

SISTEMA DE APROVEITAMENTO PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UMA RESIDÊNCIA FAMILIAR DE BOA ESPERANÇA EM MINAS GERAIS

Rafael Ferreira de Oliveira
Leopoldo Uberto Ribeiro Junior

RESUMO

O uso desmedido de água e o aumento da população mundial indicam uma possível escassez de água no futuro, até mesmo em países com água potável em abundância, problema este que demanda cuidados especiais de governos mundo a fora, a necessidade de preservação deste recurso natural finito vem se tornando foco de desenvolvimento de alternativas racional dos recursos hídricos disponíveis. Uma dessas alternativas de conservação da água potável é a captação das águas pluviais, essa atividade consiste, basicamente, em coletar a água da chuva e armazená-la em tanques para que possa ser utilizada em atividades domésticas e/ou industriais para meios não potáveis, como lavagem da área externa, descarga, entre outros. Levando isso em consideração, o objetivo deste trabalho foi analisar a viabilidade da implantação de sistema de captação de água da chuva em uma residência na cidade de Boa Esperança em Minas Gerais. Para isso foi elaborado um estudo de caso em uma residência unifamiliar, onde foi proposto um sistema de captação da água pelo telhado com uma demanda de uso de água não potável de duzentos litros por dia. Para a implementação do sistema projetado, o investimento seria em torno de R \$8.234,39 reais, o volume anual de água captada será de aproximadamente 54 mil litros, gerando uma economia anual de R\$ 279 na conta de água. A instalação do sistema não é uma opção viável do ponto de vista financeiro porque o prazo de para o sistema se pagar é de 29 anos e cinco meses, mas se pensarmos em seu benefício para o meio ambiente, o sistema é viável a qualquer custo, já que a economia de água potável é real, e auxilia na preservação de água para as futuras gerações.

Palavras-chave: Sistema. Captação. Água pluvial.

1 INTRODUÇÃO

A humanidade vem passando por diversos problemas socioambientais, diante disso, discussões sobre a correta utilização e/ou substituição dos recursos naturais tem sido pauta ao redor do mundo. O crescente desenvolvimento populacional, econômico e tecnológico está diretamente ligado com o aumento do consumo de água, recurso limitado e fundamental para manutenção da vida, o que coloca a água em posição de destaque nas discussões sobre conservação e preservação dos recursos naturais (BALDESSAR, 2012).

Para evitar a escassez total da água, iniciativas públicas e privadas vêm sendo adotadas para incentivar o seu uso racional e elevar a sua produtividade. Na indústria da construção civil, diante do aumento da demanda de novas moradias, os recursos finitos precisam ser poupados de modo a atender além da geração atual, e as gerações futuras (CAMARGO, 2018). Neste sentido, a falta de água tem fomentado pesquisas acerca de meios de reaproveitamento da mesma neste setor (SILVA; SANTANA, 2014).

Entre as muitas soluções para este problema, o aproveitamento de água da chuva tem destaque devido às suas vantagens econômicas e ambientais, e também pela simplicidade da sua implementação. Este tipo de aproveitamento já tem alguma implantação a nível mundial, mas, no Brasil, a utilização deste recurso ainda é embrionária (LIMA; RESSUREIÇÃO, 2018).

A utilização da água da chuva para fins potáveis e não potáveis é uma das alternativas utilizadas para conter o uso desenfreado e escassez da água. De acordo com Carvalho (2014), estima-se que, atualmente, 100.000.000 de pessoas ao redor do mundo utilizam a água pluvial de alguma forma. Essa água coletada pode ser utilizada em diversas atividades como limpeza de banheiros, limpeza de equipamentos e do ambiente (OLIVEIRA et al, 2016).

A água da chuva pode ser captada por meio de superfícies como telhados, calhas, filtros e reservatórios, embora a qualidade da água retida por meio de telhados seja superior à de pavimentos (CARVALHO. 2007). A NBR 15527/2007 trata do aproveitamento de água da chuva, e fornece os requisitos necessários para esse aproveitamento em residências urbanas para utilização em fins não potáveis (GIACCHINI et al., 2011).

