

**DIMENSIONAMENTO E VIABILIDADE DE UM SISTEMA DE
APROVEITAMENTO DA ÁGUA PLUVIAL PARA UMA RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR EM VARGINHA-MG**

José Guedes Da Silva Neto¹

Laísa Cristina Carvalho²

RESUMO

Devido ao uso desordenado, o desperdício da água e a contínua poluição global, o mundo vem sofrendo com a escassez hídrica. Com isso a captação e aproveitamento de águas pluviais vêm se tornando uma opção cada vez mais viável e na maioria das vezes sustentável e econômica. Esta pesquisa tem como objetivo fazer o dimensionamento do projeto de captação e aproveitamento de água pluvial e verificar se o sistema é economicamente viável para uma residência de médio padrão com quatro moradores situada na cidade de Varginha/MG. Após todos os cálculos e dimensionamentos previstos, foi feito o estudo de viabilidade do projeto, que levou em consideração o orçamento dos materiais a serem empregados, e a economia gerada. A economia que tal prática proporcionou foi de aproximadamente 60% no consumo mensal, um valor médio de R\$ 180,00 por mês a menos do que era pago anteriormente a implantação do sistema. Portanto, conclui-se que a implantação do sistema é viável e que gera uma boa economia no consumo de água potável, o tempo de retorno do investimento é de aproximadamente 5 anos.

Palavras-chave: Águas pluviais. Viabilidade. Dimensionamento.

1 INTRODUÇÃO

Devido ao uso desordenado e ao desperdício da água e a contínua poluição global, o mundo vem sofrendo com a escassez hídrica. Atualmente estão sendo planejados vários meios e métodos para uma possível melhora deste problema. Com isso o aproveitamento de

¹ Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário de Minas Gerais – UNIS/MG. Email: josefeguedes@outlook.com

² Prof. Me. Laisa Cristina Carvalho. Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Minas Gerais, mestre e doutoranda em Estruturas e Construção Civil pela Universidade Federal de São Carlos. Email: laisa.carvalho@professor.unis.edu.br

águas pluviais vem se tornando uma opção cada vez mais viável e na maioria das vezes sustentável e econômica.

No sistema de aproveitamento e coleta de água de chuva, a água é coletada em áreas impermeáveis como telhados ou piso e em seguida escoada pelas calhas e condutores até o armazenamento em reservatório, depois é lançada em um reservatório superior e distribuída até seus pontos de aproveitamento.

A captação de água de chuva pode trazer benefícios como diminuir a demanda de água tratada pelas concessionárias, aliviar o escoamento e drenagem em épocas de maior incidência de chuva, evitando problemas como as enchentes em áreas urbanas além de trazer uma ótima economia para as pessoas.

A pesquisa tem como objetivo fazer o dimensionamento do projeto de captação e aproveitamento de água pluvial e verificar se o sistema é economicamente viável para uma residência de médio padrão com quatro moradores situada na cidade de Varginha/MG, e em quanto tempo o investimento se paga.

Tratando-se de um problema cujo objetivo maior seria a economia de recursos hídricos, e sabendo-se que se poderia ser aproveitada a maior parte da água da chuva, pode-se notar que ocorreu uma economia bastante significativa em relação ao valor que era gasto em consumo de água.

Boa parte do consumo de água em uma edificação que era gasto com descarga, lavagem de veículos e lavagem de jardins e passeios, tarefas estas que agora são feitas utilizando a água pluvial, ao invés de água potável.

Em se tratando de uma residência simples onde se buscava a maior economia possível, optou-se por realizar um estudo e levantamento de gastos da edificação para realização de sistema de aproveitamento da água pluvial, visando a redução nos custos das contas de água e melhorando ainda mais a coleta da água dos telhados.

A água é um dos elementos mais preciosos e indispensáveis para a sobrevivência no planeta. Ela é um fator importante para a produção de diversas atividades sendo essencial para que haja desenvolvimento econômico e tecnológico. é importante a verificação da viabilidade do projeto para ver se realmente compensa a instalação do mesmo, verificando os custos e se o investimento se paga. Visto que a região de Varginha no sul de Minas Gerais já passa por alguns problemas de abastecimento e também de drenagem urbana. O estudo em

questão tem por finalidade diminuir o valor da conta de água, suprir o gasto, e também contribuir com a sustentabilidade.

