

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICO-AMBIENTAL DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM CONSTRUÇÕES DE 100M² DE COBERTURA NO MUNICÍPIO DE COLINA-SP

Feasibility analysis of economic and environmental implementation of a system of funding and exploitation stormwater in construction of 100m² of coverage in the county of Colina-SP.

Eduardo de Carvalho Machione¹

Marco Antonio Lopes²

Resumo: Objetivo: Objetivou-se, através deste estudo, averiguar a viabilidade econômica e ambiental da implantação de um plano de conservação e reuso de água pluvial em edificações com 100 m² de cobertura. **Metodologia:** A metodologia utilizada compôs-se em duas etapas, sendo a primeira uma vasta revisão literária com a finalidade de coletar-se informações, previamente elaboradas, que embasasse e possibilitasse o estudo, e, a segunda etapa uma pesquisa de campo onde visitou-se uma edificação que já possuía o referido sistema a fim de se ter uma noção exata de suas dimensões. **Resultados:** Através desse estudo, verificou-se que, perante a eminente escassez de água, a implantação do sistema é ambientalmente viável, uma vez que ele reduz substancialmente o consumo de água e a emissão de esgoto. Do ponto de vista econômico, notou-se um elevado tempo de retorno devido a média de precipitações pluviométricas ocorridas no município e os preços cobrados pelo fornecimento de água, fato que causa a inviabilidade econômica. **Conclusão:** Conclui-se, dessa forma, que a viabilidade de implantação do sistema em questão depende de uma análise entre as vantagens ambientais e possíveis desvantagens econômicas, considerando-se que em certames de eminente escassez de água a viabilidade econômica pode ser irrelevante frente a viabilidade ambiental.

Palavras-chave: Água-reuso. Água-precipitação. Água-redução de consumo.

1 Mestre em tecnologia ambiental pela Universidade de Ribeirão Preto - UNAERP.

2 Graduado em engenharia elétrica pelo Centro Universitário - UNIFEB. Graduado em Direito pela Faculdade Barretos.

Abstract: Objective: Objectived through this study to determine conservation plan and rainwater reuse implement in buildings 100 m² coverage economic and environmental viability. **Methods:** The methodology used consisted in two stages with the first extensive literature review in order to gather up previously developed information that basis and make possible the study and the second stage field research where visited a building that already had the said system in order to have an accurate idea of the dimensions thereof. **Results:** Through this study it was found that, before the impending shortage of water, the implementation of such a system is environmentally feasible, since it substantially reduces the water consumption and the emission of sewage; from an economic point of view, it was noted a high turnaround time by the average rainfall occurred in the municipality and taxes for water supply, a fact that causes economic infeasibility. **Conclusion:** The conclusion is the viability of the system deployment in question depends on an analysis of the environmental benefits and possible economic disadvantages, considering contests of imminent water shortage, economic feasibility may be irrelevant against environmental viability.

Keywords: Water-reuse. Water- Precipitation. Water- Reduced consumption.

INTRODUÇÃO

Atualmente, nota-se uma crescente preocupação com a longevidade dos recursos naturais, dentre eles, um dos que mais demanda atenção específica é a água. Essa afirmação embasa-se no crescente número de produções e estudos científicos a respeito do assunto.

Os recursos hídricos são bens essenciais para a vida de todos os seres vivos. O seu fácil acesso aos seres humanos bem como armazenagem e tratamento devem ser objetivo de conservação a serem seguidos pela população.¹

A água é considerada a mais abundante das substâncias na crosta terrestre². Mesmo vendo um planeta todo azul, sua distribuição pela superfície terrestre não é uniforme, sendo apenas 1% em rios, lagos e pântanos, evidenciando a escassez de águas em algumas regiões, que se agrava com o mau uso do recurso e poluição dos mananciais.³

O reuso da água trata-se de um conceito antigo que há tempos vem sendo praticado no mundo todo. No entanto, a crescente demanda por água tem transformado o reuso planejado em um tema cada vez mais importante. Nesse sentido, o reuso deve ser considerado como parte de uma atividade mais abrangente que é o consumo racional da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdício, e a diminuição da geração de efluentes e do consumo de água¹.

Os esforços em busca de soluções para minimizar o problema da escassez de água encontram um forte aliado na tecnologia⁴. Para Mancuso⁵, o reuso de água é o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir as

necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original.

Segundo Tabosa⁶, o aumento da preocupação com o meio-ambiente e, em especial, com o uso dos recursos hídricos resultou na valorização da água potável como bem de consumo. Esta afirmação gera consequências, os órgãos ambientais estão mais rigorosos no que tange a legislação ambiental e, de outro lado, o custo da água potável sofre alterações, aumentos das tarifas, prejudicando em especial os maiores consumidores.