Dessa forma, o aproveitamento de águas pluviais geralmente é usado em destinos não potáveis, pois se torna mais econômico e prático. Considerando a importância do tema, este trabalho trata-se de um estudo de caso, que teve como objetivo geral analisar a viabilidade da implantação de sistema de captação de água da chuva em uma residência na cidade de Boa Esperança em Minas Gerais.

Demonstrando a importância do aproveitamento de água pluvial. Em termos específicos, a pesquisa buscou conhecer melhor os conceitos relacionados com o reaproveitamento da água pluvial, demonstrar a importância da valorização dessa riqueza natural e seu uso adequado para preservar os recursos finitos da natureza.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 O sistema de captação de águas pluviais

Cerca de 12% da disponibilidade de água doce do planeta está em território brasileiro, o que coloca o país em uma condição estratégica e de grande destaque por conta de seu elevado potencial hídrico, o que implica em torno de 53% em termos de vazão média total da América do Sul (TOMAZ, 2003)

O aproveitamento de água da chuva tem sido visto como uma alternativa promissora para problemas de escassez de água e inundações frequentes nas regiões metropolitanas. Aproveitar águas pluviais além de ser uma alternativa ao abastecimento, enriquece a ideia de conservação de água e efetua a educação ambiental (NUNES, 2016).

A captação e armazenamento do volume de água da chuva pode além de diminuir esses problemas, favorecer a economia de gastos decorrente do consumo de água de abastecimento. Por meio do armazenamento de água da chuva para usos não potáveis existe uma economia no consumo de água potável proveniente do abastecimento, levando-se em consideração que parte da água fornecida pelo sistema de abastecimento não será utilizada (LEMOS, 2017). De acordo com Tomaz (2015), a captação de água da chuva reduz em 30% o consumo de água potável proveniente do sistema de abastecimento.

De acordo com Marinoski (2007, p. 21), “a viabilidade de um sistema de aproveitamento de água pluvial depende dos seguintes fatores: precipitação, área de captação e demanda de água”.

O sistema de captação da água da chuva no geral é simples e contém dispositivos acoplados na sua instalação, sendo fundamental o uso de três elementos: precipitação, condutos horizontais e verticais e do reservatório de armazenamento. Outros sistemas mais complexos são usados em empresas de grande porte que requerem a assistência de profissionais qualificados, uma vez que armazenam grandes volumes de água (WATERFALL, 2002).

A Norma Brasileira 15.527/2007 lista os requisitos necessários para o aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis, nela estão inclusas especificações quanto a área de captação, condutores, reservatório, instalações prediais, qualidade da água, bombeamento e manutenção (ABNT, 2007).

Nesta norma, existem três pontos principais que devem ser levados em consideração sendo eles: a origem da água a ser coletada, atualmente conforme a norma apenas a água do telhado pode ser aproveitada. Os usos da água da chuva, como lavagens de pisos, carro, irrigação e drenagem de vasos sanitários. E por fim, o dimensionamento da cisterna, que deve ser feito utilizando a área do telhado e o índice pluviométrico da região (ECOCASA, 2018)

A norma determina, ainda, que a destinação da água, mesmo sendo de excelente qualidade, a água da chuva não deve ser utilizada para fins potáveis, a exemplo de banho, consumo humano e lavagem de louça. Mas tem ampla aplicação em lavagem de pisos, carros, irrigação, drenagem de vasos sanitários, processos industriais, dentre outros (ABNT, 2007).

2.2 Principais componentes de um sistema de captação de água

Os principais elementos que compõem um sistema de captação de água de chuva são: Área de captação, bombas e reservatório.

A captação de água da chuva pode ser realizada através de telhado de casas ou demais construções da propriedade, fazendo uso de calhas e encanamentos condutores e posteriormente armazenar essa água em cisternas ou outro tipo de reservatório (REGELMEIER; KOZERSKI, 2015).

