

PESQUISA SOBRE A VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS: Estudo de caso em uma residência unifamiliar em Três Pontas-MG

Lucas Leite Pereira^{1*}

Geisla Aparecida Maia Gomes^{2*}

RESUMO

O presente trabalho trata sobre um estudo de caso de implantação de um sistema de captação de águas pluviais para reaproveitamento em fins não potáveis. A abordagem deste trabalho é justificada pelos diversos problemas que a sociedade enfrenta nos dias atuais com escassez e desperdício de água. Apesar da água ser um recurso abundante no nosso planeta, sua distribuição não é uniforme e a água doce acaba por ser um bem de valor inestimável, e quanto mais se puder fazer o uso racional deste recurso, menos as gerações futuras serão prejudicadas. Deste modo os sistemas de captação de águas pluviais ganham imensa importância neste cenários, pois possibilitam grande economia e sustentabilidade. Sendo assim este trabalho estuda a viabilidade técnico financeira da instalação de um sistema em uma residência para fins não potáveis, como descarga do banheiro, lavagem de pátios, irrigação etc. O estudo da residência demonstrou que é possível se obter uma boa economia mensal de água e que é possível se fazer a instalação utilizando critérios técnicos.

Palavras-chave: Águas pluviais. Sistemas de captação. Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A água doce é um recurso escasso e que deve ser consumida de modo responsável para não haver desabastecimento, principalmente nas regiões mais áridas, ou onde o consumo das cidades é muito grande. Muitos países enfrentam graves crises de falta de água, e o Brasil,

^{1*} Aluno do centro universitário do sul de minas. [E-mail:leitepereira@alunos.unis.edu.br](mailto:leitepereira@alunos.unis.edu.br)

^{2*}Prof. Esp. Geisla Aparecida Maia Gomes. Engenharia Civil, Mestranda em Estatística Aplicada. Docente no centro universitário do Sul de Minas.

apesar de ter as maiores reservas de água doce do mundo, ainda enfrenta problemas de desabastecimento em determinadas regiões como no nordeste, onde há problemas a anos. Mesmo em regiões onde a falta de água não é característica, como no Sudeste do Brasil, há cidades com crises graves de desabastecimento, como foi muito noticiado no estado de São Paulo no período de 2014 a 2016. Deste modo é necessário que se busque alternativas que possibilitam o uso mais racional e o melhor aproveitamento possível dos recursos. Sendo assim uma boa ferramenta são os sistemas de captação de águas pluviais para reuso não potável.

Este tipo de sistema pode trazer grande utilidade e economia se utilizado de forma correta, como por exemplo em escolas, fazendas e fábricas, onde o consumo de água costuma ser muito alto, é possível uma grande economia nestes locais, o que gera benefícios para toda a sociedade. Além dos benefícios de econômicos, é possível diminuir também a demanda nas estações de tratamento, o que gera muita economia de água e energia elétrica utilizada nas bombas e no tratamento. No caso das residências a economia é um pouco menor girando em torno de 20%, mas se todas as residências utilizam estes sistemas, o somatório dos efeitos seria enorme além dos benefícios contra inundações, como por exemplo na cidade de Três Pontas, onde em muitos anos a cidade enfrenta problemas de inundação nas chuvas de verão e há anos vêm se estudando soluções e nada é feito. Se fosse possível implantar em todas as casas, o grande fluxo inicial de água não iria para o sistema de uma vez, o que poderia ser uma boa ferramenta para acabar com este problema.

Deste modo o objetivo deste trabalho é estudar a viabilidade da implantação do sistema em uma residência, com o objetivo de mostrar se realmente é possível fazer uma implantação nas residências e mensurar em valores atuais quanto fica o valor na prática. Isso poderá mostrar para quem se interesse o quanto fica a implantação e o quanto de água vai economizar, o que pode ajudar quem esteja pensando em fazer o uso. Este objetivo foi alcançado através de pesquisa bibliográfica na literatura da área especializada e do estudo de caso de uma residência na cidade de Três Pontas-MG, analisado o consumo de água no local e a economia que o sistema pode fornecer ao proprietário.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Escassez da água

