

Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis – Estudo de caso: Bairro social Reny Cury

Rainwater use for non-potable purposes - Case study: Reny Cury social neighbourhood

Patricia Freitas CANDINE [1](#); João Silveira BELÉM JR [2](#)

Recebido: 20/05/2017 • Aprovado: 25/06/2017

Conteúdo

- [1. Introdução](#)
- [2. Metodologia](#)
- [3. Resultados](#)
- [4. Conclusões](#)

[Referências bibliográficas](#)

RESUMO:

Foi desenvolvida uma metodologia para elaboração de projeto de captação, armazenagem e aproveitamento de água de chuva. Este projeto foi elaborado com sistema de captação, recalque, distribuição e dois reservatórios para armazenagem. Como método para verificar a eficiência do projeto foram criados requisitos mínimos para implantação do mesmo, ocorrendo um estudo de caso para análise da eficiência do método. Foi realizada uma análise da viabilidade econômica com payback e amortização demonstrando que o sistema é viável.

Palavras chave Água de chuva; estudo de caso; viabilidade econômica.

ABSTRACT:

It was developed a methodology for the elaboration of a capitation, storage, and use of rainwater project. This project was developed with capitation, repression, distribution systems and 2 storage reservoirs. As a method to verify the project's efficiency, minimum working requirements were established for its implantation, resulting in a case study of the method's efficiency. An economic feasibility analysis was made, including payback time and amortization, which has demonstrated that the system is feasible.

Keywords Rainwater, case study, feasibility.

1. Introdução

A coleta de água de chuva é uma prática comum e antiga na qual a água é recolhida e armazenada de forma a ser utilizada para fins domésticos e em pequena escala agrícolas. Enquanto a água de chuva está sendo usado em lugares rurais e urbanos por séculos, em cidades modernas, seu uso é mais limitado. No entanto, nos últimos anos, verifica-se uma

tendência crescente em seu uso em ambientes urbanos modernos como parte da solução para os crescentes desafios associada ao fornecimento de água de boa qualidade à população. (BUHAUG & URDAL, 2013; ISSAR & LIVSHITZ, 2013) Além disso, a maioria dos ambientes urbanos tem um impacto nocivo sobre o ciclo hidrológico e uma gestão do sistema hidrológico urbano é necessária. (BUHAUG & URDAL, 2013; CARMON, SHAMIR, & MEIRON-PISTINER, 1997)

As alterações climáticas, juntamente com o crescimento da população, afetam a disponibilidade de recursos hídricos em áreas urbanas (GHIMIRE et al., 2014), tornando-se necessário novas alternativas para suprir essa demanda. As principais alterações hidrológicas em ambientes urbanos são devido a redução da infiltração e pela recarga de água subterrânea devido à existência de grandes áreas impermeáveis e pelas mudanças no padrão de escoamento superficial e fluxo fluvial. (NIEMCZYNOWICZ, 1999) Essas mudanças acarretam picos de escoamento e grandes volumes de escoamento que aumentam o risco de inundações e aceleram o transporte de poluentes e sedimentos das áreas urbanas. (ABDULLA & AL-SHAREEF, 2009)

Coleta de água de chuva, que consiste na coleta, armazenamento, entrega e uso de águas pluviais para vários fins (STEC & KORDANA, 2015), tem grande potencial para ser a forma sustentável de fazer face aos desafios hidrológicos impostos pelo ambiente urbano. (MARLOW, MOGLIA, COOK, & BEALE, 2013; STEC & KORDANA, 2015) A água de chuva é uma fonte renovável de água limpa, ideal para uso doméstico e em pequena escala, e a maior atração de um sistema de captação de água da chuva está em seu baixo custo, acessibilidade e Manutenção ao nível doméstico. (ABDULLA & AL-SHAREEF, 2009)

O uso de água de chuva como fonte hídrica alternativa é uma solução para diminuir a necessidade de água potável, podendo ser utilizada para fins não potáveis sem necessidade de grandes tratamentos químicos ou biológicos. A coleta de água de chuva é importante para reduzir a dependência do sistema de abastecimento centralizado de água, como também reduzir os custos de manutenção, operação e infra-estrutura de abastecimento de água (GURUNG e SHARMA, 2014; SILVA et al., 2015). Contribuindo também significativamente com a redução do volume de água que escoar no meio urbano.