O dimensionamento de um sistema deve levar em consideração o coeficiente de escoamento superficial, coeficiente de *runoff* “[...] que é o quociente entre a água que escoou pela superfície de captação pelo total de água precipitada. Esse coeficiente varia com a inclinação e com o material da superfície de captação.” (ANNECCHINI, 2005, p. 50). No quadro 1, pode ser vista a relação do coeficiente com cada tipo de telhado.

Quadro 1 - Coeficiente de Runoff

MATERIAL	COEFICIENTE DE RUNOFF
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas esmaltadas	0.9 a 0.95

Telhas corrugadas de metal	0,8 a 0,9
Cimento amianto	0,8 a 0,9
Plástico	0,9 a 0,95

Fonte: Adaptado de Tomaz (2010)

Para um sistema de águas pluviais ser viável, é de extrema importância que os reservatórios sejam dimensionados corretamente, pois ele é um dos componentes de maior custo de instalação.

Quando o sistema de captação necessita de bombeamento, este deve atender a normas da NBR 12214/92. E também, deve ser feita a análise das recomendações das tubulações de sucção e recalque, velocidades mínimas de sucção e seleção do conjunto motor-bomba

De acordo com Justino e Nogueira (2012, p. 1), “a seleção de uma bomba é feita em função da vazão e da altura manométrica da instalação. A vazão depende do consumo diário da instalação, jornada de trabalho da bomba e do número de bombas em funcionamento”. Normalmente as bombas utilizadas em sistemas de captação são as centrífugas acionadas por motores elétricos (NETO, 1998).

Para a instalação de um sistema de captação de água da chuva deve-se ter conhecimento de todos os fatores que implicam seu funcionamento, “[...] os reservatórios de água de chuva podem ser enterrados, semi-enterrados, apoiados sobre o solo ou elevados. Esses reservatórios podem ser construídos de diferentes materiais, como concreto armado, alvenaria, fibra de vidro, entre outros.” (ANNECCHINI, 2005, p. 42).

Para dimensionar um sistema de aproveitamento de águas pluviais, deve-se considerar o dimensionamento dos reservatórios, que devem contar com uma margem de segurança, que impeça tanto um sub-dimensionamento quanto um super-dimensionamento, essa margem de denomina-se confiabilidade do sistema (SCHNEIDER; BARBISAN; BENETTI, 2016).

A NBR 15527 apresenta seis métodos para dimensionamento de reservatórios de aproveitamento de águas pluviais, esses métodos são: o método Rippl, o método da simulação, o método de Azevedo Neto, o método prático alemão, o método prático inglês e o método prático australiano.

2.3 Método Rippl

O dimensionamento proposto por Rippl, é um método de fácil aplicação, amplamente utilizado. Ele determina o volume de acordo com a área de coleta e precipitação registrada, e levando em consideração que toda a água precipitada é parcialmente armazenada, associando o volume ao consumo mensal da construção. Que pode ser constante ou não, quanto menor o intervalo de dados de precipitação, maior é a precisão do dimensionamento (CAMPOS, 2007).

Em algumas hipóteses o método Rippl superdimensiona o reservatório, mas ainda assim este método deve ser utilizado, para se obter o limite superior do reservatório, prevendo assim o atendimento de 100% da demanda, isso porque quanto maior o reservatório menores são as chances dele falhar (TOMAZ, 2010).

Existem duas formas de calcular o volume de um reservatório por este método, neste trabalho foi abordado apenas o método analítico, que é o método que visa manter uma regularidade de armazenamento, mesmo nos períodos de pouca chuva (TOMAZ, 2010).

O volume do reservatório é calculado, através da diferença entre a necessidade de consumo e o volume de água coletada, como mostrado na fórmula abaixo:

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

Onde:

$S(t)$ - volume de água no reservatório no tempo t em m^3

$Q(t)$ - é o volume de chuva aproveitável no tempo t em m^3

D - demanda ou consumo no tempo t em m^3

O volume de chuva aproveitável no tempo t é calculado através da Equação a seguir:

$$Q(t) = C \times \text{precipitação da chuva (mm)} \times \text{área de captação (m}^2\text{)}$$

Sendo que: C - coeficiente de escoamento superficial.