O crescimento rápido e desordenados da população dos grandes centros urbanos dos países em desenvolvimento e a crescente deterioração da qualidade dos recursos hídricos tem proporcionado um grande aumento na necessidade de tratamento de esgotos sanitários.⁷

No mundo moderno, não se pode imaginar, sequer, uma atividade que, de algum modo, não seja utilizada água. Além de gerar vida no planeta, é indispensável para desenvolvimento das atividades econômicas, sociais e culturais⁶.

O objetivo deste trabalho foi averiguar a viabilidade econômica e ambiental, da implantação de um programa de captação e reuso de água pluvial em edificações com coberturas de 100 m².

METODOLOGIA

Métodos de pesquisa

Esta pesquisa deu-se em duas etapas principais, sendo a revisão literária e a pesquisa de campo. A revisão literária constituiu-se na busca de informações referentes aos pressupostos teóricos fundamentais, já obtidos em outros estudos, sobre o tema. O levantamento em campo, elaborado na

segunda etapa, constituiu-se pela visita a uma edificação, na qual existe o processo de captação e reuso de água pluvial, para se ter uma exata noção das dimensões do projeto acabado.

Área de estudo

O município em estudo, Colina, localiza-se no interior do estado de São Paulo, e, dista 405 km da capital com 17.371 habitantes. Seu índice de desenvolvimento humano é de 0,813, considerado elevado. Fica localizado na 6ª região administrativa do estado e está à latitude de 20° 43' 22" S e longitude 48° 31' 59" W.⁸

A caracterização da área onde a análise foi efetuada, se faz necessária pelo fato da desigualdade das precipitações pluviométricas no território nacional, podendo a viabilidade do referido projeto, variar de região para região.

Índice pluviométrico

A água de chuva, passível de reaproveitamento, trata-se de água resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas, telhados, onde não haja circulação de pessoas, veículos ou animais.⁹

O índice pluviométrico trata-se de uma medida em milímetros, resultante da somatória da quantidade da precipitação de água (chuva, neve, granizo) em um determinado local, durante um determinado período de tempo.¹

Em estudo realizado no município de Colina/SP, a média da precipitação foi obtida através do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO)¹⁰, conforme demonstrado na tabela 1. A precipitação média em cada mês do ano, assim como a precipitação média total, será usada para cálculo da viabilidade econômica do projeto.

Tabela 1: Precipitações pluviométricas ocorridas no município de Colina/SP entre os anos de 2007 e 2014.

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
2007	-	-	-	-	68,7	2,0	60,6	-	0,3	38,0	126,1	149,2	447,9
2008	210,9	224,8	152,8	153,1	22,3	3,1	-	22,2	10,5	46,2	82,5	131,9	1.060,3
2009	253,6	291,8	128,0	30,7	46,1	27,6	10,4	49,5	139,6	93,9	178,2	292,4	1.541,5
2010	251,5	114,6	251,5	33,8	22,3	10,1	-	-	94,2	83,0	137,7	161,9	1.160,6
2011	253,9	159,5	388,1	71,1	9,3	9,0	-	16,8	7,0	114,9	187,8	141,7	1.359,1
2012	188,7	91,1	102,6	142,9	34,5	95,0	8,6	-	68,6	64,1	36,9	169,1	1.002,1
2013	183,9	185,9	134,0	54,6	119,7	31,3	20,0	1,0	10,1	83,9	223,8	162,7	1.210,9
<i>Média</i>	191,8	152,5	165,2	69,4	33,9	24,5	13,3	14,8	53,3	73,4	125,4	174,4	1.095,3

Fonte: CENTRO..., 2014.¹⁰

Implantação do sistema de captação e armazenagem da água captada

O reaproveitamento de água de chuva, através de captação da mesma via sistema, já é bastante conhecido, sendo necessários alguns cuidados que tornam esse processo seguro e de fácil manutenção.⁴

Esse sistema é caracterizado por compreender um dispositivo de coleta de água pluvial, capaz de coletar a água remanescente de chuvas nos telhados das edificações. Neste estudo, a água será captada através de calhas de aço galvanizado, conforme determinação da NBR 10.844/1989¹¹, sendo transportada até uma filtração primária, para a remoção do particulado sólido de maior tamanho, como folhas, papéis e grânulos quaisquer.

Verificou-se no mercado a existência de uma grande variedade de equipamentos para esse tipo de filtração primária, sendo isso uma mostra da crescente tecnologia que margeia esse tema.