Com o intuito de ampliar a divulgação do conhecimento a respeito do sistema de aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis no Brasil, realizou-se esse trabalho que foi aplicado em um bairro de interesse social. Esse projeto foi realizado de forma com que possa ser usado como um sistema modelo base para aplicação em qualquer local. Realizou-se esse trabalho também com o objetivo de demonstrar os custos-benefícios que a implantação do sistema apresenta para provar sua viabilidade. Por fim é possível constatar que esse trabalho também pode ser utilizado como alternativa de fonte de água para locais que sofrem com alguma restrição hídrica.

2. Metodologia

Para o desenvolvimento desse projeto foi utilizada a NBR 15.527 (Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos), que define os parâmetros para utilização da água de chuva. A NBR 15.527/2007 define que água de chuva é a água resultante de precipitações atmosféricas coletada em telhados e coberturas, onde não haja circulação.

Nesse projeto foi adotado o sistema de coleta simples nas residências do bairro, que conta com a área de coleta do telhado e condutores que operam por gravidade, os quais serão ligados ao sistema. A água coletada deve ser lançada para o sistema de captação do bairro, não necessitando de tratamento, nesse caso, visto que será usado para fins não potáveis. (WATERFALL, 2006)

O intuito do sistema de armazenamento é tornar o sistema autossuficiente para o projetado de acordo com a precipitação pluviométrica do local. No caso deste projeto o armazenamento será

composto por dois reservatórios. O reservatório inferior que receberá o sistema de captação por gravidade e o reservatório superior que receberá através de bombeamento do sistema de recalque encontrando-se com o reservatório e em seguida com o sistema de distribuição.

Como análise do estudo adotou-se como requisitos mínimos necessários para implantação do sistema:

- A situação topográfica;
- O uso e ocupação do solo;
- O local para implantação dos reservatórios.

Decorrendo que a situação topográfica é analisada devido a inclinação mínima para condutos livres que é de 1%; o uso e ocupação do solo é necessário visto que o projeto tem o interesse de atender áreas de interesse social; e o local para implantação dos reservatórios é a área destinada para a ocupação de dois reservatórios.

Com o intuito de avaliar os dados econômicos para avaliar o custo-benefício e sua viabilidade serão utilizados os principais indicadores econômicos para a análise desse projeto que serão payback e amortização. Para essa análise primeiramente será calculado o investimento total que compreende todos os custos de cada equipamento e sua instalação.

O payback é o período de tempo necessário para que se obtenha retorno de todo o investimento feito em alguma aplicação. Esse termo é muito utilizado para aplicações de eficiência energética para analisar a sua viabilidade econômica. Apesar de ser uma análise importante nesse indicador não é considerado risco, correção monetária ou financiamento. Ele é unicamente o valor onde o lucro líquido iguala ao valor aplicado no investimento analisado. O intuito é encontrar o número de anos de operação do sistema em que a receita obtida pagaria integralmente os custos do investimento inicial.

A Amortização é um processo de extinção de uma dívida, no nosso caso o investimento inicial com a implantação do sistema fotovoltaico, através de pagamentos realizados provenientes do lucro obtido pela energia gerada. Nessa análise iremos utilizar o sistema SAC (Sistema de Amortização Constante), no qual iremos adicionar à dívida os juros representativos do montante investido na implantação, considerando juros da poupança, inflação e taxa Selic respectivamente.

3. Resultados

O estudo de caso foi aplicado no bairro Reny Cury, situado na cidade de Anápolis- GO, com o intuito de servir como verificação da metodologia. Por tanto todos os dados adotados são referentes à cidade em questão. O bairro é caracterizado por 264 casas, fornecidas por programa do governo, contando com 52m², inclinação superior a 1% e possuindo área pública municipal para implantação dos reservatórios.