Finaliza-se o cálculo do volume do reservatório, sendo este valor o somatório dos volumes de água no reservatório no tempo t .

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

Sendo que: $E D(t) < E Q(t)$

V - volume do reservatório, bem como dos resultados obtidos se favoráveis ou não.

Nos tópicos a seguir serão apresentados os métodos utilizados para o dimensionamento de um sistema de captação de água, utilizando o método Rippl, em uma residência na cidade de Boa Esperança – Minas Gerais.

Ainda, devem-se avaliar as características físicas da edificação, os consumos de água e dados pluviométricos para em sequência analisar qual equação usar no dimensionamento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Como forma de se averiguar o potencial econômico de uma sistema de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis, o presente trabalho caracteriza-se como um estudo de caso em uma residência unifamiliar, com 4 pessoas na casa, com área de telhado igual a 100m², na cidade de Boa Esperança - MG.

Para isso, inicialmente, foi desenvolvida uma revisão bibliográfica sobre o tema onde foram analisadas publicações especializadas sobre o assunto em questão, e que apresentavam como proposta a implantação de um projeto semelhante e de igual magnitude ao proposto aqui neste estudo.

Em relação ao objeto de estudo, ele será descrito segundo segundo May (2004), os sistemas de coleta e aproveitamento de água de chuva nas edificações se configuram com base em quatro elementos fundamentais: área de coleta, condutores, armazenamento e tratamento.

Aqui resume-se o funcionamento do sistema que se pretende implantar segundo a concepção do projeto.

O seu funcionamento e aproveitamento de água pluvial implica geralmente, na captação de água de chuva que vai cair sobre os telhados ou lajes da edificação. Conduz-se a água até onde ela será armazenada por meio de calhas, condutores horizontais e verticais, que depois será encaminhada para equipamentos de filtragem para o consequente descarte de impurezas. Em determinados sistemas emprega-se um dispositivo que atuará desviando das primeiras águas de chuva. Posteriormente passa pelo filtro, a água é armazenada de forma geral em reservatório enterrado (cisterna) e, logo após ocorre o bombeamento para um segundo reservatório que se encontra elevado) a partir do qual as tubulações específicas para água pluvial distribuem a água para o consumo não potável (TOMAZ, 2010).

Sendo assim, foram executadas as seguintes etapas para a concepção deste estudo: Coleta de dados referentes ao consumo de água, levantamento pluviométrico da região,

dimensionamento do reservatório para aproveitamento de água pluvial e viabilidade de implantação do sistema em uma residência de médio porte com telhado de 100 m² no município de Boa Esperança.

O levantamento de dados referentes ao consumo de água, foi feito através da coleta de dados das faturas de água dos meses anteriores à construção do projeto juntamente à concessionária (SAAE), neste caso foram consideradas as faturas de janeiro a dezembro de 2020.

Os dados pluviométricos da região em questão foram levantados junto à Fundação PROCAFÉ, entre os anos de 2010 a 2020. Para o dimensionamento do reservatório de água pluvial, foi utilizado o método de Rippl.

Por fim foi realizada uma análise da viabilidade da implantação do sistema, que consiste na comparação dos valores financeiros entres as faturas de água anteriores e posteriores a implantação do sistema, bem como a soma de todo o gasto necessário e tempo de retorno do valor investido.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Fatores essenciais para dimensionamento do sistema de captação

Para dimensionar o sistema de captação de águas da chuva da residência do estudo, primeiramente foi feito o levantamento dos dados pluviométricos da região mais próxima à da residência, para isso foram coletados os volumes médios (mm) mensais de precipitação na cidade entre os anos de 2010 a 2020. Esses dados podem ser vistos no Quadro 2, a seguir.