Após análise detalhada dos equipamentos disponíveis no mercado, chegou-se à conclusão, que um filtro que abriga as necessidades técnicas para o projeto e não causa desequilíbrio orçamentário é o filtro VF1 3P Telescópico, conforme demonstrado na figura 1.



Figura 1. Filtro VF1 3P Telescópico
Fonte: TECHNIK..., 2012.¹²

O filtro VF1 3P telescópico trata-se de um sistema utilizado para filtração de água pluvial para edificações que tenham telhados de até 387 m². Sua eficiência varia em torno de 90 a 95% de retenção mecânica de sólidos, isso variando de acordo com a intensidade da precipitação pluviométrica. Os resíduos separados, não se acumulam, pois são descartados através de um sistema alternativo de descarga, sendo a filtração processada em dois estágios intermitentes, o que diminui o número de manutenções, duas por ano. O fato do filtro possuir um ajuste telescópico o torna facilmente ajustável aos diferentes tipos de projetos, direcionados a captação de águas pluviais.¹²

Para a armazenagem da água pluvial captada, serão utilizados três reservatórios tubulares, dos quais dois serão terrestres, instalados próximos à calha coletora de água com capacidade nominal de 5000 litros cada e o terceiro será aéreo, situado na parte superior da edificação, com capacidade nominal de 1000 litros, o qual fará a função de caixa d'água alternativa, tendo função de destinar a água de reuso na edificação. Os reservatórios terrestres serão equipados com uma válvula de escape (suspiro/ladrão), a qual proporcionará a variação da pressão interna devido ao fluxo variante do nível de água, além de contar também com um vertedouro em escala reduzida, para que seja evitado a superação da capacidade máxima de armazenamento, sendo assim descartado o excedente para um sumidouro. Esse sumidouro em hipótese alguma pode ser ligado à rede de coleta de esgoto, conforme determinação do Decreto 24.643/1934¹³ - artigo 103¹³.

A edificação possuirá, obrigatoriamente, dois reservatórios na função de caixa d'água com a função de atender a demanda, sem nenhuma conexão cruzada entre eles, conforme determina NBR15.527/2007⁹. O primeiro reservatório será

abastecido somente pela empresa de distribuição de água do município, sendo esse o Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Colina (SAAEC)¹⁵ e terá como finalidade atender as demandas para fins mais nobres. O segundo reservatório será abastecido com água proveniente das precipitações pluviométricas armazenadas nos reservatórios terrestres, através de uma bomba submersa vibratória, marca anauger¹⁴, modelo 800, com potência nominal de 380 watts, tendo elevação máxima de 65 metros, características essas que atendem perfeitamente aos requisitos demandados pelo projeto em questão. (Figura 2). Os pontos de consumos de água da edificação que serão abastecidos pela água pluvial captada, de acordo com a NBR15.527/2007⁹, devem ter uso restrito além de estarem devidamente sinalizados com a inscrição “água não potável”, e, também, por indicação gráfica.



Figura 2. Bomba Anauger 800
Fonte: INDÚSTRIA..., 2013¹⁴

A operação apresentada, nesse estudo, atende uma sequência lógica, a qual pode ser observada na figura 3.