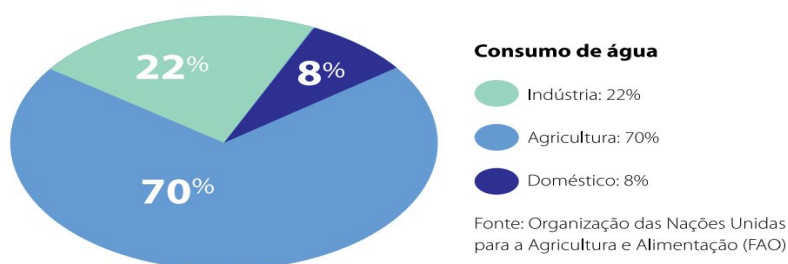
A água é um bem de valor inestimável, pois sem ela uma sociedade não consegue sobreviver, de modo que os países mais desenvolvidos fazem grande esforço para gastar o mínimo possível e ainda reutilizar o que foi gasto, com o intuito de máxima preservação, pois apesar de cerca de 70% da superfície terrestre encontrar-se coberta por água, apenas 3% é água doce e própria para o consumo humano (GEO MUNDI, 2007).

A escassez de água é um problema que não pode mais ser considerado como exclusividade de regiões áridas e semiáridas. Mas foi nos últimos séculos, no chamado mundo moderno, que a pressão sobre os recursos hídricos alcançou limites alarmantes. Mesmo áreas com recursos hídricos abundantes apresentam conflitos de usos e sofrem restrições de consumo que afetam o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida (NOSÉ, 2008).

Neste contexto, se faz necessária a criação de medidas alternativas que visem o uso consciente, a economia e a minimização do uso da água, de forma a preservar e economizar este bem que é essencial para os seres humanos e outras formas de vida. Uma dessas medidas seria a utilização dos sistemas de captação de águas pluviais, que basicamente captam a água que cai no telhado no momento da chuva e a deixam armazenada em um reservatório para o uso futuro.

2.2 O Consumo de Água

Segundo informações cedidas pela ANA Agência Nacional de Águas (2007), cerca de 54% da água doce acessível contidas em rios, lagos e aquíferos já está sendo utilizada pela sociedade. E em termos globais 69% dessa água destina-se à irrigação das lavouras, 23% é usada pela indústria e 8% destina-se aos diversos usos domésticos.

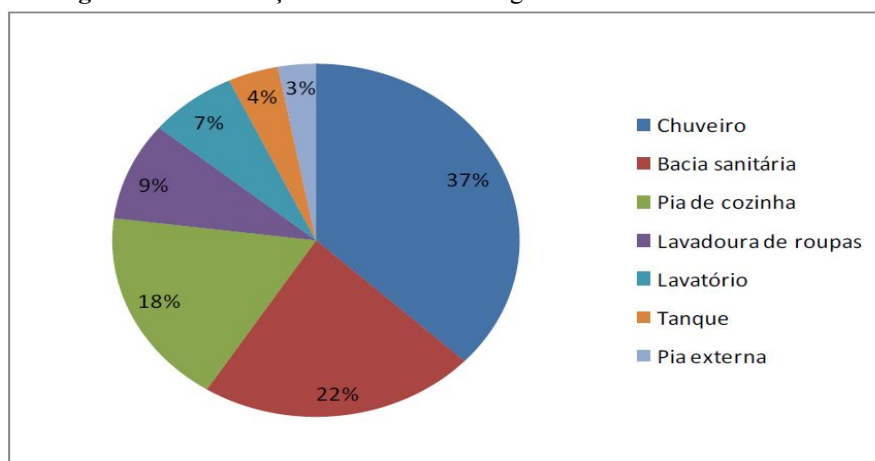
Figura 1: Distribuição do Consumo de Água.

FONTE: Ministério do Meio Ambiente(2020)

2.2.1 Consumo de Água nas Residências

O consumo de água pode variar muito. No Brasil, por pessoa, o consumo pode chegar a mais de 200 litros/dia, pois se leva em consideração a disponibilidade de acesso ao abastecimento, os aspectos culturais e econômicos da população, dentre outros (BAZZARELLA, 2005). Então, é possível se viver confortavelmente quando se utiliza de forma racional esses 200 litros/dia. De qualquer forma, dentro de casa, a quantidade de água economizada vai depender tanto do número de pessoas consumidoras, quanto das instalações hidráulicas de funcionamento e, principalmente de como ela é usada.