Quadro 02 - Índices pluviométricos médios (mm) da cidade de Boa Esperança-MG

Mês/ Ano	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Média
JAN	198	338	335	419	48	117	345	142	257	226	225	241
FEV	141	90	49	222	13	107	164	115	136	272	145	132
MAR	117	261	185	161	118	202	175	102	89	162	167	158
ABR	18	93	85	61	82	73	21	66	20	67	63	59
MAI	14	5	34	72	15	46	31	60	23	120	44	42

JUN	16	20	111	36	6	9	54	43	0	14	18	30
JUL	11	1	23	29	33	6	0	0	0	8	14	11
AGO	0	12	1	1	14	18	45	3	70	15	18	18
SET	84	1	29	46	47	134	13	63	74	74	64	57
OUT	126	121	47	106	40	37	146	96	135	45	104	91
NOV	225	110	140	199	118	326	171	178	366	242	192	206
DEZ	176	226	225	165	165	173	161	279	230	253	249	209
Total	1127	1278	1263	1518	698	1249	1326	1147	1400	1498	1303	1255

Fonte: Adaptado de PROCAFÉ (2021)

Depois foram coletados os consumos médios de água pelos moradores da residência, para a realização do cálculo foi considerada a média do consumo de água em m³. No quadro 3 estão apresentados consumos mensais gastos entre os meses de setembro de 2020 a agosto de 2021 e o valor médio desse consumo que será utilizado nos cálculos.

Quadro 3 - Consumos mensais de água (m³)

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
30	32	31	28	29	27	30	32	26	28	28	30	29,25

Fonte: Do autor, 2021.

O valor médio de consumo de água potável considerado no estudo foi de 29,25 m³/29.250 litros por mês, o que representa 975 litros de água por dia, sendo 243,85 litros/pessoa (fazer um comparativo com a média nacional). Porém, no estudo estamos dimensionando o uso de água não-potável, que pode ser utilizada somente para algumas atividades domésticas. De acordo com Tomaz (2010), a água da chuva não é potável e, portanto, não deve ser usada para beber, lavar louça, cozinhar ou tomar banho. No entanto, ela serve na descarga dos banheiros, que é um ponto crítico de consumo, pois pode gastar até 9 litros a cada acionamento, para lavagem dos quintais externos que consome 2 litros/dia, e para lavagem do carro que consome 150 litros/por lavagem.

Sendo assim, o consumo de água não potável na residência de acordo com o número de pessoas é apresentado a seguir:

Consumo de água não potável para descarga:

$$4 \text{ (nm. de pessoas)} \times 9 \text{ (l/acionamento)} \times 5 \text{ (nm. de acionamentos)} = 180 \text{ litros/dia}$$

Consumo de água não potável para lavagem da área externa:

$$1 \text{ Quintal} \times 2 \text{ (l/por lavagem)} \times 1 \text{ (nm. de lavagem/dia)} = 2 \text{ litros/dia}$$

Consumo de água não potável para lavagem do carro:

$$1 \text{ (nm. de carros)} \times 150 \text{ (l/por lavagem)} \times 4 \text{ (nm. de lavagem/mês)} = 600\text{l/mês} = 20 \text{ litros/dia}$$

Consumo de água não potável diário corresponde a 202 litros/dia ou 0,202 m³ totalizando em um mês 6.060 litros ou 6,06 m³ que representa um percentual de 20,70% do volume total de água consumido.

Sendo assim, os dados necessários para calcular o reservatório na residência do estudo são:

$$\text{Consumo mensal} = 6,06\text{m}^3$$

$$\text{área do telhado} = 100 \text{ m}^2$$

$$\text{Demanda não potável} = 20,70 \%$$

Ainda é preciso ressaltar que a água será captada no telhado, que possui uma área de 100 m² e telhas cerâmicas, de modo que nos cálculos será utilizado o coeficiente de Runoff de 0,85 de acordo com o quadro 1.

4.2 Dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl

Conforme apresentado acima o consumo médio mensal que vai ser utilizado no sistema é de 6.060 litros, sendo assim o reservatório será calculado para uma demanda de 6,06 m³. Abaixo seguem os cálculos do volume do reservatório, onde foi calculado pelo método de Rippl.