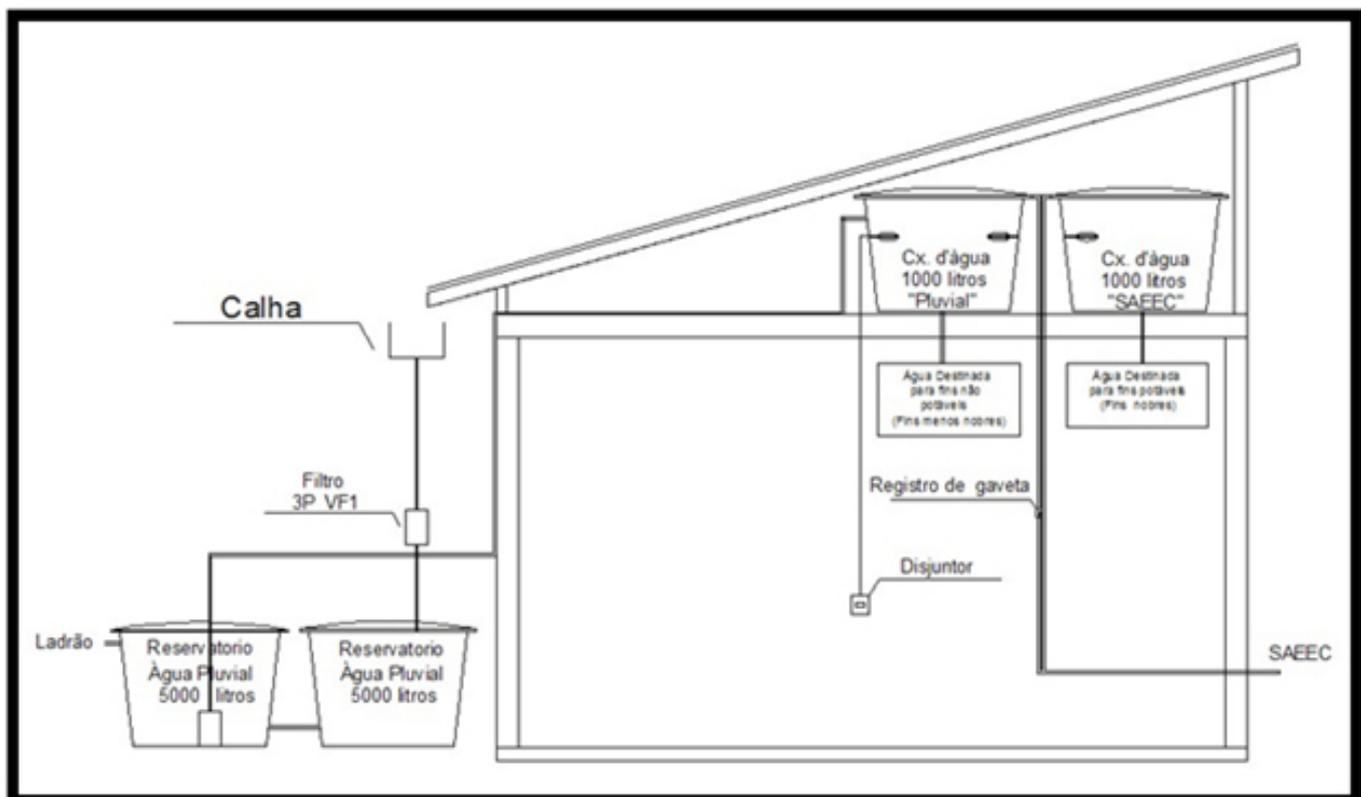


Figura 3. Modelo para captação e armazenagem de água pluvial.
Fonte: Pereira, Pasqualetto, Minami, 20081 (adaptado).

Fluxograma do modelo de captação e armazenagem de água pluvial.

Na figura 4, apresenta-se o fluxograma do sistema proposto para captação e armazenagem de água pluvial para fins menos nobres.

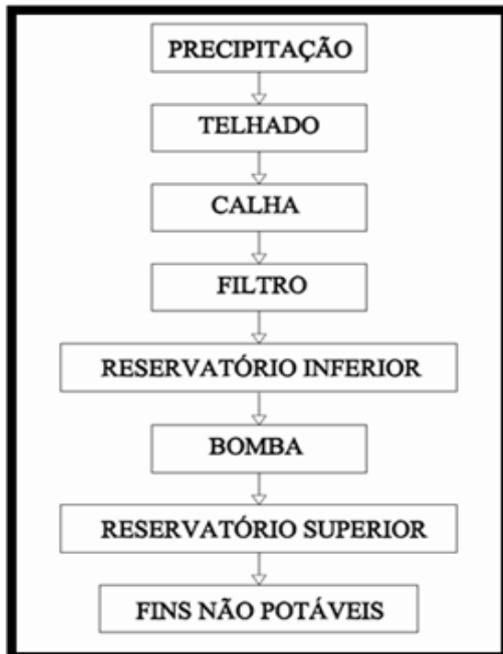


Figura 4. Fluxograma do sistema

Fonte: Pereira, Pasqualetto, Minami, 2008.¹

Cálculo do volume de água captado

O cálculo do volume de água captado se faz extremamente importante, por ser um dos principais indicadores de viabilidade econômica do projeto. Para o cálculo do volume de água captado, elaborou-se a fórmula abaixo:

$$V_{cap} = A_t \cdot P_{med}$$

Onde:

$$V_{cap} = \text{Volume captado em m}^3$$

$$A_t = \text{Área do telhado em m}^2$$

$$P_{med} = \text{Precipitação em m}^3$$

Cálculo da economia no consumo e tarifa de água

O cálculo da economia no consumo de água reflete diretamente na economia referente a tarifa de água, ou seja, quanto maior for o volume de água captado da chuva e utilizado na edificação, teoricamente, será menor o desembolso do proprietário em relação à tarifação pelo consumo de água.