Para o potencial de captação do bairro foi utilizado como base o telhado de duas águas e a telha cerâmica com 40% de inclinação. Obtendo uma área de contribuição de 13.728m² para o bairro. Para o cálculo da quantidade de chuva captada foi obtido o dado da precipitação média da cidade de Anápolis através da SIMEHGO (2015), adotado o coeficiente de Runoff igual a 0,9 para a telha cerâmica e a eficiência do sistema de captação de 85%.(TOMAZ, 2010).

Tabela 1 – Quantidade de chuva captada (Próprio autor, 2016)

Mês	Precipitação Média (m³)	Área em projeção (m²)	Coefficiente de Runoff	Eficiência do sistema de captação	Volume de água aproveitável (m³)
Jan	0,255	13728,0	0,9	85%	2677,99
Fev	0,210	13728,0	0,9	85%	2205,40
Mar	0,225	13728,0	0,9	85%	2362,93
Abr	0,118	13728,0	0,9	85%	1239,23
Mai	0,025	13728,0	0,9	85%	262,55
Jun	0,005	13728,0	0,9	85%	52,51
Jul	0,003	13728,0	0,9	85%	31,51
Ago	0,010	13728,0	0,9	85%	105,02
Set	0,065	13728,0	0,9	85%	682,62
Out	0,142	13728,0	0,9	85%	1491,27
Nov	0,219	13728,0	0,9	85%	2299,92
Dez	0,270	13728,0	0,9	85%	2835,52

Para o cálculo da vazão de projeto foi utilizada a equação da NBR 10844/1989 com os dados de $I = 168,95 \text{ mm/h}$ e $A = 52 \text{ m}^2$. Como $Q = (I \cdot A) / 60$, obteve-se o valor de $146,42 \text{ l/min}$. Para a definição da caixa coletora presente na residência, para recepção da água coletada, foi utilizada NBR 12213/1992 definindo a caixa de $60 \times 60 \times 60$ executada em alvenaria com a base em concreto. A caixa de inspeção foi determinada conforme NBR 8160/1999 com formato de base quadrada, dimensões internas de 60 cm e externas de 70 cm , e distancia entre elas de 25 metros .

O dimensionamento do sistema de captação foi realizado de acordo com a NBR 8160/99 com inclinação de 1% e foi adotado um coeficiente de rugosidade $n = 0,013$, que representa as irregularidades do material utilizado, conforme Tomaz (2011). Para definição da tubulação de captação o sistema foi baseado no volume captado conforme exemplo da tabela 2. Para cada trecho foi realizado o cálculo e adotado o diâmetro referente.

Tabela 2 – Exemplo do cálculo da rede de captação para definição da tubulação (Próprio autor, 2016)

	N° do lote	13	14	15	16
	Q (l/min)	146,42	292,84	439,26	585,68
	Ø (mm)	100	125	125	150

Conforme calculo obteve-se o volume total que chegou ao reservatório inferior que foi de $38654,88 \text{ l/min}$, como para o foi utilizado o tempo de 5 min , conforme NBR 10844/1989. Observando-se na tabela 3 o volume total da rede de captação.

Tabela 3 – Total do volume da rede de captação (Próprio autor, 2016)

Rede	l/min	5min	Total m³
Coleta	38654,88	5	193,3

Para o cálculo do reservatório optou-se por três métodos sugeridos pela NBR 12.217/1994, e um quarto método que consiste em calcular o reservatório de acordo com o volume total que chegou pela tubulação de captação.

As tabelas 4, 5 e 6 demonstram, respectivamente, o método prático alemão, método prático inglês e o método de Azevedo Neto.