Quadro 4 - Análise pelo Método de Rippl

Meses	Precipitação (Média) (mm)	Demanda (m ³)	Área de captação (m ²)	Volume de chuva (m ³) (Q)	Diferença entre demanda e volume
Janeiro	241	6,06	100	20,485	-14,425
Fevereiro	132	6,06	100	11,22	-5,16
Março	158	6,06	100	13,43	-7,37
Abril	59	6,06	100	5,015	1,045
Mai	42	6,06	100	3,57	2,49
Junho	30	6,06	100	2,55	3,51
Julho	11	6,06	100	0,935	5,125
Agosto	18	6,06	100	1,53	4,53
Setembro	57	6,06	100	4,845	1,215
Outubro	91	6,06	100	7,735	-1,675
Novembro	206	6,06	100	17,51	-11,45
Dezembro	209	6,06	100	17,765	-11,705

Fonte: Do autor, 2021.

O volume do reservatório é a soma de todos os valores positivos da última coluna, no caso 17,91 m³

Porém um reservatório deste tamanho não caberia no quintal da residência, e tendo em vista que o método de Rippl pode superdimensionar o reservatório, pois prevê um abastecimento total do sistema, houve a necessidade de utilizar o método da simulação para redimensionar este reservatório.

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.

Este método consiste em arbitrar um volume de reservatório e simular o seu comportamento, para o dimensionamento realizado neste estudo foi escolhido um reservatório de 15 m³. Os cálculos utilizando este método são apresentados no quadro 5, a seguir.

Quadro 4 - Análise pelo Método de Simulação

Precipitação (Média) (mm)	Demanda (m ³)	Area de captação (m ²)	Volume de chuva (m ³) (Q)	Volume do Reservatório	Nível do Reservatório antes	Nível do Reservatório depois	Suprimento de água
241	6,06	100	20,485	15	0	15	0
132	6,06	100	11,22	15	15	15	0
158	6,06	100	13,43	15	15	15	0
59	6,06	100	5,015	15	15	13,955	0
42	6,06	100	3,57	15	13,955	11,465	0
30	6,06	100	2,55	15	11,465	7,955	0
11	6,06	100	0,935	15	7,955	8,89	2,83
18	6,06	100	1,53	15	0	4,36	-1,7
57	6,06	100	4,845	15	0	3,145	-2,915
91	6,06	100	7,735	15	0	4,82	-1,24
206	6,06	100	17,51	15	0	10,21	0
209	6,06	100	17,765	15	5,21	16,915	0

Fonte: Do autor, 2021.

Através dos cálculos realizados foi possível verificar que no dimensionamento através do método de simulação, os meses de agosto, setembro e outubro não seriam atendidos com a água não potável, porém essa demanda não atendida nestes meses totaliza 5,83m³. A falta seria muito pequena, e nestes meses o sistema de água potável iria suprir o restante da água.

Além disso, não foram encontrados na cidade de Boa Esperança - MG, reservatórios com a capacidade de armazenamento para atender o dimensionado pelo método Rippl (17,91

m³), somente foram encontrados reservatórios de 20 mil litros que custam em torno de R\$15.000,00 mais que o dobro do preço, sendo assim é mais viável utilizar um reservatório menor que atenderá a residência quase o ano todo, do que utilizar um reservatório de 17,91 m³ para atender ao ano inteiro.

4.3 Sistema de captação

Após o cálculo de dimensionamento do reservatório de água, foi feito o levantamento dos materiais necessários para a sua implantação, os principais materiais e equipamentos a serem utilizados são: o reservatório principal, o reservatório superior, bomba, filtro e canalizações.

Como o volume diário de água não potável será de 202 litros/dia será utilizada uma bomba submersa no reservatório, dimensionada para esta vazão. Além disso, a casa do presente estudo possui todas as calhas ao redor do telhado.

O reservatório principal de captação de água (inferior) com capacidade de armazenamento de 15 mil litros será enterrado, para atender a um requisito da NBR 15527 que diz que este reservatório não deve ficar exposto ao sol e também para que a água coletada pela calha possa ser transportada por gravidade (ABNT, 2007).