Para o cálculo da economia na tarifa de água, elaborou-se a fórmula descrita abaixo:

$$Ec_{tr. \text{ água}} = V \cdot V_{cap}$$

Onde:

$$Ec_{tr. \text{ água}} = \text{Economia na tarifa de água}$$

V = Valor do m³ fornecido pelo órgão municipal

$$V_{cap} = \text{Volume captado em m}^3$$

Para viabilização dos cálculos da economia de consumo e tarifação de água, será considerado os valores contidos na tabela 2.^a

Tabela 2: Valores do m³ de água e esgoto do município de Colina/SP.

M ³	Valor da água	Valor do esgoto	Valor do esgoto
0 a 10* ^c	8,12	6,49	14,61
11	0,936	0,749	18,54
12	0,981	0,785	21,19
13	1,025	0,821	24,00
14	1,068	0,855	26,93
15	1,110	0,888	29,97
16	1,193	0,955	37,37
17	1,213	0,970	37,13
18	1,230	0,983	39,85
19	1,248	0,998	42,71
20	1,268	1,014	45,65

Continuação Tabela 2.

M ³	Valor da água	Valor do esgoto	Valor do esgoto
21	1,287	1,029	48,65
22	1,307	1,046	51,79
23	1,323	1,058	54,79
24	1,342	1,073	57,98
25	1,360	1,088	61,23
26	1,378	1,102	64,51
27	1,399	1,119	68,02
28	1,416	1,133	71,41
29	1,436	1,149	74,99
30	1,455	1,164	78,60
31	1,492	1,193	83,28
32	1,503	1,202	86,60
33	1,512	1,210	89,82
34	1,522	1,218	93,19
35	1,532	1,225	96,53
36	1,543	1,235	100,04
37	1,553	1,242	103,46
38	1,564	1,251	106,99
39	1,575	1,260	110,57
40	1,584	1,267	114,09
41	1,595	1,276	117,75
42	1,605	1,284	121,34
43	1,616	1,293	125,10
44	1,625	1,301	128,77
45	1,636	1,308	132,52
46	1,658	1,326	137,30
47	1,671	1,337	141,44
48	1,686	1,349	145,71
49	1,701	1,361	150,06
50	1,715	1,372	154,35

*c Valor fixo cobrado, independente do consumo ser menor que dez metros cúbicos.

Fonte: SERVIÇO..., 2014¹⁵ (adaptado).

Cálculo da economia na tarifa de esgoto

Para efetuação do cálculo da economia referente à tarifação de esgoto, usou-se a mesma fórmula elaborada para o cálculo da economia de água, aplicando o coeficiente redutor de 0,80. A aplicação do coeficiente redutor de 0,80 ocorre por considerar-se uma perda de 20% na rede de distribuição, ou seja, para cada 1 litro de água que chega na edificação é cobrado 0,8 litros, referente a tratamento de esgoto, conforme fórmula descrita a seguir:

$$Ec_{tr. \text{ água}} = V \cdot V_{cap} \cdot 0,80$$

Onde:

$Ec_{tr. \text{ água}}$ = Economia na tarifa de água

V = Valor do m³ fornecido pelo órgão municipal

V_{cap} = Volume de água pluvial captado

Cálculo do retorno do investimento

Para cálculo do retorno do investimento, elaborou-se a seguinte fórmula:

$$R_{in} = \frac{V_{in}}{E_{c(anoal)}}$$

Onde:

R_{in} = Retorno do investimento

V_{in} = Valor investido

$E_{c(anoal)}$ = Economia anual

Média de consumo de água em edificações residenciais.

Esse estudo, como já citado anteriormente, propõe o uso da água proveniente da captação das precipitações pluviométricas para fins menos nobres. Tais fins chegam a representar cerca de 45% do consumo de uma edificação, conforme observado na tabela 3.

Tabela 3: Média residencial de consumo de água.

Consumo potável		Consumo não potável	
	%		%
Chuveiro	36	Lavagem de roupa	12
Lavagem de louças	6	Descarga sanitária	27
Consumo e cozinha	4	Lavagem de carros e irrigação	6
Pequenos trabalhos	9		
Total	55	Total	45

Fonte: Pereira, Pasqualetto, Minami, 20081 (adaptado).

De acordo com Pereira, Pasqualetto e Minami¹, uma residência com cobertura de 100 m² consome em média 30 m³/mês de água.