Para Tomaz (2001) mais de 60% da água consumida em casa é gasta no banheiro. As maiores causas do desperdício nas instalações prediais são as válvulas de descarga convencionais. Se gasta aproximadamente dois litros de água a cada segundo que uma pessoa permanece pressionando a válvula de descarga.

Figura 2 – Distribuição do Consumo de Água nas Residências Brasileiras

Fonte: Adaptado de Hafner (2007)

Com o gráfico é possível perceber que dentre toda a água gasta no banheiro, o consumo do vaso sanitário chega até a 22 %, e é justamente neste valor que é possível se obter uma boa economia, pois a água utilizada na descarga não precisa ser potável, podendo se utilizar a água captada da chuva, de modo a se obter uma economia de cerca de 20% no consumo mensal de uma residência.

2.3 Utilização da água da chuva

De acordo com Sampaio (2013), o sistema de aproveitamento de água de chuvas funciona da seguinte forma: Inicialmente a água da chuva cai no telhado, e do telhado a água corre para as calhas e desce por tubulações até o reservatório. Nas tubulações são utilizados filtros para limpar a água, pois o telhado pode conter vários tipos de sujeira. Depois que a água chega no reservatório inferior, fica armazenada até que seja necessário fazer sua utilização, que geralmente é feita nos vasos sanitários dos banheiros e lavagem de pátios. Para os banheiros é preciso que se tenha ainda um reservatório superior, onde a água fica armazenada quando é dada a descarga. A água vai do reservatório inferior para o superior através de uma bomba, que pode funcionar automaticamente à medida da necessidade. Para o uso em irrigação e limpeza a água geralmente pode ser retirada no reservatório inferior através de uma torneira, de modo que não precisa de uma bomba.

De acordo com Tomaz (2010) é possível observar que o maior consumo de água é proveniente da descarga da bacia sanitária, este valor pode chegar até a 22% do consumo doméstico. O uso da água da chuva para esse fim poderá gerar uma grande economia de água potável, e também é possível se utilizar a água em lavagem de pátios e irrigação de hortas e jardins, onde se for utilizada a água reaproveitada, os benefícios trazidos pelo sistema são ainda maiores.

2.3.1 Normas aplicáveis

No Brasil, a NBR 15527/2007 dá as diretrizes gerais e os métodos de cálculo do volume do reservatório para os sistemas de captação de água de chuva, onde existem seis

métodos distintos, sendo eles: Método de Rippl, Método da simulação, Método prático Azevedo Neto, Método prático alemão, Método prático inglês, Método prático australiano.

Segundo Tomaz 2010, ainda não existe um método de cálculo perfeito para o volume do reservatório. Os métodos descritos na NBR 15527/2007 apresentam grande variação nos resultados encontrados, mas o mais utilizado é o método de Rippl, por ser o método mais tradicional, apesar de apresentar maiores volumes de reservatório. Este método geralmente é combinado com o método da simulação que permite verificar o comportamento do reservatório ao longo do ano e eventualmente diminuir o valor calculado pelo método de Rippl dependendo da situação. Deste modo cabe ao projetista escolher qual utilizar, de acordo com as características individuais de cada projeto, como a demanda por água não potável, a intensidade pluviométrica, a região de estudo, entre outros.

A NBR 15527/2007 também estabelece que os padrões de qualidade da água captada, e a frequência de análise devem ser definidos pelo projetista de acordo com a utilização prevista.

É importante considerar no planejamento que a água captada não deve ser utilizada de forma alguma para fins potáveis, e para o uso de lavagem de roupas. (TOMAZ, 2010).

Além da NBR15527/2007, são também utilizadas outras normas, como a NBR 10844 Instalações prediais de águas pluviais, para se dimensionar os condutores e calhas. Outra norma muito importante é a NBR10131 de bombas hidráulicas. Essa norma é utilizada quando necessário calcular a potência da bomba para o sistema, geralmente é usada para sistemas maiores, pois em menores e residenciais geralmente as menores bombas solares já atendem a demanda.

2.4 Sistema de captação de águas pluviais

Os sistemas de captação de águas pluviais captam a água da chuva e armazenam em um reservatório, e seus principais componentes são: Área de captação, bombas, reservatório e calhas (TOMAZ, 2010).

2.4.1 Área de captação

Na área de captação o principal fator a ser considerado é o tipo de telha, pois muda o coeficiente de Run-off dependendo do material, e este valor é considerado nos cálculos. O quadro 01 apresenta os valores dos coeficientes utilizados:

Quadro 01: Coeficiente de runoff.