Tabela 4 – Cálculo do reservatório pelo Método Prático Alemão (Próprio autor, 2016)

Método Prático Alemão				
Volume aproveitável de água de chuva anual (m³)	Demanda anual de água não potável (m³)	Volume de 6 % aproveitável de água de chuva anual (m³)	Demanda de 6 % anual de água não potável (m³)	Volume do reservatório adotado (m³)
16246,47	28615,68	974,79	1716,94	1716,94

Tabela 5 – Cálculo do reservatório pelo Método Prático Inglês (Próprio autor, 2016)

Método Prático Inglês			
Precipitação média anual (mm)	Precipitação média anual x 0,05 (mm)	Área de captação (m²)	Volume do Reservatório (m³)
1450	72,50	13728	995,28

Tabela 6 – Cálculo do reservatório pelo Método de Azevedo Neto (Próprio autor, 2016)

Método de Azevedo Neto			
Precipitação média anual (mm)	Número de meses com pouca chuva	Área de captação m²	Volume do Reservatório (m³)
1450	5	13728	418,0

Para o quarto método, foi utilizada a fórmula $L^2=V/h$, com arredondamento, para obter as dimensões a serem adotadas. Obtendo o volume de 195m³ que foram divididos conforme norma, referindo-se 40% ao reservatório superior.

Tabela 7 - Capacidade e dimensões dos reservatórios (Próprio autor, 2016)

Reservatório	Volume (m³)	Altura (m)	Comprimento (m)	Largura (m)
Inferior	195	3	10	6,5
Superior	78	2	6,5	6

Adotou-se o quarto método pelo fator de os outros três métodos apresentarem valores bem diferentes e um pouco exagerado. Conforme a NBR 5626/98 como o reservatório ultrapassou

4.000 litros o mesmo será dividido em duas células para evitar falta de fornecimento durante manutenção e limpeza do reservatório.

Para o dimensionamento da distribuição foi considerado levar a todos os lotes a água captada, ficando a cargo do proprietário do lote fazer a ligação do ramal para dentro do seu lote. Também foi calculado o recalque para lançamento do reservatório inferior para o superior para possibilitar essa distribuição.

Foi calculada a dimensão da tubulação de recalque conforme NBR 5626/1998, considerando 40% do reservatório superior, sabendo que o tubo de sucção foi adotado como próximo diâmetro comercial do obtido no cálculo do diâmetro de recalque.

Tabela 8 - Cálculo do diâmetro de tubo de recalque e sucção (Próprio autor, 2016)

Reservatório superior (m³)	Capacidade (m³/h)	Capacidade (l/s)	Recalque (mm)	Sucção (mm)
31,2	5,2	1,45	40	50

Com o sistema dimensionado calculou-se a altura manométrica que é a carga de pressão relativa disponível da bomba em relação ao plano horizontal. A altura foi calculada através da fórmula:

Dispondo das informações de que o volume recalcado foi de 31.200 litros, o tempo de funcionamento necessário foi de 6 horas, a vazão de recalque de 1,45 l/s, tubulação de recalque de 40mm, tubulação de sucção de 50mm. Sabendo que a altura de recalque encontrada foi de 35m.

Obtendo a perda de carga unitária na sucção, a perda de carga unitária no recalque, a velocidade, calculou-se a altura manométrica de 69,3 m. Com a altura manométrica calculou-se o conjunto moto bomba de 2cv conforme calculo a baixo.

Para o calculo da tubulação de distribuição adotou-se 5 pessoas por residência, obtendo-se 1320 habitantes, adotando-se o consumo per capita atingiu-se a vazão de $Q = 0,92$ l/s. De acordo com o calculo o conduto principal foi de 50mm, e de acordo com a NBR 12118/1994 o menor diâmetro a ser adotado para condutos secundários foi de 50mm.

A estimativa orçamentária foi realizada através do levantamento de quantitativos do projeto desenvolvido do sistema completo. Foi realizado o levantamento de quantitativos do sistema de captação, sistema de distribuição e sistema de recalque, respectivamente.