Cálculo da economia com a implantação de sistema

Para a efetivação do cálculo referente à economia frente à implantação do sistema, elaborou-se a fórmula abaixo^b:

$$(C_{med} \cdot C_{npot} \cdot V_{abast}) \cdot 6$$

Onde:

$$C_{med} = \text{Consumo médio em m}^3 / \text{mês}$$

$$C_{npot} = 0,45 - \text{Fator de redução do consumo não potável de uma residência}$$

$$V_{abast} = \text{Valor do m}^3 \text{ da água de abastecimento}$$

Cálculo do tempo de retorno do investimento

Para obtenção do tempo de retorno do investimento, elaborou-se a seguinte fórmula:

$$T_{ret} = \frac{V_{imp}}{V_{a.e}}$$

Onde:

$$T_{ret} = \text{Tempo de retorno de investimento}$$

$$V_{imp} = \text{Valor gasto na implantação do projeto}$$

$$V_{a.e} = \text{Valor anual economizado}$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos durante o desenvolvimento atenderam às expectativas geradas no decorrer do

projeto.

Para a implantação do sistema, o desembolso com os materiais e mão de obra ocorrerá, conforme descrito na tabela 4.

Tabela 4: Materiais necessários e custos para a implantação do sistema.

Produto	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Cx. d'água 5000 litros em fibra	2 un.	1.400,00	2.800,00
Cx. d'água 1000 litros em polietileno	1 un.	289,00	289,00
Boia elétrica	1 un.	55,00	55,00
Boia comum	1 un.	30,00	30,00
Registro de gaveta	1 un.	35,00	35,00
Bomba de recalque	1 un.	250,00	250,00
Filtro VF1 3P telescópico	1 un.	240,00	240,00
Tubulações	10 m.	90,00	90,00
Disjuntor	1 un.	15,00	15,00
Mão de obra	10 h.	500,00	500,00
Total	-	2.904,00	4.304,00

Fonte: Pereira, Pasqualetto, Minami 20081 (adaptado).

Determinação do volume de água captado

Para a determinação do volume de água captado, elaborou-se a fórmula abaixo:

$$V_{captado} = A_{telhado} \cdot P_{med}, \text{ portanto:}$$

$$V_{captado} = 100 \text{ m}^2 \cdot 1,01 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2/\text{ano}} = 101 \text{ m}^3/\text{ano}$$

^b A fórmula em questão considera o consumo médio mensal num período de doze meses desconsiderando o período de seca o que justifica a constante seis.

Com base nesse cálculo, estima-se que uma residência com cobertura de 100 m², situada no município de Colina/SP, capta em média 101 m³ de água de chuva por ano.

Determinação da economia referente ao consumo de água e esgoto

Para o cálculo da economia referente ao consumo de água e esgoto, é necessário considerar uma possível variação do preço, os quais estão atrelados a uma faixa de consumo.

A tabela 5 demonstra a economia de ambos, atrelados à faixa de consumo, em que se usou as fórmulas demonstradas anteriormente para tais cálculos.

Tabela 5: Economia de água e esgoto, por ano, em relação a faixa de consumo.

Faixa de consumo	Água (R\$/m ³)	Economia/ ano (R\$)	Esgoto (R\$/m ³)	Economia/ ano (R\$)
0 a 10	8,12	-	6,49	-
11	0,936	94,54	0,749	75,63
12	0,981	99,08	0,785	79,26
13	1,025	103,53	0,821	82,82
14	1,068	107,86	0,855	86,35
15	1,110	112,11	0,888	89,69
16	1,193	120,49	0,955	96,46
17	1,213	122,51	0,970	97,97
18	1,230	124,23	0,983	99,28
19	1,248	126,05	0,998	100,80
20	1,268	128,07	1,014	102,41
21	1,287	129,99	1,029	103,93
22	1,307	132,00	1,046	105,65
23	1,323	133,62	1,058	106,86
24	1,342	135,54	1,073	108,37
25	1,360	137,36	1,088	109,89
26	1,378	139,18	1,102	111,30
27	1,399	141,30	1,119	113,02
28	1,416	143,02	1,133	114,43
29	1,436	145,04	1,149	116,05
30	1,455	146,96	1,164	117,56
31	1,492	150,69	1,193	120,49
32	1,503	151,80	1,202	121,40
33	1,512	152,71	1,210	122,21
34	1,522	153,72	1,218	123,02
35	1,532	154,73	1,225	123,76
36	1,543	155,84	1,235	124,74
37	1,553	156,85	1,242	125,44
38	1,564	157,96	1,251	126,35
39	1,575	159,08	1,260	127,26
40	1,584	159,98	1,267	127,96
41	1,595	161,10	1,276	128,88
42	1,605	162,11	1,284	129,68
43	1,616	163,22	1,293	130,59
44	1,625	164,13	1,301	131,40
45	1,636	165,24	1,308	132,11
46	1,658	167,46	1,326	133,93
47	1,671	168,77	1,337	135,04

Continuação tabela 5.