Material da telha	coeficiente de run-off
Cerâmica	0,85
Esmaltada	0,92
Metal	0,9
Amianto	0,9
Plastico	0,95

Fonte: Tomaz (2010).

A partir da intensidade da chuva, que é colhida em uma estação próxima do local de estudo, da área do telhado e do coeficiente de Run Off, é calculada a vazão do projeto, que é a vazão de água que vai do telhado para as calhas, e depois das calhas segue para o reservatório.

2.4.2 Calhas.

As calhas utilizadas no sistema são as horizontais e as verticais. As calhas horizontais captam a água que vem do telhado, e as calhas verticais conduzem a água captada para o reservatório. Geralmente o filtro utilizado é colocado nas calhas verticais, onde é feita a instalação e só é necessário trocar em anos. As calhas são calculadas de acordo com a NBR 10844 Instalações prediais de águas pluviais, e devem suportar a vazão de projeto que vem do telhado.

2.4.3 Bombas

A bomba também é um dos elementos mais importantes, pois geralmente seu valor é elevado de modo que pode inviabilizar o sistema se for mal projetada. Nos sistemas de captação pequenos, o ideal é se utilizar uma bomba movida a energia solar, pois atendem bem à demanda e não há o custo de energia elétrica mensal para se considerar no gasto do sistema, (TOMAZ, 2010).

2.4.4 Reservatório

Outro elemento que costuma ter custo alto é o reservatório pois é o elemento mais caro dos sistema podendo deixar a implantação inviável se dimensionado de forma incorreta.

Para o cálculo do reservatório é preciso seguir as equações da NBR:15527/2007. Para cada método de cálculo são utilizadas diferentes equações, e o projetista pode escolher qual usar a depender das características do projeto.

2.4.5 Método de Rippl

De acordo com Tomaz (2010) o método de Rippl é o mais tradicional e utilizado no cálculo de reservatórios, e nele se calcula o valor do reservatório para se suprir toda a demanda não potável, de modo que toda a demanda não potável é abastecida pelo reservatório, neste método, pode-se usar as séries históricas mensais (mais comum) ou diárias.

$$S(t) = D(t) - Q(t)$$

$$Q(t) = C \times \text{precipitação da chuva}(t) \times \text{área de captação.}$$

$$V = \sum S(t), \text{ somente para valores } S(t) > 0$$

Sendo que : $\sum D(t) < \sum Q(t)$

Onde:

$S(t)$ é o volume de água no reservatório no tempo t ;

$Q(t)$ é o volume de chuva aproveitável no tempo t ;

$D(t)$ é a demanda ou consumo no tempo t ;

V é o volume do reservatório, em metros cúbicos;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

2.4.6 Método da simulação

Segundo Tomaz (2010) para um determinado mês aplica-se a equação da continuidade a um reservatório finito:

$$S(t) = Q(t) + S(t-1) - D(t)$$

$$Q(t) = C \times \text{precipitação da chuva}(t) \times \text{área de captação.}$$

$$\text{Sendo que: } 0 \leq S(t) \leq V$$

Onde:

$S(t)$ é o volume de água no reservatório no tempo t ;

$S(t-1)$ é o volume de água no reservatório no tempo $t - 1$;

$Q(t)$ é o volume de chuva no tempo t ;

$D(t)$ é o consumo ou demanda no tempo t ;

V é o volume do reservatório fixado;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

2.4.7 Método prático Azevedo Neto

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad (03)$$

Onde:

P é a precipitação média anual, em milímetros;

T é o número de meses de pouca chuva ou seca;

A é a área de coleta, em metros quadrados;

V é o volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, em litros.

2.4.8 Método prático alemão

Trata-se de um método empírico onde se toma o menor valor do volume do reservatório 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual de precipitação aproveitável.

$$V \text{ adotado} = \text{mín}(V; D) \times 0,06 \quad (04)$$

2.4.9 Método prático australiano

O volume de chuva é obtido pela seguinte equação:

$$Q = A \times C \times (P - I) \quad (06)$$

Onde:

C é o coeficiente de escoamento superficial, geralmente 0,80;

P é a precipitação média mensal, em milímetros;

I é a interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação, geralmente 2 mm;

A é a área de coleta, em metros quadrados;

Q é o volume mensal produzindo pela chuva, em metros cúbicos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para se fazer o estudo do sistema e de sua viabilidade técnico financeira, foi realizado um estudo de caso, de modo a ser calculado e projetado um sistema para uma residência familiar. Com os dados da residência e os índices pluviométricos da região, foram realizados todos os cálculos e no final uma análise sobre a viabilidade da implantação.