3.1. Análise econômica

Para a análise econômica foi realizada a planilha orçamentária, que foi desenvolvida baseada no levantamento de quantitativo dos projetos de captação, recalque e distribuição. Para obtenção dos valores baseou-se principalmente na tabela da SINAPI, buscando os valores que não constavam em empresas especializadas na área, que dispõe seus valores em seus sites. Essa planilha foi resumida na tabela de investimento a baixo que leva em consideração o quantitativo destacando os principais componentes dos elementos do sistema.

Tabela 9 - Investimento do sistema (Próprio autor, 2016)

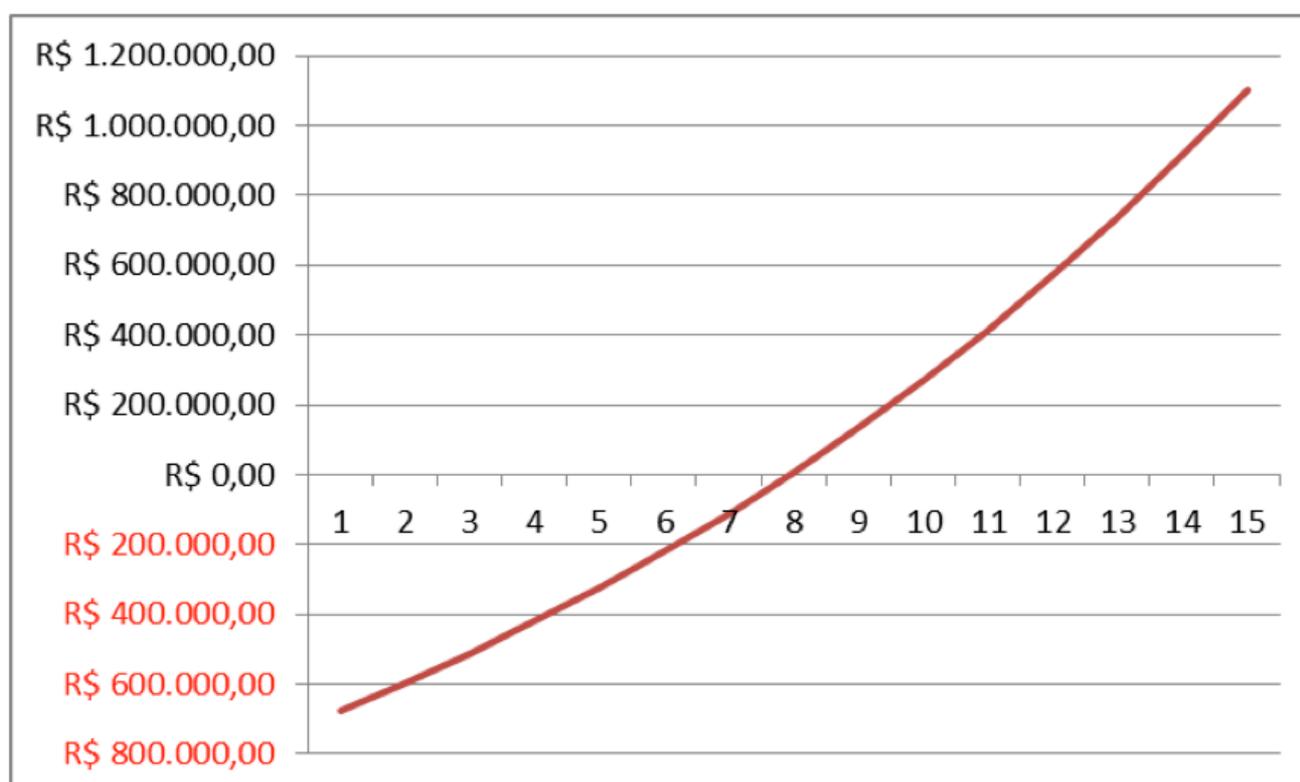
Item	Descrição	Valor R\$	% Item
1	Materiais em PVC	R\$ 337.139,28	49,86
2	Materiais em concreto	R\$ 285.598,22	42,24
3	Mão de obra e outros materiais	R\$ 53.403,78	7,90
Valor total do sistema		R\$ 676.141,28	100,00