Faixa de consumo	Água (R\$/m ³)	Economia/ ano (R\$)	Esgoto (R\$/m ³)	Economia/ ano (R\$)
48	1,686	170,29	1,349	136,25
49	1,701	171,80	1,361	137,46
50	1,715	173,26	1,372	138,57

Fonte: Elaboração própria

Efetuada a soma das economias de água e esgoto, é possível obter a economia total anual mediante a implantação do sistema, como se observa na tabela 6.

Tabela 6: Total anual economizado em relação às tarifas de água e esgoto mediante as faixas de consumo e implantação do sistema.

Faixa de consumo	Economia/água/ ano (R\$)	Economia/esgoto/ ano (R\$)	Total anual economizado
0 a 10	-	-	-
11	94,54	75,63	170,17
12	99,08	79,26	178,34
13	103,53	82,82	186,35
14	107,86	86,35	194,21
15	112,11	89,69	201,80
16	120,49	96,46	216,95
17	122,51	97,97	220,48
18	124,23	99,28	223,51
19	126,05	100,80	226,85
20	128,07	102,41	230,48
21	129,99	103,93	233,92
22	132,00	105,65	237,65
23	133,62	106,86	240,48
24	135,54	108,37	243,91
25	137,36	109,89	247,25
26	139,18	111,30	250,48
27	141,30	113,02	254,32
28	143,02	114,43	257,45
29	145,04	116,05	261,09
30	146,96	117,56	264,52
31	150,69	120,49	271,18
32	151,80	121,40	273,20

Continuação tabela 6.

Faixa de consumo	Economia/agua/ ano (R\$)	Economia/esgoto/ ano (R\$)	Total anual economizado
33	152,71	122,21	274,92
34	153,72	123,02	276,74
35	154,73	123,76	278,49
36	155,84	124,74	280,58
37	156,85	125,44	282,29
38	157,96	126,35	284,31
39	159,08	127,26	286,34
40	159,98	127,96	287,94
41	161,10	128,88	289,98
42	162,11	129,68	291,79
43	163,22	130,59	293,81
44	164,13	131,40	295,53
45	165,24	132,11	297,35
46	167,46	133,93	301,39
47	168,77	135,04	303,81
48	170,29	136,25	306,54
49	171,80	137,46	309,26
50	173,26	138,57	311,83

Fonte: Elaboração própria

Determinação do tempo de retorno do investimento

A determinação do tempo de retorno do investimento é extremamente necessária, para a avaliação da viabilidade econômica da implantação desse sistema.

Como observou-se anteriormente, para esse cálculo, usa-se a fórmula:

$$T_{ret} = \frac{V_{imp}}{V_{a.e}}$$

Portanto:

$$T_{ret} = \frac{R\$ 4.304,00}{R\$ 264,52} = 16,27$$

$$T_{ret.} = 16,27 \text{ anos}$$

O total anual economizado sofre variação de acordo com o tamanho da cobertura da edificação e do valor do m³ cobrado pelo serviço de abastecimento de água.

Nesse cálculo, desprezou-se o custo do dinheiro, sendo que se o mesmo, estivesse aplicado em um fundo de rendimentos, traria remuneração ao investidor.

O índice de rendimento da poupança¹⁶, no ano de 2013, teve uma média de 0,505/mês, se considerarmos esse índice o tempo de retorno do investimento seria alterado.¹⁶

Logo, levando em consideração tal custo, a uma taxa fixa de 0,505 % a.m., os valores, tanto da implantação do sistema, quanto o valor anual economizado, deverão estar atualizados na mesma época. Adotando o período de um ano, temos que o valor economizado já corresponde ao período.

Deve-se, portanto, atualizar o valor da implantação do sistema, o que é feito a seguir, através da fórmula elaborada abaixo.

$$V_{f-imp} = V_{imp} \cdot (1+i)^n$$

$$V_{imp} = 4.304,0 \cdot (1+0,00505)^2 = R\$ 4.572,0$$

Onde:

V_{f-imp} = Valor da implantação do sistema atualizado para o período de 12 meses considerado.

$I = 0,505\%$ - taxa média considerada para o período
 $n = 12$ (1 ano)

Recalculando o tempo de retorno de investimento tem-se:

$$T_{ref} = \frac{R\$ 4.572,00}{R\$ 264,52} = 17,29$$

$$T_{ref.} = 17,29 \text{ anos}$$

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da implementação do sistema de captação e reaproveitamento das águas pluviais precipitadas em coberturas de edificações, notou-se que além de considerável economia da água de abastecimento, alcança-se uma redução, também significativa, na geração de esgoto.