2 CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS DE CHUVAS

2.1 Tipos de sistema de coleta de chuva

Segundo Herrmann e Schmidt (1999) apud Anecchini (2005), destacam-se os seguintes modelos de sistema de coleta de chuvas: Sistema de Fluxo total, Sistema de Derivação, Sistema de volume Adicional de Retenção e Sistema com Infiltração no Solo.

No sistema de fluxo total, toda a chuva coletada passa por um filtro antes de ser direcionada ao reservatório, onde a água transbordante é direcionada ao sistema de drenagem.

No sistema com derivação, também conhecido como sistema autolimpante, neste método é instalado desvio para que se descarte a água da primeira chuva, conduzindo-a ao sistema de drenagem.

No sistema com volume adicional de retenção, é construído um reservatório maior que o necessário com o intuito de evitar inundações. Assim, é instalada uma válvula para regular a saída de água apropriado ao volume adicional.

Já no sistema com infiltração no solo, toda a água coletada passa por uma tela ou filtro, e logo depois é direcionada ao reservatório de armazenamento. O volume excedido é encaminhado ao sistema de infiltração de água no solo.

2.2 Área de Captação e Condutores

A primeira etapa do sistema de aproveitamento de água pluvial consiste em definir onde seria feita a captação, geralmente utiliza-se qualquer superfície que não tenha tráfego de pessoas, automóveis e animais, ou seja, superfícies capazes de escoar a água para uma vertente, como exemplo temos pátios construídos para este fim, lajes e telhados.

O método mais comumente utilizado são os telhados, que por sua vez são escolhidos por proporcionar maior área de cobertura impermeável de um terreno e também por ser a maneira mais fácil de recolher a água com a menor contaminação possível. Para garantir o escoamento até os pontos previstos, é necessária uma inclinação de 0,5% segundo a NBR 10844/89. A inclinação dos tem influência na área de captação.

Para manter o fluxo de água coletada pela área de captação (telhados), o sistema de instalação apresenta dispositivos chamados de condutores, ligados diretamente ou indiretamente a área de captação. Os condutores são atribuídos como calhas, condutores verticais e condutores horizontais.

As calhas são cursos que colhem a água das coberturas. Devem ser feitas de chapas de aço galvanizado de acordo com NBR 7005/1981 e NBR 666/2015, PVC rígido, fibras de vidro, aço inoxidável, as mesmas devem ser instaladas centralmente, quando forem de calhas de beiral e calhas de platibanda, carecem de uma inclinação mínima de 0,5% uniformemente distribuídos, conforme NBR 10844/1989. Nas calhas de água furtada a inclinação é definida de acordo com o projeto. A declividade das calhas deve ser a menor possível no sentido dos condutores, respeitando uma inclinação mínima de 0,5% para evitar empoçamento, já a inclinação das calhas de água furtada vai variar dependendo do projeto de arquitetura. As seções usuais podem ser em formato retangular, U, V, circular ou semicircular.

Os condutores verticais são designados a recolher a água de calhas. O material deve ser adotado conforme NBR 8161/1983 e NBR 5580/2002, ou outro material que siga orientações previstas por norma. Devem ser projetados na mesma prumada, podendo ser internamente ou externamente do edifício, de acordo com a necessidade do projeto.

De acordo com a norma NBR 10844/1989, o condutor horizontal tem por finalidade recolher e conduzir a água recolhida até locais disponíveis. A NBR 8161/1983 diz que devem ser empregados tubos e conexões de ferro fundido, PVC rígido, cobre, concreto, entre outros, desde que se aplique a mesma. Recolhem a água dos condutores verticais e a leva até locais permitidos, e o material constituinte dos condutores vai depender das situações que os mesmos estarão sujeitos durante sua vida útil, normalmente são de PVC ou ferro fundido.

Os filtros para água de chuva são importantes equipamentos que devem ser instalados na entrada do reservatório, para que as sujeiras sejam filtradas e levadas do telhado pela própria chuva, sendo elas, folhas, galhos, sacos plásticos, papel, etc. Estas sujeiras não podem ser armazenadas juntas com a água, pois irá comprometer a qualidade, impedindo sua utilização.