O estudo de caso foi feito em uma residência unifamiliar, com 8 moradores, na cidade de Três Pontas-MG.

A partir dos dados foi calculado o reservatório do sistema e a bomba d'água a ser utilizada, que são os componentes mais caros, e que se deve dar mais atenção no projeto para não o inviabilizar. Para o estudo é preciso alguns dados da residência:

Para se calcular o reservatório foi utilizado a equação presente na NBR:15527/2007 do método de Rippl. Este método foi escolhido pois de acordo com Tomaz (2010) é o método mais utilizado e difundido no cálculo de reservatórios, e nele se calcula o reservatório para suprir toda a demanda não potável anual, de modo que o sistema irá abastecer por completo a demanda não potável por todo o ano.

Para se calcular o reservatório também é preciso que se tenha os dados pluviométricos. Estes dados são recolhidos no site da fundação Procafé e estão apresentados no quadro 2:

Quadro 2: Dados pluviométricos Três Pontas-MG (valores arredondados).

Mês	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Média
JAN	198	338	334	419	47	117	345	312	292	315	272
FEV	141	90	49	221	13	106	164	156	173	146	126
MA R	116	261	185	161	117	202	175	182	164	173	171
ABR	18	93	85	61	82	76	21	32	42	45	55
MAI	14	6	34	72	15	43	31	43	51	62	37
JUN	16	20	110	36	7	10	54	25	36	51	36
JUL	11	1	22	29	33	7	0	12	29	32	17
AGO	0	12	1	1	14	18	45	26	17	25	16

SET	83	1	29	45	47	134	13	38	35	71	50
OUT	126	121	47	106	39	37	146	112	117	135	99
NOV	225	110	140	199	117	326	171	207	192	182	187
DEZ	176	226	226	165	165	172	160	181	196	175	184
Total	1126	1262	1278	1517	699	1248	1326	1326	1344	1412	1254

Fonte: Procafé 2020.

Os dados da residência necessários para os cálculos são apresentados a seguir:

Área de telhado igual a 160 m², na cidade de Três Pontas-MG.

Telhado de telhas esmaltadas= coeficiente de run-off de 0,92

Demanda não potável = 22% (Valor do consumo da bacia sanitária nos banheiros de acordo com a figura 02).

Consumo mensal:

O consumo mensal foi calculado a partir da média dos valores das contas referentes ao ano de 2019 apresentados no quadro 03:

Quadro 03: Consumo médio mensal de água no ano de 2019.

Mês	Consumo (m ³)
JAN	37
FEV	42
MAR	36
ABR	34
MAI	35
JUN	41
JUL	37
AGO	39
SET	38
OUT	41
NOV	40
DEZ	39

Média	3821
-------	------

Fonte: O autor.

A partir destes valores será calculado o reservatório e posteriormente será escolhida a bomba d'água, que será uma bomba á energia solar, devido à economia de energia. A escolha da bomba é feita a partir do cálculo da vazão diária necessária para abastecer o sistema e posteriormente escolhido o modelo comercial que mais se adapta à condição do sistema.

Depois de projetado o sistema será calculado o valor de sua implantação, e será realizado o estudo da viabilidade de sua implantação. Esta viabilidade será calculada comparando-se os gastos necessários com a implantação com a economia na conta de água que o proprietário paga.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

O resultado apresentado é o dimensionamento do sistema em si. Para o dimensionamento o primeiro passo é o cálculo do reservatório inferior, de acordo com os dados da residência:

Consumo mensal médio = 38000 litros

Área do telhado = 160 m²

Telhado de telhas esmaltadas= coeficiente de run-off de 0,92

Demanda não potável = 22% (valor aproximado da bacia sanitária).

Sendo assim o consumo mensal de água não potável utilizado no sistema é de:

$$\text{Consumo} = 38000 * 0,22 = 8360 \text{ litros/mês.}$$

Abaixo seguem os cálculos do volume do reservatório, onde foi calculado pelo método de Rippl.