A partir dessa tabela foi realizada uma análise da viabilidade econômica, comparando custo do consumo do mesmo volume de água da concessionária com o tempo para compensar financeiramente a implantação do sistema. Além disso, foi realizada a estimativa do custo de energia elétrica para o funcionamento da bomba através do tempo de utilização e a potência em watts demandada. Segundo a CELG (2016), a tarifa de energia elétrica para edificações do sub-grupo B3 (Industrial – Comercial – Serviços – Poder Público – Consumo próprio) tem o valor de 0,41492 R\$/KWh. Utilizando a bomba de 1,5 CV, e consumo mensal de 150h, com juros de 8,85% ao ano conforme média de ajustes.

Considerando um volume de água fornecido anualmente de 16246,47m³ através da captação de água da chuva, é possível converter este volume em valor monetário, para isso é preciso utilizar o custo cobrado pela concessionária para a mesma quantidade de água. De acordo com a Saneago (2016), para edificações de categoria Residencial normal na faixa de consumo de 26 a 30 m³/mês, é cobrada a taxa de R\$ 4,94/m³. Adotando os juros de 6,9% ao ano de acordo com a média da concessionária.

Para essa análise da viabilidade econômica foram calculados o payback e a amortização. Não foi considerado necessário outros calculos visto que a tabela de investimento demonstra que os principais componentes do sistema são representados por 49,86% de material de PVC e 42,24% de material de concreto, que são materiais que apresentam elevada vida útil. As taxas foram calculadas a partir da remuneração líquida que representa a remuneração restante depois de abatidos os custos. Ambos foram calculados simulando os próximos 15 anos em razão de que os juros já não são considerados tão confiáveis após esse prazo.

Gráfico 1 – Payback do sistema de coleta de água de chuva (Próprio autor, 2017)



A amortização foi calculada considerando os juros da poupança, taxa Selic e inflação com 6%, 12,83% e 5,35% respectivamente. As tabelas demonstram as taxas calculadas e o ano em que

a dívida deixa de ser negativa para gerar rendimento.

Tabela 11 – Amortização
Poupança (Próprio autor, 2017)

Amortização Poupança			
Ano	Remuneração Líquida	Dívida Poupança (6%)	Amortização Poupança (6%)
1	R\$ 79.433,59	R\$ 676.141,28	R\$ 38.865,12
2	R\$ 84.898,44	R\$ 637.276,16	R\$ 46.661,87
3	R\$ 90.738,95	R\$ 590.614,29	R\$ 55.302,09
4	R\$ 96.980,90	R\$ 535.312,20	R\$ 64.862,16
5	R\$ 103.651,86	R\$ 470.450,04	R\$ 75.424,85
6	R\$ 110.781,28	R\$ 395.025,18	R\$ 87.079,77
7	R\$ 118.400,64	R\$ 307.945,41	R\$ 99.923,91
8	R\$ 126.543,55	R\$ 208.021,50	R\$ 114.062,26
9	R\$ 135.245,97	R\$ 93.959,24	R\$ 129.608,42
10	R\$ 144.546,28	R\$ 35.649,18	R\$ 146.685,23
11	R\$ 154.485,50	R\$ 182.334,40	R\$ 165.425,57
12	R\$ 165.107,49	R\$ 347.759,97	R\$ 185.973,08
13	R\$ 176.459,06	R\$ 533.733,05	R\$ 208.483,05
14	R\$ 188.590,29	R\$ 742.216,10	R\$ 233.123,25
15	R\$ 201.554,63	R\$ 975.339,36	R\$ 260.074,99

Tabela 12 – Amortização
Taxa Selic (Próprio autor, 2017)