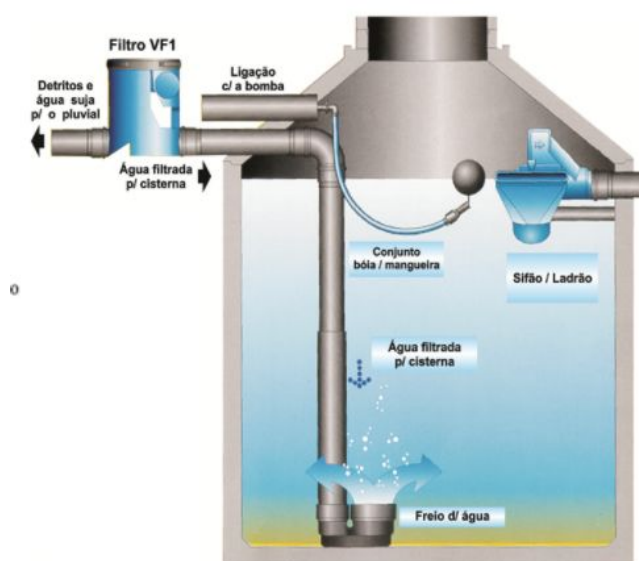
2.3 Reservatório e Bomba de Recalque

Outro componente do sistema é o reservatório, que é tão importante quanto o filtro, deve ser escolhido de forma a atender em volume os objetivos do projeto, tanto no que tange

a área de telhado, quanto às possibilidades de consumo, ou seja, quanto maior o telhado e maior as possibilidades de consumo, maior o reservatório. Ele deve ser enterrado, de forma a manter a água em uma temperatura mais baixa, o que contribui diretamente para a sua conservação, deve ser totalmente fechada para evitar a entrada de luz. O reservatório é o item de maior valor do sistema, seu custo pode representar entre 50% e 85% do valor total de um sistema de captação de água de chuva. Assim sua escolha influencia diretamente na viabilidade financeira deste (THOMAS, 2001). Os materiais que serão usados na construção dos reservatórios devem ser de acordo com sua disponibilidade no mercado e considerado as diferentes alternativas econômicas existentes (OLIVEIRA; KUNZ; PERDOMO, 2005).

É necessário a instalação de freio d'água e Multisifão anti bicho, pois este equipamento é responsável por frear e inverter o curso d'água. Deve ser instalado na entrada de água na cisterna, para evitar que a água seja lançada em forma de cascata, servindo para favorecer o processo de decantação assim contribuindo para a melhoria da qualidade da água. O multisifão deve ser instalado no tubo de transbordamento do reservatório, possibilitando assim uma renovação constante da água armazenada durante o período chuvoso, e não pode permitir a entrada de pequenos animais, que se presentes dentro do reservatório, favorecem a degradação da água armazenada, a imagem a seguir mostra o esquema do reservatório:

Figura 1 - esquema do reservatório



Fonte: Eco Sustentável/2020

Já a bomba de recalque é responsável por bombear a água que vai ser consumida, nela estará conectado ao conjunto flutuante e a tubulação do recalque. Na saída da cisterna, pode

ser instalado um dispositivo de automação, como o pressostato, para ligar e desligar a bomba ao comando de uma torneira ligada na rede de consumo da água de chuva, obtendo maior conforto na utilização do sistema.

2.4 Consumo de água

Para o cálculo da viabilidade do sistema, é necessário estimar a demanda. A tabela a seguir apresenta parâmetros que podem ser utilizados como base para estimar a demanda residencial de água que não necessita ser potável.

Tabela 1 – Parâmetros internos e externos de uma residência nos EUA

Uso interno	Uso externo
Uma pessoa utiliza o vaso sanitário de 4 a 6 vezes no dia	Lava-se carro uma vez por semana, sendo gastos 150 litros em cada lavagem
Um vaso sanitário consome cerca de 6 a 15 litros por descarga	No gramado ou na limpeza de calçadas ou cimentados, gastam-se cerca de 2 litros/dia/m ²

Fonte: Tomaz (1998)

Através desta tabela nota-se que os maiores consumos são aqueles não potáveis, ou seja, são processos que podem utilizar a água captada da chuva.

