água pluvial, apresentados na Figura 11 e utilizando a Eq. 2, foram obtidos os períodos de retorno (em meses) conforme a figura 12.

Figura 12 - Período de retorno da implantação de sistema de captação de água pluvial (em meses) nas capitais nordestinas



Fonte: Os autores

As cidades que apresentaram os períodos de retorno mais elevados foram justamente aquelas cuja aplicação do Método de Rippl resultou nos maiores volumes de reservatórios

e, conseqüentemente, nos custos mais altos de implantação do sistema. Já as cidades com períodos de retorno mais curtos foram as que apresentaram os menores volumes de reserva-

tórios. Dentre as cidades (Aracaju, Maceió e Salvador) cujo custo de implantação foi exatamente o mesmo, a que apresentou o menor período de retorno foi Aracaju, justamente por ser, dentre essas, a que possuía uma tarifa (água + esgoto) mais alta, conseqüentemente, uma maior economia com uso de água pluvial.

CONCLUSÕES

- ✓ Os custos de implantação dos sistemas tiveram, para as cidades estudadas, o reservatório como item de maior peso no orçamento, respondendo por mais da metade do valor orçado, mesmo para os menores volumes calculados;
- ✓ A economia mensal gerada pelo uso da água de chuva para atendimento de demandas não potáveis, está diretamente relacionada com a tarifa praticada por cada concessionária (consumo mínimo, o valor do m³ do consumo excedente, e o percentual do consumo de água cobrado como esgoto);
- ✓ O período de retorno do investimento para implantação do sistema é diretamente proporcional ao seu custo total e inversamente proporcional à tarifa de água e esgoto cobrado pelas concessionárias locais;
- ✓ Os valores encontrados para execução do sistema como idealizado mostram-se relativamente altos para a população de baixa renda, sendo uma alternativa a construção e entrega de moradias populares (pelo governo federal, estadual e/ou municipal) já com um sistema de captação de água pluvial ou o incentivo de instalação desses sistemas via políticas públicas e subsídios governamentais;

✓ A implantação desses sistemas gera ganhos tanto para o proprietário da edificação (redução da conta de água e esgoto), quanto para a sociedade (redução do consumo de água potável das concessionárias, aliviando os mananciais, e redução das vazões de contribuição para os sistemas de drenagem, minimizando os riscos de enchentes).

REFERÊNCIAS

ÁGUA E ESGOTOS DO PIAUI S.A (AGESPISA). **Tabela de Tarifas**. Disponível em: <<http://www.agespisa.com.br/site/pages/public/tarifas.jsf>>. Acesso em: 10 out. 2017.

ALENCAR, A. C. M. G.; CUNHA, D. C.; BIZERRA, D. A.; MORAES, S. C. J. Sistema para aproveitamento de água pluvial em descarga de vasos sanitários. **Revista Ciências do Ambiente On-line**, Campinas - SP, v. 8, n. 2, p.99-106, out. 2012.

ALICE, C. F. **Método de Avaliação de Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial em Habitações de Interesse Social**. 2014. 151 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis: 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844: **Instalações prediais de águas pluviais: procedimento**. Rio de Janeiro: 1989. P. 13.

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.

BARROSO, L. B.; ARAÚJO, R. K.; WOLFF, D. B. **Eficiência no aproveitamento de água de chuva nas edificações: estado da arte**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS PARA O MEIO AMBIENTE, Bento Gonçalves: 2012.

- BRASIL. Caixa Econômica Federal. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. 2017. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoiopoderpublico/sinapi/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 21 out. 2017.
- CARVALHO JÚNIOR, R. Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura. **Revista e Ampliada**. 5º Ed. São Paulo: Blucher, 2012. 315p.
- CLIMA TEMPO. **Climatologia**. 2017. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br>>. Acesso em: 14 set. 2017.
- COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ (CAGECE). **Estrutura Tarifária 2017**. Disponível em: <<https://www.cagece.com.br/phocadownload/estrutura%20tarifaria.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTO DA PARAIBA (CAGEPA). **Estrutura Tarifária 2017**. Disponível em: <<http://www.cagepa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2015/01/Estrutura-Tarifaria-Final-2017.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO GRANDE DO NORTE (CAERN). **Estrutura Tarifária 2017**. Disponível em: <<http://lojavirtual.caern.com.br/>>. Acesso em: 10 outubro 2017.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO MARANHÃO (CAEMA). **Estrutura Tarifária 2017**. Disponível em: <<http://www.caema.ma.gov.br/portalcaema>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO DE ALAGOAS (CASAL). **Estrutura Tarifária 2017**. Disponível em: <<http://casal.al.gov.br/estrutura-tarifaria/>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO DE SERGIPE (DESO). **Quadro Tarifário 2017**. Disponível em: <<https://www.deso-se.com.br/v2/index.php/clientes/quadro-tarifario>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO (COMPESA). **Estrutura Tarifária 2017**. Disponível em: <<https://lojavirtual.compesa.com.br>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- DIAS, I. C. S.; ATHAYDE JÚNIOR, G. B.; GADELHA, C. L. M. Análises da Viabilidade Econômica de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais para Fins Não-Potáveis em Residências na Cidade de João Pessoa – PB. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 38, n. 4, p. 542-562, 2007.
- EMPRESA BAHIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO (EMBASA). **Quadro Tarifário 2017**. Disponível em: <<http://www.embasa.ba.gov.br/centralservicos/index.php/tarifas>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- GERÊNCIA DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO URBANO. Cadernos CAIXA: **Projeto padrão – casas populares 42m²**. Vitória - ES, 2007. 42 p.
- LIBRELOTTO, L. I.; FERROLI, P. C. M.; MUTTI, C. N.; ARRIGONE, G. M. **A Teoria do Equilíbrio**: Alternativas para a sustentabilidade na construção civil. Florianópolis: DIOESC, 2012.
- OLIVEIRA, L. V.; GONÇALVES, R. F. **Reuso Predial de Água Cinza na Perspectiva da Avaliação Quantitativa de Risco Microbiológico**. In: XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, Natal. ABRH, 2014. Disponível em: <<http://eventos.abrh.org.br/xiisrh/>>. Acesso em: 14 out. 2017.
- SCHILLER E.; LATHAM, B. **Computerized methods in optimizing rainwater catchment systems**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON RAINWATER CISTERN SYSTEMS, 1st, 1982, Honolulu, United States. Proceedings. Honolulu: IRCSA, 1982.

SOUZA, L. G. R. **Estudo da variabilidade da precipitação das capitais do nordeste do Brasil por meio de transformada Walet**. 2015. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ciências Climáticas, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

VIEIRA, Z. C.; RIBEIRO, S. N. Aproveitamento de Água de Chuva em Casas Populares em Diferentes Regiões do Estado da Paraíba. In: II ENCONTRO INTERDISCIPLINAR DA PARAÍBA: CONEXÃO DAS CIÊNCIAS E SUSTENTABILIDADE, 2015, Sousa. **Livro de Anais**. 2015. v. 1, p. 150 -15.