Amortização Taxa Selic			
Ano	Remuneração Líquida	Divida Taxa Selic (12,83%)	Amortização Taxa Selic (12,83%)
1	R\$ 79.433,59	R\$ 676.141,28	R\$ 7.315,33
2	R\$ 84.898,44	R\$ 683.456,61	R\$ 2.789,04
3	R\$ 90.738,95	R\$ 686.245,65	R\$ 2.693,63
4	R\$ 96.980,90	R\$ 683.552,02	R\$ 9.281,17
5	R\$ 103.651,86	R\$ 674.270,85	R\$ 17.142,91
6	R\$ 110.781,28	R\$ 657.127,95	R\$ 26.471,76
7	R\$ 118.400,64	R\$ 630.656,18	R\$ 37.487,45
8	R\$ 126.543,55	R\$ 593.168,73	R\$ 50.440,01
9	R\$ 135.245,97	R\$ 542.728,73	R\$ 65.613,87
10	R\$ 144.546,28	R\$ 477.114,86	R\$ 83.332,44
11	R\$ 154.485,50	R\$ 393.782,41	R\$ 103.963,22
12	R\$ 165.107,49	R\$ 289.819,20	R\$ 127.923,68
13	R\$ 176.459,06	R\$ 161.895,51	R\$ 155.687,87
14	R\$ 188.590,29	R\$ 6.207,64	R\$ 187.793,85
15	R\$ 201.554,63	R\$ 181.586,21	R\$ 224.852,14

Tabela 13 – Amortização juros inflação (Próprio autor, 2017)

Amortização Poupança			
Ano	Remuneração Líquida	Divida inflação (5,35%)	Amortização inflação (5,35%)
1	R\$ 79.433,59	R\$ 676.141,28	R\$ 43.260,03
2	R\$ 84.898,44	R\$ 632.881,25	R\$ 51.039,30
3	R\$ 90.738,95	R\$ 581.841,95	R\$ 59.610,40
4	R\$ 96.980,90	R\$ 522.231,55	R\$ 69.041,51
5	R\$ 103.651,86	R\$ 453.190,04	R\$ 79.406,19
6	R\$ 110.781,28	R\$ 373.783,85	R\$ 90.783,84
7	R\$ 118.400,64	R\$ 283.000,00	R\$ 103.260,14
8	R\$ 126.543,55	R\$ 179.739,87	R\$ 116.927,47
9	R\$ 135.245,97	R\$ 62.812,40	R\$ 131.885,51
10	R\$ 144.546,28	R\$ 69.073,11	R\$ 148.241,69
11	R\$ 154.485,50	R\$ 217.314,80	R\$ 166.111,84
12	R\$ 165.107,49	R\$ 383.426,64	R\$ 185.620,81
13	R\$ 176.459,06	R\$ 569.047,45	R\$ 206.903,10
14	R\$ 188.590,29	R\$ 775.950,55	R\$ 230.103,64
15	R\$ 201.554,63	R\$ 1.006.054,20	R\$ 255.378,53

4. Conclusões

O sistema demonstrou poucos pré-requisitos para sua implantação e um tempo de retorno do investimento satisfatório. A tabela de investimento demonstrou que a implantação do sistema apresenta um investimento inicial de R\$ 676.141,28 reais, o que representa uma média de R\$ 2.561,15 por casa. A análise através do payback demonstrou que após 8 anos o investimento estaria pago e retornando receita, demonstrando ser viável economicamente e sustentavelmente. Ainda que se analise pelo sistema de amortização, através dos principais sistemas de taxas de juros, o sistema ainda se demonstrou viável. Pelas taxas de juros da poupança e da inflação apresentaram um tempo de retorno a partir de 10 anos, por serem taxas com valores próximos.

Mesmo que a análise for realizada pela taxa Selic, que é considerada a melhor hipótese de rendimento, entre estas taxas de juros, o investimento apresentou um tempo de retorno de receita a partir de 15 anos. Demonstrando que mesmo considerando a melhor taxa de juros para rendimento do valor investido, ainda assim é possível comprovar sua viabilidade em razão de a vida útil do sistema ser bem superior ao tempo de retorno do investimento.