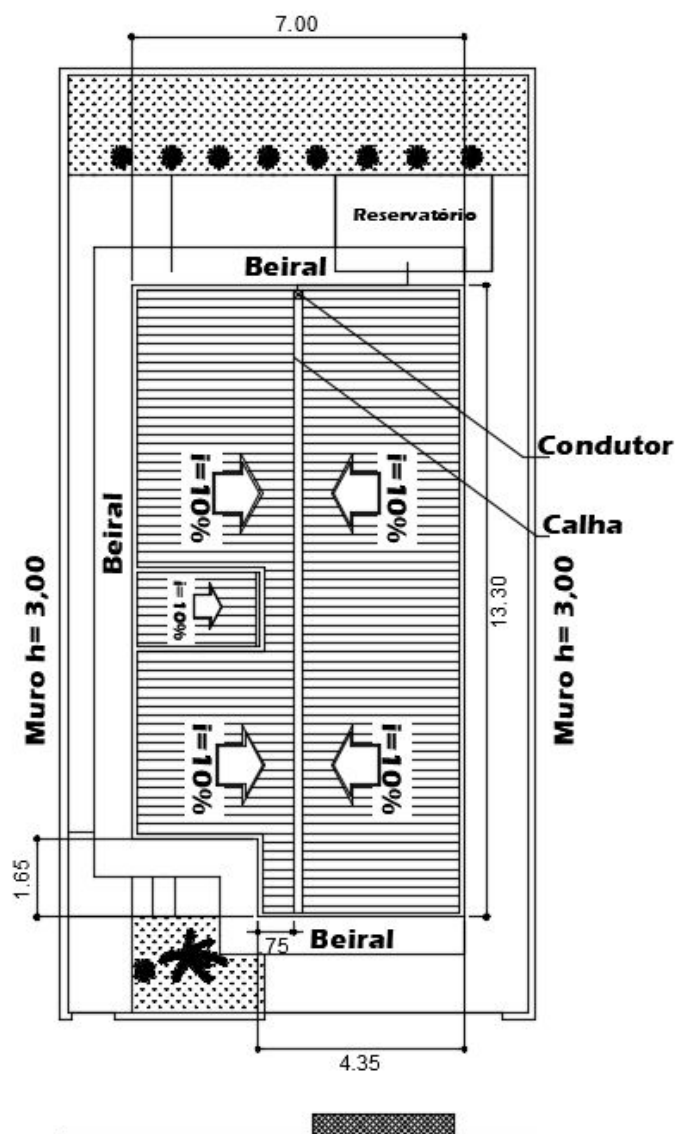
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Determinação da área de Captação

O projeto em questão foi realizado com base em uma residência unifamiliar com 4 moradores, em um terreno com 200 m², sendo situada na cidade de Varginha/MG, conforme figura 4 em anexos. Para efeito de projeto somente a captação da água do telhado foi considerada, sendo uma área plana igual a 87,20m², com inclinação de 10%. No cálculo da área de contribuição, foram considerados os incrementos devidos à inclinação da cobertura, conforme NBR 10844/1989.

A figura a seguir mostra o esquema da planta de cobertura do imóvel:

Figura 2 - Planta de cobertura



Fonte: O autor, 2020.

3.2 Vazão de projeto

Para determinar a vazão de projeto, primeiro foi necessário encontrar a intensidade de chuva, para isso foi utilizada a equação de chuva intensa do software Pluvio 2.1. Segue tabela com dados do pluvio para a cidade de Varginha-MG, e equação:

Tabela 2 - Dados do Plúvio de Varginha-MG

K	5987,104
A	0,218
B	32,694
C	1,087

Fonte: Plúvio/2020.

Para determinar a intensidade pluviométrica utiliza-se a seguinte equação:

Equação 1 – determinação de intensidade de chuva

$$I = \frac{kT^a}{(t+b)^c} \quad (1)$$

Onde:

I = intensidade média da precipitação intensa, mm h⁻¹;

T = duração da precipitação, min;

T = período de retorno, anos; e

K, a, b, c = Constantes de ajuste locais fornecidas pelo Pluvio.

Após determinar a área de captação e a intensidade, foi utilizada a fórmula a seguir para determinar a vazão de projeto:

Equação 2 – Vazão de projeto

$$Q = \frac{I \times A}{60} \quad (2)$$

Onde:

Q = Vazão de projeto, em L/min;

I = intensidade pluviométrica, em mm/h;

A = área de contribuição, em m².

3.3 Dimensionamento de calhas e condutores

O próximo passo foi fazer o dimensionamento das calhas, feito seguindo a NBR 10884/89, através da fórmula de Manning-Strickler, indicada a seguir:

Equação 3

$$Q = 60.000 \times \left(\frac{A}{n}\right) \times R_H^{2/3} \times S^{1/2} \quad (3)$$

Onde:

60.000 = constante para transformação de m³/s para L/min

Q = vazão do projeto (L/min)

A = área da seção molhada (m²)

P = Perímetro molhado (m)

RH = A/P = raio hidráulico (m)

n = coeficiente de Manning

S = declividade (m/m)

Depois utilizou-se o ábaco previsto na NBR 10844/1989, para a determinação das dimensões da calha.