Na avaliação da viabilidade econômica da implantação do sistema, diante da média de precipitação pluviométrica do município de Colina/SP e dos valores praticados pelo serviço público de abastecimento de água e esgoto, os resultados foram medianos, devido ao extenso tempo de retorno dos valores investidos, fato esse que não inviabiliza o

projeto economicamente, mais torna o retorno moroso.

Na avaliação da viabilidade técnica-ambiental do processo, notou-se grandes contribuições, sendo:

- a) economia considerável do consumo de água de abastecimento, item passivo de racionamento no futuro;
- b) diminuição do lançamento de efluente líquido na coleta municipal de esgoto, diminuindo assim a possibilidade de contaminação de corpos d'água e custos de tratamento;
- c) diminuição do lançamento de água pluvial nas áreas impermeáveis do município, contribuindo para a redução dos riscos de inundação;
- d) estímulo da conscientização e educação ambiental, frente a exposição do projeto para as pessoas ao entorno;
- e) divulgação e fomento da cultura de conservação e reuso de água em edificações de pequeno porte.

Com o aumento contínuo e diário da demanda pela água, é natural que alternativas para sua conservação e reuso sejam previstas e implementadas. A contribuição deste trabalho, no âmbito da presente proposta, foi averiguar a viabilidade econômica e ambiental, da implantação de um programa de reuso de água pluvial em pequenas edificações, comprovando as vantagens e benefícios.

Notou-se que, nem sempre a viabilidade econômica é expressiva, porém com a escassez de água, cada vez maior, a viabilidade ambiental termina por sobressair-se as demais.

REFERÊNCIAS

1. PEREIRA, R. P.; PASQUALETTO, A.; MINAMI, M. Y. M. *Viabilidade econômica/ambiental da implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial em edificação de 100 m² de cobertura*. Goiânia, 2008.
2. GOMES, A. S.; CLAVICO, E. *Propriedades físico-químicas da água*. Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense, 2005. Disponível em: <www.uff.br/ecosed/PropriedadesH2O.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2014.
3. ALT, R. *Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis: estudo baseado no curso ABNT de 11-02-2009 SP/SP do Eng^o Plínio Tomaz*. 2009. 59f. São Paulo, 2009.
4. SILVA, V. N.; DOMINGOS, P. Capacitação e manejo de água da chuva. *Saúde e Ambiente em Revista*, Duque de Caxias, v. 2, n. 1, p. 68-76. 2007.
5. MANCUSO, P. C. S. Tecnologia de reuso de água. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. (Ed.). *Reuso de água*. Barueri, SP: Manole, 2003. Cap. 9, p. 291-338.
6. TABOSA, E. O. *Tratamento e reuso das águas de lavagem de veículos*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.
7. MORELLI, E. B. *Reuso de água na lavagem de veículos*. 2005. 92f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
8. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. Biblioteca de Municípios. 2013. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/detalhes.php?id=32104>> – Acesso em: 01 abr. 2014.
9. 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.
10. CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS. CIIAGRO. 2014. Disponível em: <www.ciiagro.sp.gov.br>. Acesso em: 3 jun. 2014.
11. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10884: instalações prediais de águas pluviais*. Rio de Janeiro, 1989.
12. TECHNIK FILTERSITEME GMBH. *Filtro volumétrico VF1 3P com extensão telescópica de altura*. 2012. Disponível em: <<http://www.agua-de-chuva.com/70-2-Filtro-Volumetrico-VF1-com-extenso-telescópica-de-altura.html>>. Acesso em 30 maio 2014.
13. BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Decreto n. 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de águas. *Diário Oficial União*, Brasília, DF, 27 jul. 1934. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D24643.htm>. Acesso em: 10 jun. 2014.
14. INDÚSTRIA DE MOTORES ANAUGER S.A. *Anauger 800: bomba submersa vibratória para poço*. 2013. Disponível em: <<http://www.anauger.com.br/index.php/produtos/bombas-vibratorias/anauger-800>>. Acesso em: 03 jun. 2014.

15. SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE COLINA. *Tabela de valores de consumo água e esgoto*. 2014. Disponível em: <<http://www.saaecolina.com.br/imagens/pdf/tabela-valores-consumo2014.pdf>> - Acesso em: 3 jun. 2014.

16. PORTAL BRASIL. *Índices da poupança 2013*. 2013. Disponível em: <http://www.portalbrasil.net/2013/economia/indices_poupanca_diaria.htm>. Acesso em: 20 maio 2014.