Para o método de Rippl, o ideal é se utilizar um quadro para facilitar os cálculos. O quadro 04 apresenta os cálculos:

Quadro 04: Dimensionamento pelo método de Rippl.

Mês	Precipitação(mm)	Demanda (m³)	Área de captação(m²)	Volume de chuva (m³)	Diferença entre demanda e volume (m³)
JAN	272	8.36	160	40.04	-31.68
FEV	126	8.36	160	18.55	-10.19
MAR	171	8.36	160	25.17	-16.81
ABR	55	8.36	160	8.10	0.26
MAI	37	8.36	160	5.45	2.91
JUN	36	8.36	160	5.30	3.06
JUL	17	8.36	160	2.50	5.86
AGO	16	8.36	160	2.36	6.00
SET	50	8.36	160	7.36	1.00
OUT	99	8.36	160	14.57	-6.21
NOV	187	8.36	160	27.53	-19.17
DEZ	184	8.36	160	27.08	-18.72

Fonte: O autor.

Na planilha apresentada o volume do reservatório é a soma dos valores em vermelho, que é igual a :

$$\text{Volume} = 0,26+2,91+3,06+5,86+6+1=19 \text{ m}^3.$$

Com um reservatório de 19 m³, seria possível suprir a demanda não potável de um ano inteiro, e o total de água economizado em um ano seria de:

$$\text{Total de economia mensal} = 8360 \times 12 = 100320 \text{ litros.}$$

Deste modo o reservatório escolhido será um de 20 m³, pois por motivos comerciais é mais fácil de encontrar do que um de 19 m³.

O reservatório ficará no chão, de modo que a água será bombeada para uma pequena caixa d'água em cima da laje do banheiro.

O volume de água bombeada será o consumo diário da bacia sanitária, o que corresponde a 22% do consumo diário da residência, no caso será de:

$$V = (38000/30) * 0,2 = 250 \text{ litros/dia.}$$

Sendo assim, o volume de água diário bombeado do reservatório inferior para a caixa d'água superior será de 250. Deste modo a caixa d'água superior deverá ser de 250 litros, e a bomba escolhida deve comportar esta vazão diária.

4.1 Componentes do sistema

Os componentes do sistema são: O reservatório inferior, que já foi calculado, a bomba que será uma bomba a energia solar, um reservatório superior, as calhas, que a casa já possui e os filtros nas calhas. Com os dados calculados, foi feita uma pesquisa no mercado para se encontrar os componentes e estimar o preço total do sistema:

Para a escolha do reservatório inferior foi feita uma pesquisa e encontrado no site Mercado livre o melhor preço de um reservatório de 20 m³.

Figura 3 –Caixa d’agua 20000 litros.



Fonte –Mercado livre (2020).

O preço deste reservatório de 20000 litros é de 5100 reais.

Para o reservatório superior será utilizado uma caixa de 250 litros, pois este é o valor do consumo diário da residência de água não potável, valor que também já foi calculado. No site Acqua Forte o valor da caixa de 250 litros está 146,10 reais como mostrado na figura 04:

Figura 4 –Caixa d’agua 250 litros.



Fonte –Acquafort (2020).

Deste modo os dois reservatórios necessários já estão escolhidos.

As calhas do sistema podem ser as que já são utilizadas na casa, pois o telhado já possui calhas que atendem à vazão de modo que não precisa comprar outras.

Os filtros serão utilizados nas tubulações que descem das calhas e vão para o reservatório inferior, como são 2 tubulações, são necessários 2 filtros. A figura 05 mostra o filtro escolhido.

Figura 5 –Filtro para tubulação de água pluvial.



Fonte –Mercado Livre (2020).

O valor do filtro é de 80 reais , como serão utilizados 2 o valor total será de 160 reais.

Por último tem-se a bomba. No site Neosolar a menor bomba tem capacidade de até 2100 litros por dia, o que atende ao sistema com tranquilidade, sendo que o kit da bomba juntamente com as placas solares tem o valor de 511,4 reais. A figura 06 mostra o kit escolhido:

Figura 6 –Kit de bomba fotovoltaica.



Fonte –Neosolar (2020).