Depois de determinar as dimensões das calhas é necessário determinar o diâmetro interno dos condutores verticais, que devem atender todas as exigências normativas, sendo o diâmetro interno (D) do condutor vertical é obtido através dos ábacos descritos na NBR 10844/1989.

Então é necessário fazer o dimensionamento dos condutores horizontais, que deve obedecer a NBR 10844/1989, que determina que para seção circular, pode-se utilizar uma tabela prevista na mesma, que leva em conta a rugosidade dos materiais e a declividade.

3.4 Dimensionamento do reservatório

O volume do reservatório foi realizado seguindo o método de Rippl extraído da NBR 15527 onde é levado em consideração para o cálculo as séries históricas mensais ou diárias do local do estudo, a área de captação, a demanda e o coeficiente de Run Off, conforme fórmula abaixo:

Equação 4 – Método de Rippl

$$S(t) = D(t) - Q(t) \quad (4)$$

$$Q(t) = C \times \text{Precipitação}(t) \times \text{Área de captação}$$

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

$$= C \times \text{Precipitação} \times \text{Área de captação}$$

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

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

Onde:

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

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

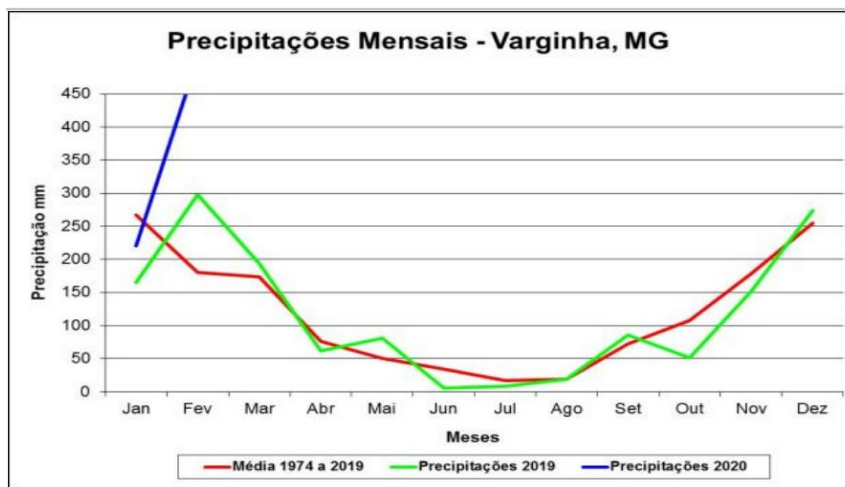
$D(t)$ é a demanda ou consumo no tempo t ;

V é o volume do reservatório;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

Para utilizar a fórmula anterior, primeiro foi buscado conhecer alguns dados de precipitação. Segue figura extraída do boletim da FUNDAÇÃO PROCAFÉ, identificando as precipitações mensais e a média histórica para todos os meses na cidade de Varginha-MG:

Figura 3 - Precipitações mensais na cidade de Varginha/MG



Fonte: Fundação Procafé/2020

Para o estudo de demanda foram considerados os usos mais comuns de água não potável, que geralmente são lavagem de veículos, descarga no vaso sanitário e limpeza de calçadas e pátios, conforme a tabela 1.

3.5 Dimensionamento da bomba de recalque

Após a determinação do volume do reservatório e traçado do projeto, deve-se então realizar o dimensionamento da bomba de recalque. O cálculo de todo sistema é dividido em etapas, sendo elas, cálculo de altura manométrica para dimensionamento do recalque, cálculo das perdas de carga e cálculo da potência do conjunto elevatório.

Equação 5 – Fórmula para determinação de altura manométrica

$$H_m = H_r + H_s \quad (5)$$

$$H_r = H_r + \text{perdas}(\text{rec})$$

$$H_s = H_s + \text{perdas}(\text{suc})$$

H_m = Altura manométrica;

H_r = Altura de Recalque;

H_s = Altura de sucção.