O reservatório superior com capacidade de 200 litros será instalado na laje acima da varanda da área externa da casa, coberta somente por laje. Como o seu peso será de no máximo 200 kg, não haverá problemas de sobrepeso na laje.

O sistema de captação funcionará da seguinte forma: a água da chuva será coletada através das calhas do telhado, essas águas percorreram por canalização onde passará por filtro de carvão para remoção de impurezas e depois cairá no reservatório principal onde ficará armazenada. De acordo com o consumo de água do reservatório superior, a água do reservatório principal será bombeada, de forma automática.

Os materiais utilizados na cotação de preço para a construção do sistema de captação podem ser vistos nas figuras a seguir.

Figura 2 - Reservatório de armazenamento de água de 15 mil litros



Fonte: FORTLEV, 2021.

Figura 3 - Reservatório de armazenamento de água de 200 litros



Fonte: FORTLEV, 2021.

Figura 4 - Bomba Submersa



Fonte: Anauger Sappo, 2021.

Para a escolha da bomba, levou-se em consideração a vazão necessária do sistema, a bomba pode atender até 1400l/h, sendo suficiente para atender o sistema.

Figura 5 - Filtro de água com elemento filtrante



Fonte: ACQUALIMP, 2021.

Além desses equipamentos, também serão utilizadas canos e eventuais peças para fazer ligações da caixa d'água superior ao encanamento da lavanderia. Os preços dos equipamentos, materiais e mão-de-obra necessários à instalação do sistema estão na tabela 1, abaixo.

Quadro 5 - Custo com a instalação do reservatório

Material/Equipamento	Quantidade	Preço
Tanque de água 15.000L Fortlev	1	R\$ 7.179,00
Caixa d'água 250L Fortlev	1	R\$ 261,00
Bomba Submersa	1	R\$ 232,00
Filtro De Água Para Caixa D'água	1	R\$ 62,39
Canos e peças	Estimado	R\$ 200,00

Mão de Obras	2	R\$	300,00
Total		R\$	8.234,39

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Depois de dimensionadas todas as partes do sistema de utilização da água da chuva, pode-se calcular a economia de água potável que o sistema irá promover. Para isso o seguinte cálculo foi feito:

Consumo de água mensal: 29.250 litros ou 29,5 m³

Consumo de água não-potável mensal após instalação do sistema: 6.000 litros ou 6 m³

Redução no consumo de água mensal para 23.250 litros nos meses em que o sistema conseguirá suprir completamente a demanda. Isso representa uma redução de 54.000 litros ou 5.4m³ de água anual (considerando nove meses de uso).

De acordo com o site do SAAE Boa Esperança (2021), o preço da tarifa para o tipo de residência do trabalho vem da seguinte forma:

R\$=50, 24 até 15 metros cúbicos por mês;

R\$=2,86 para cada metro cúbico excedente;

Taxa de esgoto=60% da tarifa da água

Sendo assim o valor médio da fatura de água sem o reservatório seria correspondente a: R\$ 119,23 por mês e R\$ 1.430,76 por ano.

Com o uso do sistema de captação de água potável seria de: R\$ 95,98 por mês e R\$ 1.151,76 por ano.

Assim sendo, a redução anual de custos com o sistema seria de: R\$279,00.

O tempo necessário para se obter lucro sobre o investimento seria de 29 anos e cinco meses. Se pensarmos na viabilidade econômica deste sistema, os custos atrelados a sua instalação são altos e com retorno a longo prazo. Porém, devido às instabilidades climáticas, à crescente escassez de chuva e a alta na inflação, esse investimento pode ser viável do ponto de vista socioambiental. Além disso, os sistemas de coleta de água da chuva podem ser empregados como métodos simples e eficazes para conservação da água.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento populacional, aliado ao uso desenfreado de água potável, as mudanças climáticas, a poluição, e ao descarte indevido de dos efluentes domésticos e industriais em recursos hídricos, vem se tornando um alerta para uma possível escassez de água potável no planeta, fato responsável pelos vários desenvolvimentos de alternativas de reaproveitamento da água, entre elas estão os sistemas de captação de águas pluviais que ajudam a reduzir o consumo de água potável.