Além dos componentes também há o gasto para a instalação. Como é preciso apenas instalar os equipamentos quando chegarem, é possível se fazer em 1 dia, e o valor de um bombeiro e o ajudante está 200 reais na cidade. As tubulações e ligações extras necessárias não tem valor significativo, visto que são apenas alguns pontos de utilização. Deste modo o gasto total estimado para se instalar o sistema é o somatório de todos os componentes que é igual a:

$$\text{Valor total} = 5100 + 146,1 + 160 + 511,4 + 200 = 6117,5 \text{ reais.}$$

4.2 Estudo de viabilidade

Como já foi calculado, o valor de economia por ano seria de 100320 litros, sendo que a economia média mensal é de:

$$E = 100320/12 = 8360 \text{ litros ou } 8,36\text{m}^3.$$

A partir do valor de economia mensal foi calculado o quanto seria a economia na fatura paga por mês. Os cálculos seguem abaixo:

De acordo com o site do SAAE Três Pontas, o preço da tarifa para o tipo de residência do trabalho vem da seguinte forma:

R\$=52,29 até 25 metros cúbicos por mês;

R\$=1,42 para cada metro cúbico excedente;

Taxa de esgoto=60% da tarifa da água.

De acordo com os valores da tarifa o que se paga por metro cúbico excedentes é 1,42 mais 60% no esgoto o que é igual a:

$$1,42 * 1,6 = 2,27 \text{ reais.}$$

Portanto o valor economizado na tarifa será de:

$$8,36 * 2,27 = 18,97 \text{ reais.}$$

Ou seja, o valor médio de desconto na tarifa mensal seria de 18,97 reais. em um ano será de:

$$18,97 * 12 = 228 \text{ reais.}$$

Deste modo para saber em quanto tempo o sistema iria se pagar é preciso fazer a conta do valor total de implantação pela economia anual que é igual a :

$$\text{Tempo total} = 6117,5 / 228 = 26 \text{ anos.}$$

Portanto, com os cálculos é possível ver que um sistema utilizando um reservatório de 20 m³, possibilitaria uma economia média mensal de 8360 litros, o que causaria uma

economia de 18,97 reais na fatura por mês, sendo que em 26 anos a economia na fatura compensaria os investimentos.

Os valores foram compilados em uma tabela para fins de melhor entendimento do sistema. O quadro 5 apresenta a tabela:

Quadro 5: Dados do sistema:

Custo total do sistema	6117,5 reais
Economia mensal de água	8360 litros
Economia anual de água	100320 litros
Economia mensal na fatura	18,97 reais
Economia anual na fatura	228 reais
Tempo para o investimento ser pago pela economia gerada	26 anos

Fonte: O autor

Inicialmente pode-se pensar que um sistema para ser pago em quase 26 anos é muito tempo, mas o principal objetivo não é apenas a economia na fatura, e sim a economia de água e a sustentabilidade, de modo que mesmo demorando um bom tempo para o sistema se pagar, ainda é uma medida interessante do ponto de vista ecológico. Ressalta-se que se houvesse maior incentivo por parte do estado, esse sistema poderia ser mais econômico, de modo que mais pessoas fizessem a implantação gerando uma grande economia e ganhos em sustentabilidade para toda a sociedade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o aumento da preocupação ambiental, é papel de suma relevância que o engenheiro trabalhe com as novas tecnologias de sustentabilidade nas construções, de modo que o sistema de captação de águas pluviais é uma grande ferramenta no combate às crescentes preocupações com a falta de água contemporânea.

O trabalho apresenta como é possível, mesmo em uma residência pequena a instalação de um sistema deste, mas pelos resultados, percebe-se que em uma residência pequena, o valor gasto demora a ser recuperado, fazendo com que as pessoas percam o estímulo de querer realizar a instalação do sistema em suas casas.

O tempo de recuperação de 26 anos, mostra o motivo pelo qual mais sistemas deste tipos não são instalados nas residências pelo país. Como foi visto, o que mais encarece o sistema é o reservatório, por isso também é preciso muito cuidado pela parte do projetista, pois há vários métodos de cálculo, e cada uma apresenta um valor diferente, de modo que como o reservatório é o componente mais caro, facilmente pode-se inviabilizar os sistema.

Este valor foi mais alto por se tratar de uma residência, sendo que em locais onde o consumo de água é maior, como escolas, fábricas e fazendas, a instalação do sistema se mostra mais vantajosa financeiramente, e o valor gasto é recuperado em bem menos tempo.