O dimensionamento de recalque é feito pela fórmula de Forchheimer:

Equação 6 – determinação do diâmetro de recalque

$$D = 1,3 \sqrt[4]{Q^3 X} \quad (6)$$

Onde:

D = Diâmetro da tubulação de recalque (m);

Q = Vazão de recalque (m³/s).

$$X = \frac{\text{Horas de funcionamento}}{24 \text{ horas}}$$

Potência dos Conjuntos Elevatórios:

Equação 7 – Potência do conjunto elevatório

$$P(\text{cv}) = \frac{\gamma \times Q \times H_m}{75 \times \eta} \quad (7)$$

Onde:

P = Potência em CV;

γ = Peso específico do fluido (Kg/m³);

Q = Vazão (m³/s);

Hm = Altura manométrica (m);

n = Rendimento do conjunto motor bomba (%).

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Baseados em cálculos feitos de acordo com normas vigentes, foram encontrados os seguintes resultados.

4.1 Cálculo da área de contribuição do telhado e vazão de projeto

Para a determinação da área de contribuição foram empregados os cálculos considerando a inclinação do mesmo conforme NBR 10844/1989, encontrando uma área de contribuição calculada de total de 114,32m². Para efeito de cálculos foi adotado um período de retorno de 5 anos, junto às informações obtidas pelo Plúvio de Varginha-MG conforme Tabela 2, foram determinadas a intensidade pluviométrica igual a 164,5mm/h e logo após o cálculo de intensidade foi determinada a vazão de projeto, onde foi considerado a área de contribuição igual a 114,37m², resultando em uma vazão de 313,43 l/min.

4.2 Dimensionamento das calhas

Para dimensionar tal dispositivo, foi considerado calha de seção retangular feita em aço galvanizado conforme, levando em consideração a vazão e a declividade, determinando assim uma seção de 30 cm de largura por 30 cm de altura, através do projeto arquitetônico foi determinado um comprimento de 13,50 m.

4.3 Condutores Verticais

Para dimensionar tais condutores adotou-se material de PVC com seção circular, tendo em consideração a área de captação do telhado, de acordo com os ábacos da NBR 10844/1989, que leva em consideração principalmente a vazão, foi determinado um diâmetro de 100mm, e um com comprimento de 3,0m levando em consideração o projeto arquitetônico.

4.4 Condutores horizontais

Para determinar os condutores horizontais foram levados em conta uma declividade de 1% e vazão calculada de 332,13 l/min, o material adotado sendo PVC, o dimensionamento de tais se deu através da NBR 10844/1989, chegando em um diâmetro de 100mm e um comprimento de 3,30 m através do traçado do projeto.

4.5 Reservatórios

Para determinar a Demanda de água foi considerado um consumo médio de 200 litros de água por dia para cada morador em uma residência de padrão médio conforme Carvalho Júnior (2014, p.43), e considerando que na casa habitam 4 moradores, foi estipulado um gasto mensal de 24.000 litros, como utilização de água não potável foram estipuladas conforme Tabela 1, o consumo para limpeza de jardim e calçadas, também para descarga e lavagem de veículos, chegando assim uma demanda mensal de 11,82 m³, de água não potável, ou seja mais de 50% de demanda para um consumo não potável.

Para o dimensionamento do reservatório foi adotada a fórmula de Rippl extraída da NBR 15527/2007 e montada uma tabela que leva em consideração a diferença entre o volume de chuva e a demanda de modo a estabelecer um reservatório que suporte água para suprir os meses de seca, conforme Tabela a seguir:

Tabela 3 – Dimensionamento de Reservatório através do método de Rippl

Coefficiente de Run off (CR) =		0,9 – telha cerâmica			
Meses	Chuva média mensal	Demanda mensal	Área de captação	Volum e de chuva mensal	Diferença entre o volume de chuva e demanda
	(mm)	(m ³)	(m ²)	(m ³)	(m ³)
Janeiro	275	11,82	114,37	28	16,18
Fevereiro	175	11,82	114,37	18	6,18

Março	175	11,82	114,37	18	6,18
Abril	75	11,82	114,37	8	-3,82
Mai	50	11,82	114,37	5	-6,82
Junho	40	11,82	114,37	4	-7,82
Julho	25	11,82	114,37	3	-8,82
Agosto	25	11,82	114,37	3	-8,82
Setembro	75	11,82	114,37	8	-3,82
Outubro	105	11,82	114,37	11	-0,82
Novembro	180	11,82	114,37	19	7,18
Dezembro	250	11,82	114,37	26	14,18
Volume do reservatório =					40,74

Fonte: NBR 15527/2007

Determinando um reservatório com volume total calculado de 40,74m³ com seção retangular definida conforme projeto arquitetônico de 3,30m x 2,00m e profundidade de 6,00m, chegando assim a um reservatório com volume total de aproximadamente 40m³.

4.6 Bomba de Recalque

O dimensionamento da bomba de recalque foi realizado pelo método previsto na NBR 12214/1992, onde foi considerado principalmente a diferença de nível ou altura manométrica e o rendimento de 75%, foram definidos valores de 50mm para tubulação de recalque e de 75mm para sucção, a bomba por sua vez foi definida com potência de 1cv.

4.7 Consumo de materiais

Na tabela abaixo, seguem os valores de custo da implantação do sistema de captação e aproveitamento de água pluvial:

Tabela 7 - Orçamento de material gasto

Materiais empregados	Consumo (quantidade)	Valor unitário
		R\$
Calha(30x30)	13,50m	R\$675,00
PVC(100mm)	6,5m	R\$140,00
Curva de 90°	3 unidades	R\$60,00
Kit VF 1	Filtro VF1 para até 200 m ² de telhado, 1 Freio d'água de 100mm, 1 Conjunto Flutuante de Sucção de 1", 1 Sifão Ladrão de 100mm.	R\$1900,00
Reservatório em concreto armado (3,3x2,0x6,0)	1	R\$3700,00
Motobomba Periférica Autoaspirante LKSm	1	R\$800,00
Sistema de automação	1	R\$500,00
Mão de obra	-	R\$500,00
	Total	R\$8.275,00

Fonte: O autor, 2020.

O valor de implantação total foi de aproximadamente R\$8.275,00 já considerando as perdas e a mão de obra, sendo que foi feito orçamento em 3 lugares diferentes sendo obtido o valor médio.

4.8 Estudo de viabilidade

Após todos os cálculos e dimensionamentos previstos, foi feito o estudo de viabilidade do projeto, que levou em consideração o orçamento dos materiais a serem

empregados, e a economia gerada, se baseando em valores médios de mercado para os materiais empregados na obra, possibilitando assim identificar qual o valor total gasto na obra e qual a economia gerada. Na tabela a seguir podemos ver o consumo de água para edificação em questão antes da implantação do sistema:

Tabela 4 – Valor mensal em função do consumo de água mensal

Faixas de consumo em 1000 L	Consumo da faixa em 1000 L	Unidades atendidas	Volume total	R\$ / 1000 L Água	Valor água R\$	R\$ / 1000 L Esgoto	Valor esgoto R\$	Subtotal R\$
Taxa	***	1	***	***	R\$ 15,97	***	R\$ 15,15	R\$ 31,12
0 a 5	5,000	1	5	R\$ 1,120	R\$ 5,60	R\$ 1,070	R\$ 5,35	R\$ 10,95
5 a 10	5,000	1	5	R\$ 3,165	R\$ 15,83	R\$ 3,007	R\$ 15,04	R\$ 30,86
10 a 15	5,000	1	5	R\$ 6,509	R\$ 32,55	R\$ 6,178	R\$ 30,89	R\$ 63,44
15 a 20	5,000	1	5	R\$ 7,895	R\$ 39,48	R\$ 7,500	R\$ 37,50	R\$ 76,98
20 a 40	4,000	1	4	R\$ 8,879	R\$ 35,52	R\$ 8,448	R\$ 33,79	R\$ 69,31
Soma	24,000		24,000		R\$ 144,93		R\$ 137,72	R\$ 282,65

Fonte: COPASA/2020

Para um consumo médio de 200 litros/dia por morador, a conta a ser paga era no valor médio de R\$282,65. Já na próxima tabela pode-se identificar o consumo após a implantação do sistema:

Tabela 5 – Valor mensal em função do consumo de água com o sistema em operação

Faixas de consumo em 1000 L	de Consumo da faixa em 1000 L	Unidades atendidas	Volume total	R\$ / 1000 Água	/ Valor L água R\$	R\$ / 1000 L Esgoto	Valor esgoto R\$	Subtotal R\$
Taxa	***	1	***	***	R\$ 15,97	***	R\$ 15,15	R\$ 31,12
0 a 5	5,000	1	5	R\$ 1,120	R\$ 5,60	R\$ 1,070	R\$ 5,35	R\$ 10,95
5 a 10	5,000	1	5	R\$ 3,165	R\$ 15,83	R\$ 3,007	R\$ 15,04	R\$ 30,86
10 a 15	2,175	1	2,175	R\$ 6,509	R\$ 14,16	R\$ 6,178	R\$ 13,44	R\$ 27,59
15 a 20	0,000	1	0	R\$ 7,895	R\$ 0,00	R\$ 7,500	R\$ 0,00	R\$ 0,00
20 a 40	0,000	1	0	R\$ 8,879	R\$ 0,00	R\$ 8,448	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Soma	12,175		12,175		R\$ 51,55		R\$ 48,97	R\$ 100,52

Fonte: COPASA/2020

Conforme tabela 5 que mostra o gasto médio após a instalação do sistema de captação e aproveitamento de água pluvial para os fins não potáveis, pode-se observar que a implantação do sistema trouxe uma economia média de aproximadamente 60% no valor da conta de água que custava R\$282,65, onde eram consumidos uma média mensal de 24.000

litros de água potável e passou a custar R\$100,52, economizando cerca de 11.800 litros, uma diferença de R\$182,13.

O sistema está preparado para suprir todos os meses de seca, porém não se pode ignorar o consumo de eletricidade da bomba que é de 1cv de potência e funcionará em determinados horários terá um custo aproximado de R\$50,00 mensal. Sendo assim uma economia de aproximadamente R\$132,13 em meses de consumo médio, o sistema se mostra vantajoso em questões de economia e sustentabilidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente artigo proporcionou uma análise e entendimento do funcionamento da captação e aproveitamento da água pluvial, sendo que além de trazer benefícios importantes para a população e meio ambiente, gera uma boa economia no consumo de água potável contribuindo assim com a sustentabilidade. O dimensionamento foi feito seguindo artigos e literaturas de autores experientes e normas vigentes.

Além de detalhar e explicar o funcionamento do reaproveitamento, trouxe uma proposta de verificar a viabilidade, a economia que tal prática proporcionou foi de aproximadamente 60% no consumo mensal de água potável, um valor médio de R\$ 180,00 por mês a menos do que era pago anteriormente a implantação do sistema. Mesmo com o gasto de energia da bomba, o sistema gera uma economia média de R\$ 132,13, com isso conclui-se que a implantação do sistema é viável e que gera uma boa economia no consumo de água potável. Visto que o valor de implantação do sistema é de aproximadamente R\$8.275,00, o investimento se paga em aproximadamente 5 anos.

SIZING AND FEASIBILITY OF A RAINWATER USE SYSTEM FOR A UNIFAMILIARY RESIDENCE IN VARGINHA-MG

ABSTRACT

Due to disordered use, water waste and continuous global pollution, the world has been suffering from water scarcity. With this, the capture and use of rainwater has become an increasingly viable option and most of the time sustainable and economical. This research has the objective of dimensioning the project for capturing and using rainwater and verifying whether the system is economically viable for a medium standard residence with four

residents located in the city of Varginha / MG, and in how long the investment pay. After all the predicted calculations and dimensions, the project's feasibility study was carried out, which took into account the budget of the materials to be used, and the savings generated. The savings that this practice provided was approximately 60% in monthly consumption, an average value of R \$ 180.00 per month less than what was paid before the system was implemented. However, it is concluded that the implementation of the system is feasible and that it generates good savings in the consumption of drinking water, the payback time is approximately 5 years.

Keywords: Rainwater.Viability.Dimensioning.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844:** Instalações de prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, ABNT, 1989, dezembro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12214:** Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, ABNT, 1992, dezembro.

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

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Instalações hidráulicas e o projeto de de arquitetura** / Roberto de Carvalho Júnior, 8ª ed. São Paulo: BLUCHER, 2014.

COPASA – Companhia de saneamento de Minas Gerais. Dados de custos. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/agencia-virtual/mais-servicos/conta/calculo-da-conta>> . Acessado em abril de 2020.

CREDER, Hélio. **Instalações hidráulicas e sanitárias** / Hélio Creder, 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

ECOSUSTENTÁVEL. **Equipamentos e soluções ambientais**. Disponível em: <<https://www.ecosustentavel.eng.br/>>. Acessado em outubro de 2020.

FUNDAÇÃO PROCAFÉ. Boletim de avisos N° 248. **Dados de precipitação**. Disponível em: <http://fundacaoprocafe.com.br/sites/default/files/boletim/sul_de_minas/Boletim%20Fevereiro%202020%20-%20SM.pdf>. Acessado em abril de 2020.

TOMAZ, Plínio. **Manejo de águas pluviais** / Plínio Tomaz, São Paulo: Navegar, 2010.