Este trabalho analisou a viabilidade de um sistema de captação de água de chuva em uma residência familiar na cidade de Boa Esperança em Minas Gerais, para isso foram coletadas informações referentes a estrutura do telhado da casa, os dados pluviométricos da região e o consumo mensal de água não potável da residência. Sendo assim, o dimensionamento foi feito para atender uma demanda mensal de 6.000 litros de água não potável.

O que pode-se observar foi que a viabilidade deste sistema do ponto de vista financeiro, o sistema não é uma opção viável se o proprietário da residência pretende obter lucros a curto e médio prazo com a sua instalação, isso porque o prazo de para o sistema se pagar é de 29 anos e 5 meses, um longo período. Porém, se os tarifários cobrados pelo SAAE da cidade subirem bruscamente, o sistema passa a ter um retorno mais satisfatório. Mas se pensarmos nos benefícios deste sistema para o meio ambiente, o sistema é viável a qualquer custo, já que a economia de água potável é real, e auxilia na preservação de água para as futuras gerações.

RAIN USE SYSTEM FOR NON-POTABLE PURPOSES AT FAMILY RESIDENCE IN BOA ESPERANÇA IN MINAS GERAIS

ABSTRACT

The excessive use of water and the increase in world population indicate a possible water shortage in the future, even in countries with abundant drinking water, a problem that demands special care from governments around the world, the need to preserve this finite

natural resource has become the focus of the development of rational alternatives for available water resources. One of these alternatives for the conservation of drinking water is rainwater harvesting, this activity basically consists of collecting rainwater and storing it in tanks so that it can be used in domestic and/or industrial activities for non-potable means, such as washing the external area, unloading, among others. Taking this into account, the objective of this work was to analyze the feasibility of implementing a rainwater catchment system in a residence in the city of Boa Esperança, Minas Gerais. For this, a case study was developed in a single-family house, where a roof water collection system was proposed with a non-water use demand of two hundred liters per day. For the implementation of the projected system, the investment would be around R\$ 8.234,39 reais, the annual volume of water collected will be approximately 54,000 liters, generating annual savings of R\$ 279 in the water bill. The installation of the system is not a viable option from a financial point of view because the period for the system to pay for itself is 29 years, but if we think about its benefit for the environment, the system is viable at any cost, since the drinking water savings are real, and help preserve water for future generations.

Keywords: System. Capture. Rainwater.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos. São Paulo, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA (Brasil); COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO 2018. **Guia nacional de coleta de preservação de amostras**: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Acesso em 28, set.2021

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em fevereiro de 2019.

CAMARGO, L. **Estudos do potencial hídrico global**. Saraiva, São Paulo, 2018.

CAMPOS, M.A.S. et al. Sistema de aproveitamento de água pluvial: aspectos qualitativos e quantitativos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS, 10., 2007, São Carlos. **Anais...**São Carlos: UFSCar, 2007. 1 CD-ROM.

COGERH. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.cogerh.com.br>. Acessado em janeiro de 2007.

FUNDAÇÃO PROCAFÉ. **Boletim de Aviso do Sul de Minas**. 2021. Disponível em: <<http://fundacaoprocafe.com.br/estacao-e-avisos/sul-de-minas/boletim-de-aviso>>. Acesso em: 10 nov. de 2021.

LIMA, A. C. O. RESSUREIÇÃO, Kássia Regina Franco. **Edificações com sistema de águas pluviais: Um estudo de caso.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 11, Vol. 06, pp. 134 -153 Novembro de 2018. ISSN:2448-0959

LOBATO, M. B. **Sistema de hierarquização de ações de conservação da água em edificações com aplicação do método Electre III.** 283 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Acesso em: 28, out.2021

MAY, S. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações.** Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva – Para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis.** Navegar Editora, São Paulo, 2003.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis.** 2^a. ed. São Paulo: Navegar Editora, 2005. 180 p