Mas além dos benefícios com a redução do preço da tarifa, tem-se também os benefícios ambientais, que são o grande objetivo da sustentabilidade, e sistemas como o de reaproveitamento de água se mostram cada vez mais urgentes nos cenários atuais.

Sendo assim o este trabalho apresentou um estudo de uma situação real, que pode ser utilizado por quem queira fazer a instalação em um local para dar uma noção do valor que fica, ou até mesmo mostrar o passo a passo utilizado para se fazer um dimensionamento e estimativa de preço para uma situação real, sendo de grande ajuda para quem queira fazer o estudo e instalação desses sistemas.

RESEARCH ON THE FEASIBILITY OF IMPLEMENTING SYSTEMS FOR RAINWATER WATER INTAKE: Case study in a family residence in Três Pontas-MG

ABSTRACT

The present work deals with a case study of the implementation of a rainwater catchment system for reuse of non-potable fins. The approach of this work is justified by the various problems that society faces today with water scarcity and despair. Although water is an abundant resource on our planet, its distribution is not uniform and fresh water turns out to

be invaluable, and the more you can do using the rational use of this resource, the less the temporary ones are harmed. In this way, rainwater catchment systems gain important importance in these scenarios, as they allow great savings and sustainability. Thus, this work studies the financial technical feasibility of installing a system in a residence for non-drinking fins, such as flushing the bathroom, washing the toilets, irrigation, etc. The residence study shows that it is possible to obtain good monthly water savings and that it is possible to install using technical requirements.

Keywords: Rainwater. Collection systems. Sustainability.

REFERÊNCIAS

ACQUAFORT Disponível em
<https://www.acquafort.com.br/produto/1333/caixa-dagua-250-litros-polietileno-fortlev?utm_source=google-shop&utm_medium=shop&utm_campaign=google_shop&gclid=EAIaIQobChMI4p_ljcze6AIVk4vICh0xPAs-EAQYAiABEgKjn_D_BwE> Acesso em: 07, abr 2020.

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

BAZZARELLA, B. B. **Caracterização e Aproveitamento de Água Cinza para Uso não Potável em Edificações**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2005.

BRASIL- Ministério do Meio Ambiente. **ÁGUA. Um curso cada vez mais ameaçado**. Disponível em
<http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/3%20-%20mcs_agua.pdf>
Acesso em: 10, fev 2020.

FUNDAÇÃO PROCAFÉ. **Boletim de Aviso do Sul de Minas**. 2017. Disponível em: <<http://fundacaoprocafe.com.br/estacao-e-avisos/sul-de-minas/boletim-de-aviso/2007>>.

Acesso em: 02 mar. 2020.

GEO MUNDI. **Fontes de Energia e Poluição**. 2007. Disponível em: <<http://geomundi.cjb.net/>>. Acesso em: 15, mar 2019.

HAFNER, A. V. **Conservação e reuso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2007. 161f. Dissertação (Mestrado em Engenharia).

MERCADO LIVRE Disponível em
<https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-690368347-filtro-para-captaco-de-agua-de-chuva-_JM?quantity=1#reco_item_pos=1&reco_backend=machinalis-seller-items-pdp&reco_backend_type=low_level&reco_client=vip-seller_items-above&reco_id=7e38c652-6942-4aed-ab83-b36cdf2e5446> Acesso em: 07, abr 2020.

MERCADO LIVRE Disponível em
<https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1456999901-caixa-dagua-fibra-de-vidro-20000-litros-c-tampa-nova-_JM?matt_tool=82322591&matt_word=&gclid=EAIaIQobChMI3YTL8-Dm6QIVDgiRCh0T3wz4EAQYAiABEgKOZfd_BwE> Acesso em: 03, jun 2020.

NEOSOLAR Disponível em
<<https://www.neosolar.com.br/loja/bomba-solar/kit-bomba-de-agua-solar.html?dir=asc&order=price>> Acesso em: 07, abr 2020.

SAMPAIO, Felipe Eugenio de Oliveira Vaz. **ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO E PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM CENTROS URBANOS**. 2013. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

TOMAZ, Plínio. Economia de água para empresas e residências: um estudo atualizado sobre o uso racional da água. São Paulo: Navegar, 2001.

TOMAZ, Plínio. Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis. Guarulhos: Navegar, 2010. 486 p.