Entretanto não se deve analisar somente a viabilidade econômica, mas também a viabilidade socioambiental, a qual apresenta uma economia de água contribuindo para problemas diversos relacionados à escassez de recursos hídricos e na contribuição para os problemas de infiltração da cidade.

É necessário salientar que o estudo de caso do sistema de aproveitamento de água de chuva não é capaz de suprir toda demanda da população do bairro, mas apresenta a capacidade de suprir aproximadamente 56% da demanda de água não potável, representando 28% do consumo total. O que representa uma economia de 16024,78 m³ de água por ano. Portanto o sistema de aproveitamento de água de chuva garante uma economia de 28% do consumo com um baixo custo de funcionamento.

Referências bibliográficas

- ABDULLA, F. A., & AL-SHAREEF, A. W. (2009) . **Roof rainwater harvesting systems for household water supply in Jordan**. *Desalination*, 243(1-3), pp 195–207.
doi:10.1016/j.desal.2008.05.013
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15.527/2007. “**Água de chuva – Aproveitamento em coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos**”.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 10.844/1989. “**Instalações prediais de águas pluviais**”.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 8160/1999. “**Instalação predial de esgoto sanitário: Procedimento**”.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 5626/1998. “**Instalações prediais de água fria**”.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 12.217/1994. “**Projeto de Reservatório de Distribuição de Água para Abastecimento Público**”.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 12213/1992 - “**Projeto de Captação de Água de Superfície para Abastecimento Público**”.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 12.218/1994 – “**Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público**”.
- BUHAUG, H., & URDAL, H. (2013). **An urbanization bomb? Population growth and social disorder in cities**. *Global Environmental Change*, 23(1), 1–10.
doi:10.1016/j.gloenvcha.2012.10.016
- CARMON, N., SHAMIR, U., & MEIRON-PISTINER, S. (1997). **Water-sensitive Urban Planning: Protecting Groundwater**. *Journal of Environmental Planning and Management*, 40(4), 413–434. doi:10.1080/09640569712010
- GHIMIRE, S. R., JOHNSTON, J. M., INGWERSEN, W. W., & HAWKINS, T. R. (2014). **Life cycle assessment of domestic and agricultural rainwater harvesting systems**. *Environmental Science & Technology*, 48(7), 4069–77. doi:10.1021/es500189f
- GURUNG, T.R., SHARMA, A., (2014). **Communal rainwater tank systems design and economies of scale**. *J. Clean. Prod.* 67, 26 e 36. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.020>.
- ISSAR, A. S., & LIVSHITZ, Y. (2013). **A State of Uncertainty Regarding the Impact of Future Global Climate Calls for Creating Groundwater Storage in Order to Ensure a Safe Supply of Water for Israel**. In N. Becker (Ed.), *Water Policy in Israel* (pp. 209–226). Netherlands: Springer.
- MARLOW, D. R., MOGLIA, M., COOK, S., & BEALE, D. J. (2013). **Towards sustainable urban water management: A critical reassessment**. *Water Research*, 47(20), 7150–7161.
doi:10.1016/j.watres.2013.07.046
- NIEMCZYNOWICZ, J. (1999). **Urban hydrology and water management – present and future challenges**. *Urban Water*, 1(1), 1–14. doi:10.1016/S1462-0758(99)00009-6
- STEC, A., & KORDANA, S. (2015). **Analysis of profitability of rainwater harvesting, gray water recycling and drain water heat recovery systems**. *Resources, Conservation and Recycling*, 105, 84–94. doi:10.1016/j.resconrec.2015.10.006
- TOMAZ, Plínio. (2010) **Manejo de águas pluviais**. São Paulo: Navegar.
- WATERFALL, P.H. (2006). **Harvesting Rainwater for Landscape Use**. University of Arizona Cooperative. Recuperado de <http://ag.arizona.edu/pubs/water/az1052/harvest.html>

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 46) Año 2017
Indexado em Scopus, Google Scholar

[Índice]

[No caso de você encontrar quaisquer erros neste site, por favor envie e-mail para webmaster]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados