

**CENTRO PAULA SOUZA
ETEC PHILADELPHO GOUVÊA NETTO
Técnico em Eletrotécnica**

**DESTINAÇÃO FINAL À ÁGUA CAPTADA E ARMAZENADA EM
RESERVATÓRIOS RESIDENCIAIS**

**Gabriel Henrique Silvestre
Marcelo Aparecido Buzinari
Pedro Murilo Pujati
Rafael Figueiredo
Vinicius Stivali**

**São José Do Rio Preto
2023**

Gabriel Henrique Silvestre
Marcelo Aparecido Buzinari
Pedro Murilo Pujati
Rafael Figueiredo
Vinicius Stivali

**DESTINAÇÃO FINAL À ÁGUA CAPTADA E ARMAZENADA EM
RESERVATÓRIOS RESIDENCIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Eletrotécnica da Etec Philadelpho Gouvêa Netto, orientado pelo professor Mario Kenji Tamura, como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Eletrotécnica.

São José Do Rio Preto
2023

RESUMO

O desenfreado processo de urbanização e o mal planejamento para receber a população ocasionou diversos problemas sociais, ambientais e econômicos, dentre eles podemos citar as enchentes.

Pensando nisso, a prefeitura de São José do Rio Preto criou no ano de 2008 a Lei nº 10.290, com o objetivo de controlar as cheias. Uma das formas desse controle adotado é implantar reservatórios de retenção/detenção em residências com superfície impermeável superior a 100 m².

Diante dessa iniciativa municipal, o presente trabalho desenvolverá um sistema de bombeamento para aproveitar a água armazenada no sistema de retenção/detenção em atividades do dia a dia, como por exemplo, descargas em vasos sanitários. Esse sistema pode ser ampliado e utilizado em outras atividades, como a irrigação de jardim e a lavagem do carro e do quintal.

Palavras-chave: Enchentes. Controle de enchentes. Reservatórios de retenção. Sistema de bombeamento de água

ABSTRACT

The unbridled process of urbanization and the poor planning to receive the population caused several social, environmental and economic problems, among them we can mention the floods.

Thinking about that, the city of São José do Rio Preto created Law nº 10,290 in 2008, with the aim of controlling floods. One of the forms of this adopted control is to implement retention/detention reservoirs in residences with an impermeable surface greater than 100 m².

In view of this municipal initiative, this work will develop a pumping system to use the water stored in the retention/detention system in day-to-day activities, such as flushing toilets. This system can be expanded and used in other activities, such as garden irrigation and car and yard washing.

Keywords: Floods. Controlling floods. Retention reservoirs. Detention reservoirs. Water. Pumping system

AGRADECIMENTO

A Deus, pela vida, e por nos ajudar a ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo do curso.

Aos nossos familiares, por nos incentivarem e também por compreenderem a nossa ausência durante esses dois anos de curso.

Ao Centro Paula Souza e a todos os nossos professores, pelas correções e ensinamentos que nos permitiram apresentar um melhor desempenho no nosso processo de formação profissional, em especial ao professor Alex Fabiano Ramalho Davoglio que não está mais presente em matéria, mas permanece vivo em nossos corações.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Crescimento da população e eventos de enchentes
- Figura 2 – Intervenções sobre os córregos Canela e Borá
- Figura 3 – Enchentes em São José do Rio Preto – SP em 1980
- Figura 4 – Sistema de captação de água da chuva (genérico)
- Figura 4.1 – Sistema de captação de água da chuva (protótipo 3D)
- Figura 5 – Área de contribuição de telhados
- Figura 6 – Localização do imóvel
- Figura 7 – Vista aérea do imóvel
- Figura 8 – Vista frontal do imóvel
- Figura 9 – Vista lateral do imóvel
- Figura 10 – Planta baixa
- Figura 11 – Planta do telhado
- Figura 12 - Cortes do imóvel
- Figura 13 - Área da garagem
- Figura 14 - Área do quarto 1
- Figura 15 - Área do quarto 2 e 3 e banheiro 1 e 2
- Figura 16 - Área da sala de estar, jantar e cozinha
- Figura 17 - Área da área de lazer, despensa e área de serviço
- Figura 18 - Área do reservatório
- Figura 19 - Reservatório
- Figura 20 - Motobomba periférica
- Figura 21 - Motobomba centrífuga
- Figura 22 - Motobomba Autoescovante
- Figura 23 - Motobomba injetora
- Figura 24 - Motobomba injetora
- Figura 25 - Disjuntor
- Figura 26 – Boia Elétrica
- Figura 27 – Relé
- Figura 28 – Relé falta de fase
- Figura 29 – Contator
- Figura 30 – Válvula solenoide
- Figura 31 – Cloro – Santab 90

Figura 32 – Diagrama de comando elétrico

Figura 33 – Diagrama de força

Figura 34 – Matriz Tarifária do Semaes

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Consumo de água/pessoa no uso da descarga

Tabela 2 – Consumo de água mensal no uso da descarga em uma residência

Tabela 3 – Índice Pluviométrico de São José do Rio Preto em 2022

Tabela 4 – Índice Pluviométrico de São José do Rio Preto em 2021

Tabela 5 – Índice Pluviométrico de São José do Rio Preto em 2020

Tabela 6 – Índice Pluviométrico de São José do Rio Preto em 2019

Tabela 7 – Média de precipitação nos últimos 4 anos

Tabela 8 – Volume de precipitação capaz de recolher a residência

Tabela 9 – Orçamento

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	10
1.1 – JUSTIFICATIVA.....	10
1.2 - OBJETIVOS	11
1.2.1 – Objetivo Geral	11
1.2.2 – Objetivo Específico.....	11
1.3 - METODOLOGIA	11
2 - DESENVOLVIMENTO.....	12
2.1 – Urbanização brasileira.....	12
2.2 – Enchentes	12
2.2.1 – São José do Rio Preto.....	14
2.2.1.1 - Enchentes em São José do Rio Preto.....	14
2.2.2 – Lei nº 10.290/2008 – Programa Permanente de Gestão das Águas Superficiais.....	16
2.2.3 – Zonas de São José do Rio Preto com a obrigação de instalação da caixa de retenção de águas pluviais.....	18
2.3 – Sistema de captação da água pluvial.....	18
3 – Levantamento de dados	22
3.1 – Consumo de água por residência.....	22
3.2 – Índice pluviométrico.....	23
3.3 – Área de Contribuição.....	25
3.4 – Área de Contribuição em análise	26
3.4.1 – Localização	26
3.4.2 – Cálculo da área de contribuição	31
3.5 – Cálculo do reservatório de retenção/retenção pluvial.....	35
3.5.1 – Reservatório superior	36
4 – IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA.....	37

4.1 – Dispositivos	37
4.1.1 – Motobomba	37
4.1.2 – Disjuntor	40
4.1.3 – Boia Elétrica	41
4.1.4 – Relé	42
4.1.4.1 – Relé falta de fase.....	43
4.1.5 – Quadro de comando.....	43
4.1.6 – Contator.....	44
4.1.7 – Válvula Solenoide.....	44
4.1.8 – Pastilha de cloro.....	45
4.2 – Comando elétrico	45
4.2.1 – Diagrama do comando elétrico.....	46
4.2.2 – Diagrama de força	47
4.3 – Orçamento do comando elétrico	48
4.3.1 – Payback.....	48
5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
6 – REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	50
ANEXO 01.....	53

1- INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, houve um acelerado processo de urbanização, entretanto, não se pensou em uma estratégia para receber a população, com isso, as cidades brasileiras tiveram grandes impactos negativos.

Devido ao mau planejamento ao receber essa população nas áreas urbanas, as grandes cidades e muitas vezes, até pequenas cidades, tornaram-se palco de problemas ambientais, sociais e econômicos. Dentre esses problemas podemos citar as enchentes.

A urbanização trouxe como ponto negativo, a impermeabilização do solo e a ocupação de áreas que não deveriam ser habitadas. Dessa forma, normalmente no verão, ou em períodos de grandes precipitações, tem se formado enchentes, com isso, inúmeros prejuízos refletem na população, como por exemplo, danos materiais, contaminações por doenças, morte e a interrupção de atividades econômicas.

Para controlar as enchentes, a Prefeitura de São José do Rio Preto vigorou em 24 de dezembro de 2008 a Lei nº 10.290, que tem como um dos objetivos controle de cheias, de modo a minimizar situações de riscos ambientais, econômicos, sociais e humanos decorrentes delas.

Diante disso, este trabalho apresentará solução para reutilizar a água pluvial armazenada em dispositivos de retenção/detenção presentes em edificações que possuem superfície impermeável superior a 100 metros quadrados.

1.1 – JUSTIFICATIVA

O crescimento populacional, o efeito estufa e a falta de conscientização da população tem cada vez mais diminuído os nossos recursos naturais, dentre eles, a água potável. Pensando nisso, tem-se a possibilidade de solucionar dois problemas com a reutilização da água pluvial retida no reservatório de retenção/detenção pluvial: contribuir com a diminuição de água pluvial nas sarjetas da rede pública e reduzir o

consumo de água potável em atividades diárias através do aproveitamento dessa água que seria descartada.

1.2 - OBJETIVOS

1.2.1 – Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é criar um sistema de bombeamento em residências na cidade de São José do Rio Preto com área impermeável superior à 100 m², ou até mesmo para residências que tenham o interesse de aproveitar a água pluvial e com isso, diminuir o consumo de água potável, o que refletirá na redução dos gastos na conta de água e esgoto.

1.2.2 – Objetivo Específico

O objetivo específico deste trabalho é apresentar um sistema de bombeamento que transportará a água pluvial armazenada no reservatório de retenção/detenção para um sistema de distribuição, o qual fornecerá a água reutilizável para pontos de consumo.

1.3 - METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho foi realizada teoricamente, baseada em pesquisas de artigos científicos, dissertações, teses de mestrados, leis, órgãos públicos como a Prefeitura de São José do Rio Preto e softwares.

2 - DESENVOLVIMENTO

2.1 – Urbanização brasileira

O crescimento urbano no Brasil nos últimos séculos, para Silva e Teixeira (1999), relaciona-se à economia, visto que a industrialização, associada à procura de melhores empregos, provocou grande movimento migratório da área rural para a área urbana (êxodo rural).

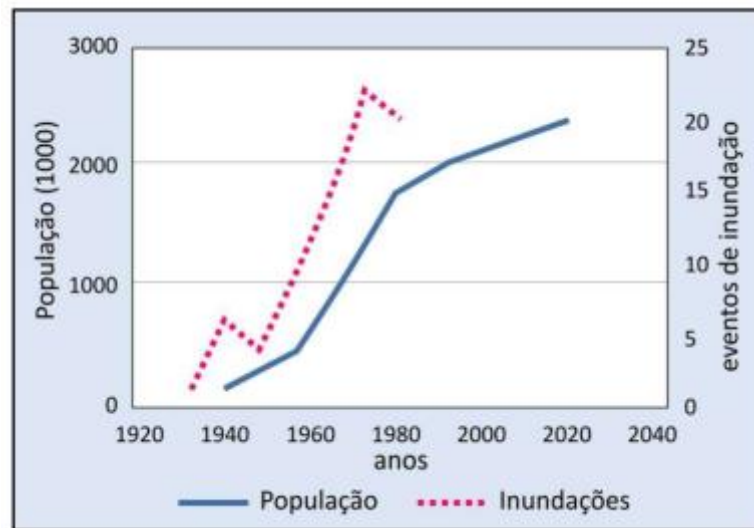
Essa migração, com ausência de planejamento, resultou na expansão urbana desordenada e na utilização de áreas fragilizadas. A falta de planejamento é responsável por diversos problemas que as cidades vivem atualmente, tanto no âmbito econômico, social e ambiental.

2.2 – Enchentes

Segundo Ártico, B.C (2013), o desenvolvimento das cidades em áreas próximas a cursos d'água, em áreas frágeis e sem planejamento do uso e ocupação do solo acarreta em inundações nos períodos de maior precipitação, o que proporciona prejuízos sociais, econômicos e ambientais para as cidades.

A partir da década de 60, a falta de aprimoramento nas práticas sanitárias junto com a expansão das cidades ocasionou em graves problemas de infraestrutura urbana e na ocorrência constante de enchentes.

Figura 1 – Crescimento da população e eventos de enchentes



Fonte: Ártico, B.C (2013)

Segundo Genz e Tucci (1995), os principais impactos da urbanização sobre os processos hidrológicos estão relacionados à forma de uso e ocupação do solo, bem como ao aumento das superfícies impermeáveis nas bacias que se localizam próximas às zonas de expansão urbana ou inseridas no perímetro urbano.

O processo de impermeabilização do solo, ocorrido nos últimos anos em decorrência da intensa urbanização das cidades, tem como consequência o aumento do escoamento superficial.

Segundo Tucci e Mendes (2006), a urbanização sobre o meio natural hidrológico provoca o aumento das vazões de cheia e a deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea. A redução da infiltração das águas pluviais, a aceleração do escoamento superficial e, conseqüentemente, o aumento das vazões máximas, são outros efeitos.

A presença de calçadas, ruas e construções resulta em menor área útil de solo para que ocorra a infiltração da água pluvial, logo maior é a vazão do escoamento superficial, o que pode ocasionar inundações de áreas ribeirinhas e inundações oriundas da urbanização.

Essas inundações causam grandes problemas para a sociedade, como por exemplo: destruição de casas, mortes, paralisação de atividades econômicas, proliferação de doenças, entre outras.

Diante disso, é de extrema importância que o uso e ocupação do solo nas zonas urbanas sejam planejadas para que futuramente não acarrete em problemas que causarão prejuízo a todos.

De acordo com o Manual de Drenagem urbana da região metropolitana de Curitiba-PR, os projetos de drenagem urbana têm como objetivo escoar a água pluvial o mais rápido possível para fora da área projetada, entretanto, devido à grande velocidade de escoamento, muitas vezes a área jusante não é capaz de receber toda a água, com isso é muito comum que ocorram inundações locais. Muito importante lembrar que o aumento de áreas impermeáveis (construções) acarreta maior quantidade de água drenada em direção aos rios.

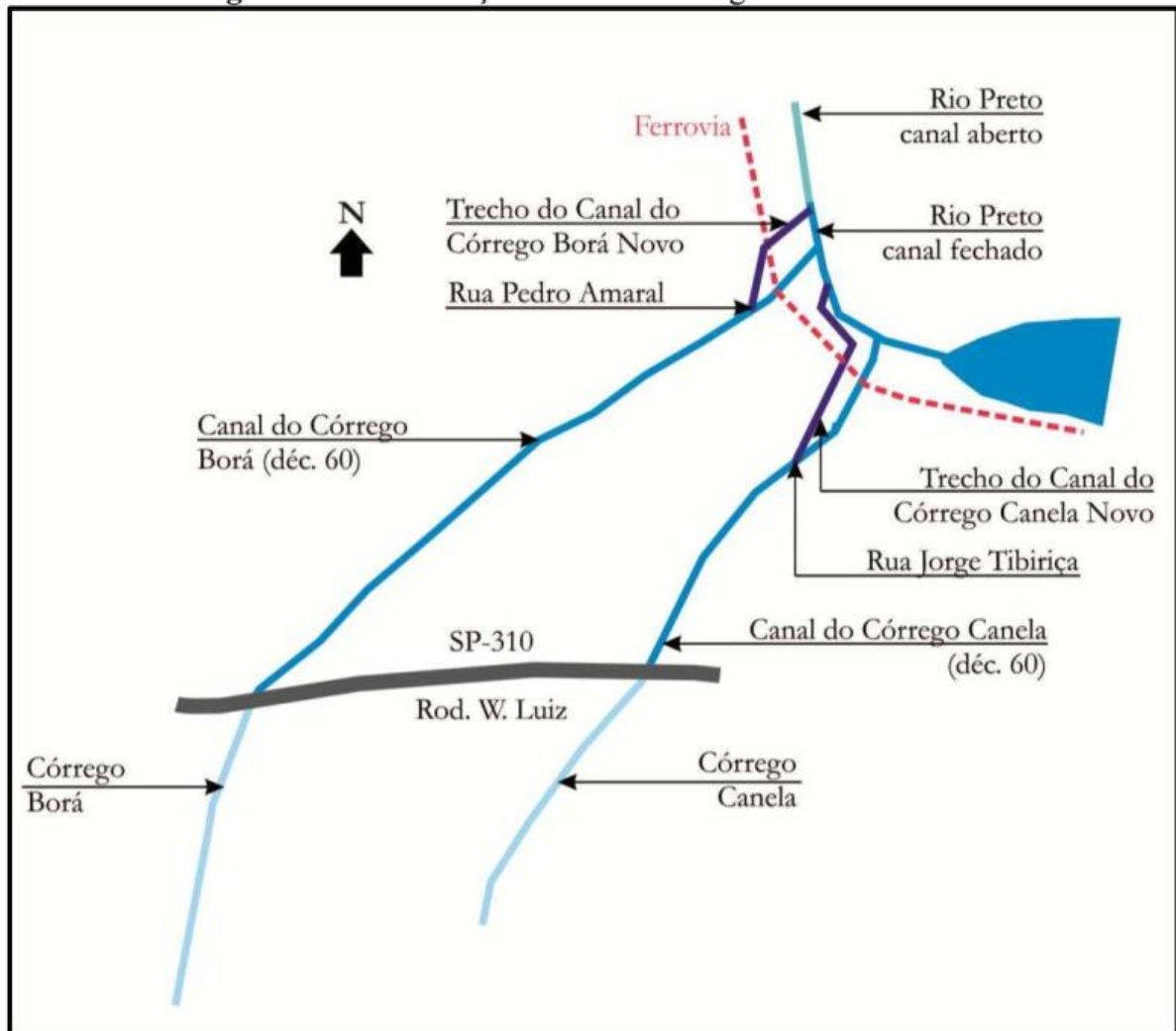
2.2.1 – São José do Rio Preto

São José do Rio Preto é um município localizado no interior de São Paulo, com 431,94 km², sendo 38,06 % desta correspondente a zona urbana e 61,94 % a zona rural. Segundo dados do IBGE de 2010, a população estimada é de 408.435 habitantes, 93,91% dessa população compõe a zona urbana e 6,09 a zona rural. Ele é o 11º município mais populoso de São Paulo.

2.2.1.1 - Enchentes em São José do Rio Preto

Segundo Ártico, B.C (2013), na década de 60, a avenida Alberto Andaló e a Bady Bassit foram implantadas nos talvegues dos córregos Canela e Borá, respectivamente, após canalização deles. Essa canalização foi necessária para o desenvolvimento físico da cidade. Na década de 70 houve a canalização do Rio Preto entre a Represa Municipal e a Avenida Bady Bassit.

Figura 2 – Intervenções sobre os córregos Canela e Borá



Fonte: Ártico, Beatriz de Carvalho

Com a implantação dessas avenidas, houve um rápido crescimento urbano, porém de forma desordenada, o que teve como reflexo, a partir de 1980, frequentes inundações.

Figura 3 – Enchentes em São José do Rio Preto – SP em 1980



Fonte: Ártico, Beatriz de Carvalho

Na década de 90, houve a primeira intervenção no canal da Av. Alberto Andaló, em 2001 inicia-se a segunda intervenção, dessa vez na Av. Bady Bassit, com essas intervenções, observou-se melhora no comportamento do fluxo das águas durante as chuvas intensas, porém as inundações continuaram correndo (sem força suficiente para carregar os veículos ao longo das avenidas).

Em 2008, com o intuito de promover uma gestão voltada à drenagem urbana, é aprovado o Programa Permanente de Gestão de Águas Pluviais, através da Lei 10.290/2008, cuja finalidade é determinar que as águas excedentes, sejam detidas na própria área, por meio de reservatórios ou poços de infiltração. Após 2008, inúmeras outras obras antiinchenches foram realizadas na cidade.

2.2.2 – Lei nº 10.290/2008 – Programa Permanente de Gestão das Águas Superficiais

No dia 24/12/2008 foi criada a lei 10.290/2008 que diz respeito ao Programa Permanente de Gestão das Águas Superficiais (PGAS) da Bacia Hidrográfica do Rio Preto. De acordo com o art. 2º da lei supracitada, ela tem como objetivo:

I - garantir água para o abastecimento urbano através da continuidade do aproveitamento e uso das águas do Rio Preto, dentro dos limites ambientais e hidrológicos que as condições climatológicas da região e as leis ambientais permitam;

II - realizar obras e serviços de saneamento do solo e da água, que resultem em benefício para toda a população do município, através de ações compatíveis com a sustentabilidade ambiental a serem por estas obras viabilizadas;

III - viabilizar a realização das melhorias de interesse da sociedade, visando o controle das cheias, de modo a minimizar situações de riscos ambientais, econômicos, sociais e humanos delas decorrentes, em função da situação atual e da tendência futura da ocupação do solo dessa bacia; e,

IV - estabelecer as condições de monitoramento, de controle e de conservação ambiental dessa bacia que permitam o permanente acompanhamento desses objetivos.

No art. 3º ela informa que a consecução dos objetivos do PGAS será garantido e realizado através da implementação de sucessivos Planos de Ação de Combate a Enchentes, que serão atualizados a cada quatro anos e no art. 5º que toda edificação a ser aprovada pelo Poder Público Municipal, cuja superfície impermeável resulte em área superior a 100 (cem) metros quadrados, deverá contemplar em seu projeto a construção de dispositivos de retenção/detenção das águas pluviais que retardem o escoamento destas para a rede pública de drenagem, com previsão de vazão máxima específica igual a 13 (treze) litros por hora por metro quadrado (l/h.m²).

Ainda, no § 3º do art. 5º ela exige um sistema que conduza toda água captada por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos ao(s) dispositivo(s) de retenção/detenção das águas pluviais, de modo que a água precipitada não seja lançada diretamente para ruas e sarjetas.

2.2.3 – Zonas de São José do Rio Preto com a obrigação de instalação da caixa de retenção de águas pluviais

Segundo a Lei 13.709 de 14 de janeiro de 2021 – “Dispõe sobre o Zoneamento e as regras para o Uso e Ocupação do Solo do Município de São José do Rio Preto e dá outras providências”, com o fim de objetivar a atividade edilícia do município, o perímetro da cidade fica caracterizado por sua segmentação geográfica em Zonas.

De acordo com o com os art. 22 e 23 da lei supracitada, entende-se por Zona a área na qual predominam um ou mais usos, sendo esta delimitada por vias, logradouros públicos, acidentes geográficos ou divisas de lotes. O município de São José do Rio Preto é dividido em 14 Zonas, sendo que as Zonas 5 e 10 dizem respeito aos imóveis onde é necessário a implantação do reservatório de retenção/detenção de água pluvial.

V – Zona 05 – Recuperação Urbana: Zona com ampla diversidade de usos e formada por áreas de qualidade urbana em vias de degradação que, por este motivo, devem ser preservadas, recuperadas e revitalizadas;

X – Zona 10 – Avenidas, Fundos de Vale e Áreas Especiais: Zona composta, principalmente, por avenidas e fundos de vale, é caracterizada por uso residencial e de atividades econômicas, bem como formada por áreas de interesse público e que, por isso, merecem tratamento especial a critério do GRAPROURB e do CPDDS;

Trechos extraídos do art. 23 da lei de zonamento

2.3 – Sistema de captação da água pluvial

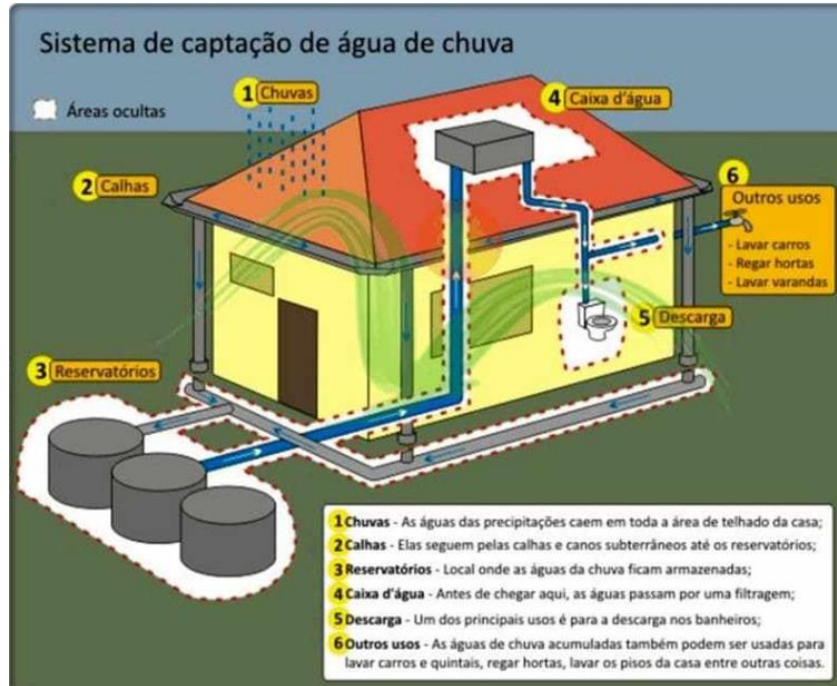
O sistema de captação da água pluvial pode ser simples ou de complexas instalações podendo conter diversos tipos de dispositivos. Os sistemas simples dependem fundamentalmente de três elementos: precipitação, condutores horizontais e verticais e do reservatório de armazenamento. Já os sistemas complexos, são indicados para obras de grande porte, pois necessitam de assistência profissional, investimentos e reservatórios para maior capacidade de armazenamento de água pluvial (WATERFALL, 2002).

O sistema necessita dos condutores horizontais (calhas) para coletar a água da chuva que cai no telhado e então conduzi-la através dos condutores verticais (canos) até o reservatório. O sistema poderá trabalhar por gravidade ou através da inserção de bombas para realizar a condução da água para outros reservatórios.

Segundo FRAVETTO, C.R. (2016), além da NBR 15.527 (2007), uma parceria entre a Agência Nacional das Águas – ANA, a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo – FIESP e o Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo – SindusCon (ANA, FIESP e SindusCon-SP, 2005) elaboraram o Manual de Conservação e Reuso da Água em Edificações, apresentando uma metodologia básica para o projeto de sistemas de coleta, tratamento e uso de água de chuva, conforme apresentado na figura abaixo e descrito através das seguintes etapas:

- Determinação da precipitação média local;
- Determinação da área de coleta;
- Determinação do coeficiente de escoamento;
- Projeto dos sistemas complementares (grades, filtros, tubulações, etc.);
- Projeto do reservatório de descarte;
- Escolha do sistema de tratamento necessário;
- Projeto da cisterna;
- Caracterização da qualidade da água pluvial;
- Identificação dos usos da água (demanda e qualidade).

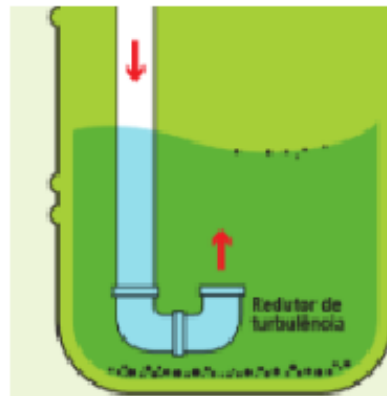
Figura 4 – Sistema de captação de água da chuva (genérico)



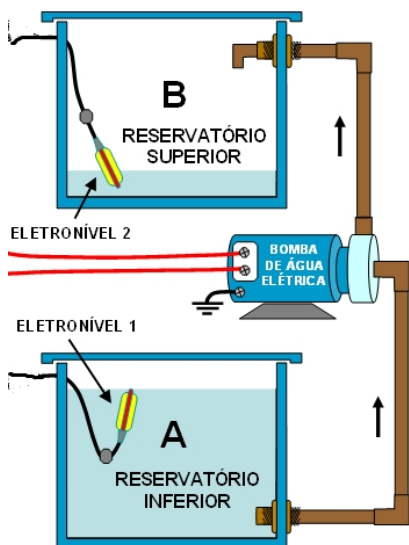
Fonte: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/reutilizacao-de-agua>



Detalhamento das calhas

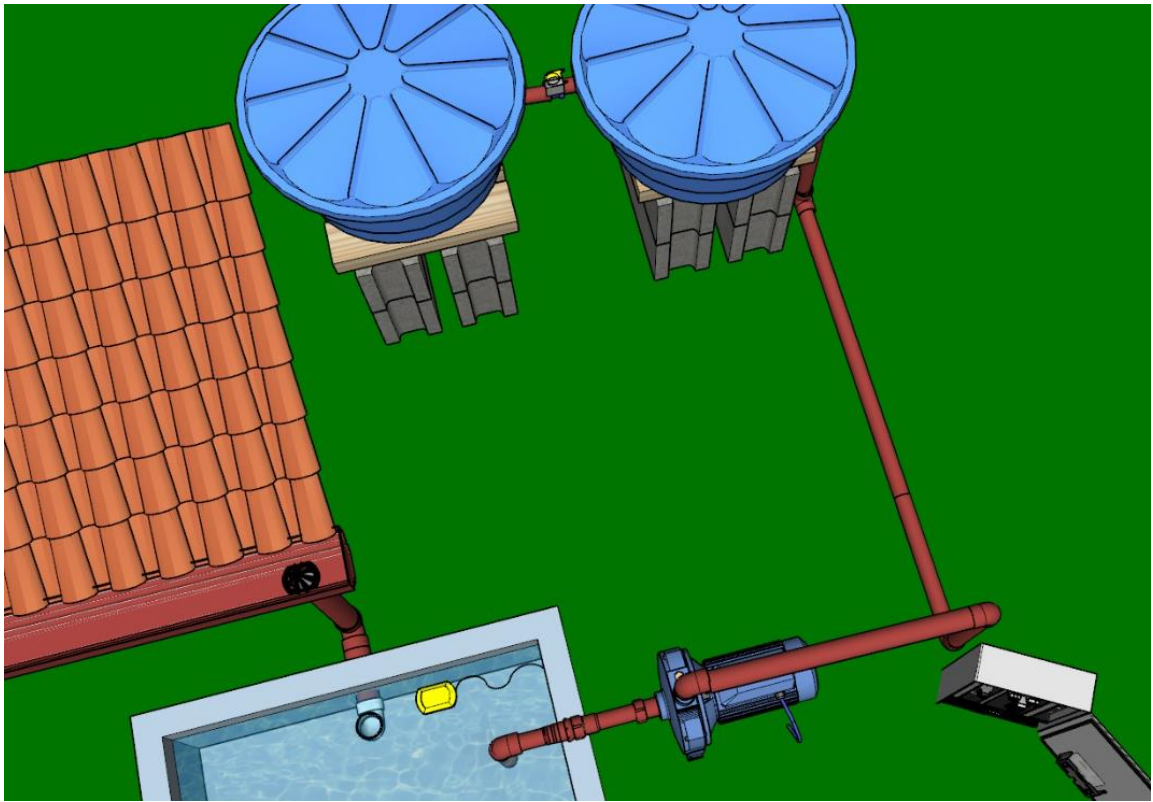


Detalhamento Reservatório de Retenção/detecção

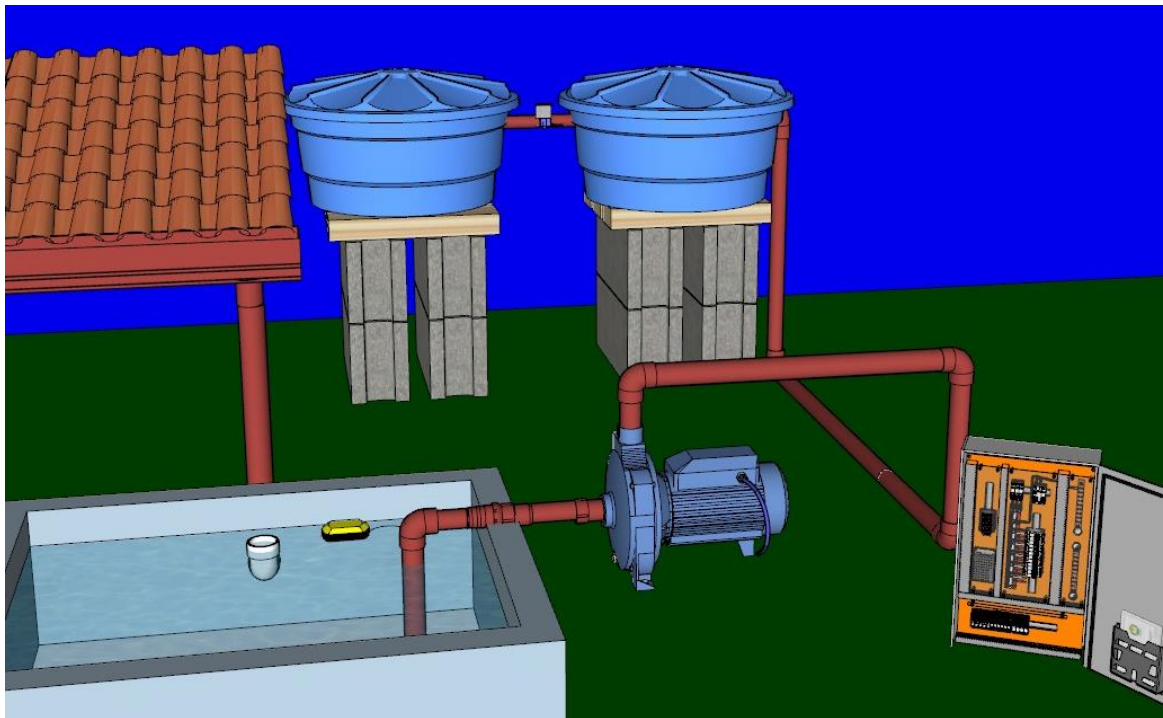


Detalhamento do bombeamento

Figura 4.1 – Sistema de captação de água da chuva (protótipo 3D)



Fonte: Própria - Vista superficial



Fonte: Própria - Vista frontal

O tratamento da água pluvial dependerá da destinação final, se for utilizada para fins não potáveis, o tratamento é simples, pode-se utilizar processo de sedimentação natural, filtração simples e cloração, caso a água seja destinada para consumo humano, é recomendado a desinfecção por ultravioleta ou osmose reversa. (MAY & PRADO, 2004).

3 – Levantamento de dados

3.1 – Consumo de água por residência

A tabela abaixo foi baseada em informações presentes nos sites Eco-Unifesp e Demae. De acordo com esses sites, apresenta-se o consumo diário de uma pessoa utilizando o vaso sanitário da residência, atividade essa que poderia ser suprida com o aproveitamento da água pluvial.

Tabela 1 – Consumo de água/pessoa no uso da descarga

ATIVIDADE	FREQUÊNCIA	DESCRIÇÃO	CONSUMO UNITÁRIO (l)	CONSUMO TOTAL POR DIA(l)
DESCARGA	5 x	5 X AO DIA	10	50

Fonte: Própria

Considerando o caso de uma residência que possui uma família com três pessoas, dois adultos e uma criança. Levando em consideração que de acordo com as informações obtidas, uma pessoa utiliza o vaso sanitário de 4 a 7 vezes ao dia, considerando que cada morador da residência utilize 5 vezes, verifica-se que há um gasto mensal de 4.500 litros de água.

Tabela 2 – Consumo de água mensal no uso da descarga em uma residência

ATIVIDADE	DIA DE CONSUMO	USUÁRIOS	DIÁRIO (l)	CONSUMO TOTAL(l)
DESCARGA	30	3	50	4.500
CONSUMO TOTAL MENSAL (l)				4.500

Fonte: Própria

3.2 – Índice pluviométrico

O índice pluviométrico refere-se à quantidade de chuva por metro quadrado em um determinado local e em determinado período, a medida dele é dada em milímetro. No caso deste estudo, os índices pluviométricos abaixo foram extraídos do site do SEMAE – Serviço Municipal Autônomo de Água e Esgoto referente a cidade de São José do Rio Preto nos anos de 2019, 2020, 2021 e 2022.

Tabela 3 – Índice Pluviométrico de São José do Rio Preto em 2022

Dia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	4,00	15,60	0,90	1,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,40	0,20
2	0,00	24,30	16,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,30
3	11,50	10,60	7,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,40
4	17,40	14,00	7,70	1,10	7,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	72,10
5	34,40	0,00	0,00	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
6	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,00
7	24,50	18,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,80	63,80	0,00	10,20
8	0,00	10,20	0,00	0,00	0,00	1,10	0,00	0,50	0,90	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	7,50	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	5,20	0,00	0,00	0,00	9,10	0,00	3,30	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,70	0,00	4,80	6,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	1,20	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,40
14	0,00	0,00	0,10	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	2,40	0,00	0,20	6,00
15	0,00	0,00	20,00	0,00	14,40	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00
16	0,00	0,00	37,70	0,00	13,90	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00
17	14,50	8,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	8,80	0,00	0,00	0,00	8,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	64,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00	0,90	0,00	55,10
20	0,00	11,90	4,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,20	0,00	4,40	74,70
21	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	39,10	0,00	0,00
22	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,10	0,00	6,00	0,00
23	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,10	0,00	1,50	0,00
24	28,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00
25	8,80	14,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00
26	0,00	0,00	22,30	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	12,20
27	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43,90	0,00	0,00	32,40
28	10,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	1,60
29	46,20	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,10	0,00	0,00	64,60
30	11,80	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,40	33,30	0,00
31	86,20	-	0,00	-	6,90	-	0,00	0,00	-	0,00	-	7,40
Total	364,90	138,50	127,30	28,00	49,00	17,50	0,00	17,70	103,40	108,50	54,90	384,70
Acum.	364,90	503,40	630,70	658,70	707,70	725,20	725,20	742,90	846,30	954,80	1009,70	1394,40

Fonte: <https://semae.riopreto.sp.gov.br/indice-pluviometrico/>

Tabela 4 – Índice Pluviométrico de São José do Rio Preto em 2021

Dia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	9	1
2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0
3	36	31	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	50	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
6	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	0	0	3	0	0	0	0	0	0	10	0	13
8	2	1	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	9	0	0	0	0	0	2	44	8	0
11	1	0	0	0	0	5	0	0	0	10	16	0
12	32	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
13	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
14	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
15	0	5	0	0	0	0	0	0	2	9	0	26
16	10	0	0	1	0	0	0	0	0	35	0	38
17	18	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	11
18	0	13	0	4	0	0	0	0	0	0	0	57
19	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	58
20	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	20	0	0	0	0	24	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	26	10	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8	13	0
28	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	3	----	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	----	0	0	0	0	0	0	0	0	2	16
31	0	----	0	----	0	----	0	0	----	64	----	0
Total	193	134	79	7	25	5	0	0	12	232	157	273
Acum.	193	327	405	413	437	442	442	442	454	686	844	1116

Fonte: <https://semae.riopreto.sp.gov.br/indice-pluviometrico/>

Tabela 5 – Índice Pluviométrico de São José do Rio Preto em 2020

Dia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
3	29	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
4	31	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
5	14	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
6	4	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	45	0	5	0	0	0	0	0	0	0	3
8	8	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	14
9	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	91	3	0	0	0	4	0	0	0	0	1	5
11	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
15	0	0	0	32	0	0	0	0	0	2	11	27
16	0	0	18	0	0	0	0	0	0	1	5	11
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
19	4	0	8	0	0	0	0	0	0	0	55	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	2	29	0	7
21	0	22	31	0	0	0	0	0	2	7	0	0
22	0	9	0	0	0	0	0	5	1	0	0	9
23	23	7	7	0	27	0	0	0	0	8	0	19
24	19	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0
25	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
28	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	4	13
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
30	0	----	91	0	0	0	0	0	0	0	0	20
31	42	----	0	----	0	----	0	0	----	2	----	1
Total	283,95	277,4	154,2	49,1	26,6	14,05	0	4,5	5	76,3	79,8	276,5
Acum.	283,95	561,35	715,55	764,65	791,25	805,3	805,3	809,8	814,8	891,1	970,9	1247,4

Fonte: <https://semae.riopreto.sp.gov.br/indice-pluviometrico/>

Tabela 6 – Índice Pluviométrico de São José do Rio Preto em 2019

Dia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	5	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	13
2	0	1	13	0	1	0	0	0	15	0	0	8
3	0	7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
4	0	2	6	0	0	8	0	0	0	0	0	0
5	1	0	20	0	0	0	22	11	0	0	0	10
6	2	0	0	10	0	0	0	2	0	0	16	5
7	0	25	0	5	0	0	0	0	0	0	3	2
8	0	0	3	17	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0
10	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	8	54
11	0	0	6	0	8	0	0	0	0	0	0	18
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
13	11	29	30	4	2	0	0	0	0	0	0	5
14	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	5	0
15	0	9	23	45	0	0	0	0	0	0	1	62
16	0	15	63	0	0	0	0	0	0	0	5	0
17	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
18	3	0	4	0	7	0	0	0	0	0	0	44
19	6	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0
20	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	1	0	0	0	0	0	0	0	12	0	12
22	0	16	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	51
25	16	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0	0	15
27	0	11	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
28	0	23	0	0	0	0	0	0	0	19	17	5
29	0	----	0	12	0	0	0	0	0	0	0	1
30	0	----	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	----	0	----	0	----	0	0	----	7	----	15
Total	46,6	161,7	168,1	130,4	20,7	7,75	22,8	13,3	81,9	59,3	57,3	350,6
Acum.	46,6	208,3	376,4	506,8	527,5	535,25	558,05	571,35	653,25	712,55	769,85	1120,45

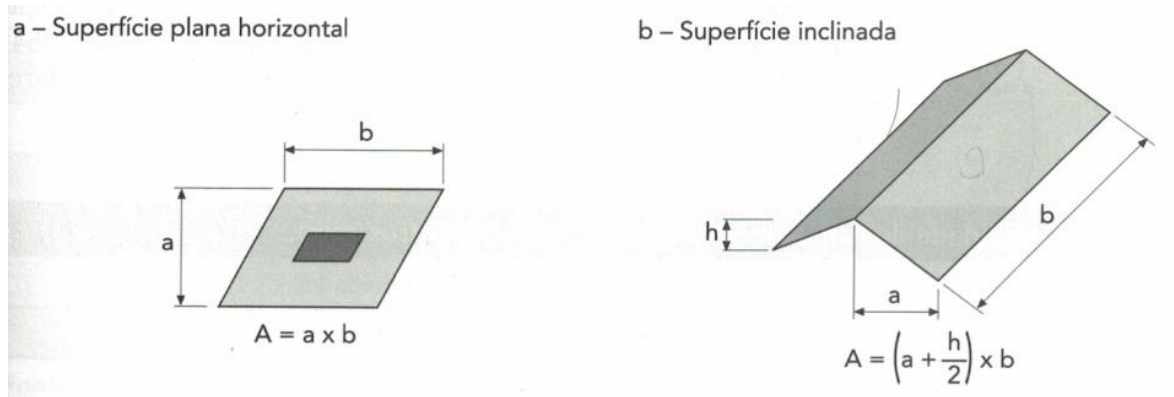
Fonte: <https://semae.riopreto.sp.gov.br/indice-pluviometrico/>

3.3 – Área de Contribuição

Junior, RC (2013) informa que a área de contribuição, das coberturas e externas às edificações, devem ser bem caracterizadas no projeto arquitetônico, por meio de cortes do telhado e das declividades das áreas externas. Ele ainda complementa que as chuvas não caem horizontalmente, por isso a NBR 10844 fornece critérios para determinar a área de contribuição em função da arquitetura dos telhados.

Dentre os cálculos de áreas de contribuição de vazão, abaixo estão aqueles mais importantes para o presente trabalho:

Figura 5 – Área de contribuição de telhados



Fonte: Junior, RC (2013)

Posto isto, conhecendo a intensidade pluviométrica e a área de contribuição, a contribuição coletada pelas calhas/ralos pode ser calculada pela seguinte fórmula

$$C = I \times A$$

Onde: C = Contribuição;

I = intensidade pluviométrica, em m/dia;

A = área de contribuição, em m².

3.4 – Área de Contribuição em análise

3.4.1 – Localização

Imóvel localizado na Rua Abdo Muanis, nº 261, Nova Redentora, São José do Rio Preto – SP, CEP: 15090-140.

Figura 6 – Localização do imóvel



Fonte: Google Earth Pro – Seta vermelha indicando a localização do imóvel.

Figura 7 – Vista aérea do imóvel



Fonte: Google Earth Pro – Retângulo vermelho demarcando o contorno do imóvel. Coordenadas geográficas 20°49'47.29" S e 49°23'30.85" O

Figura 8 – Vista frontal do imóvel



Fonte: Própria

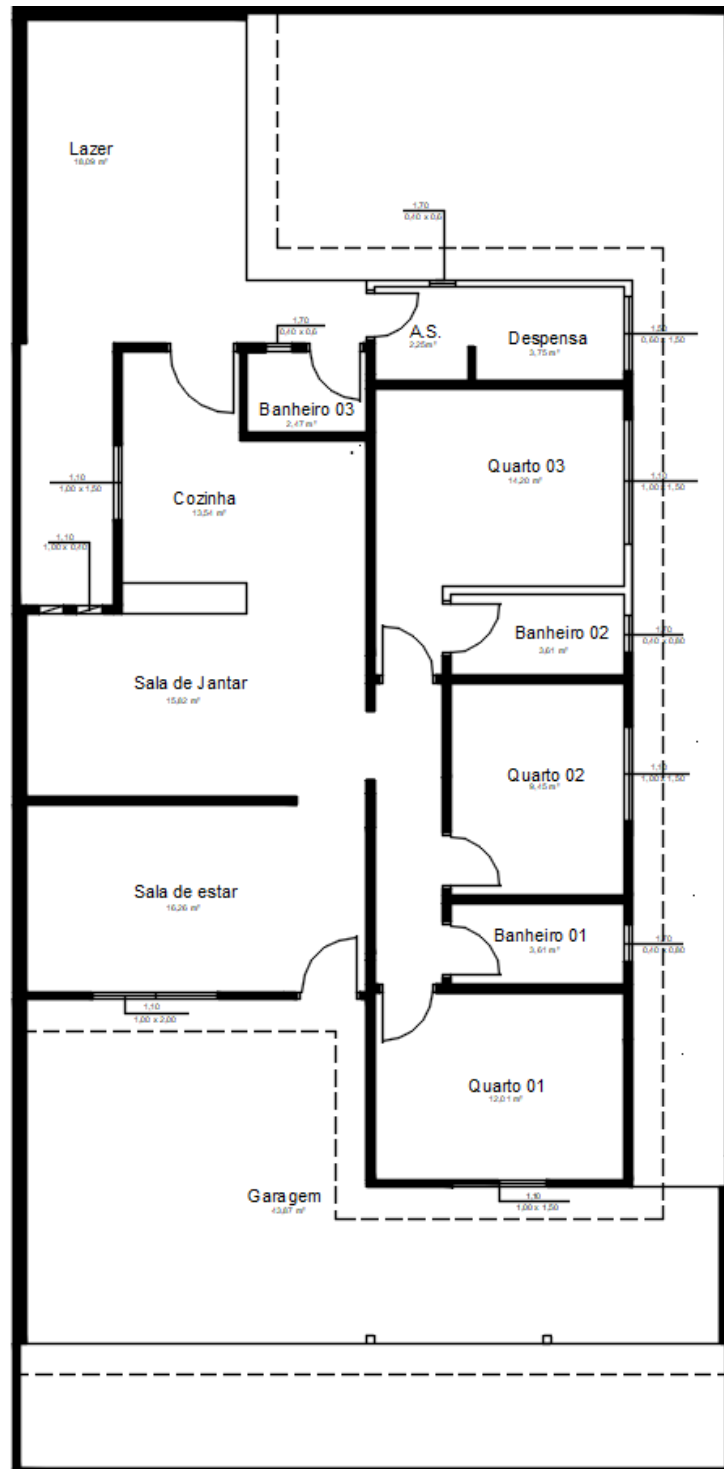
Figura 9 – Vista lateral do imóvel



Fonte: Própria

A residência possui uma garagem para dois carros, sala de estar, sala de jantar, cozinha, três quartos, três banheiros, uma despensa e uma área de lazer e uma área de serviço, totalizando 192,76 m² de construção.

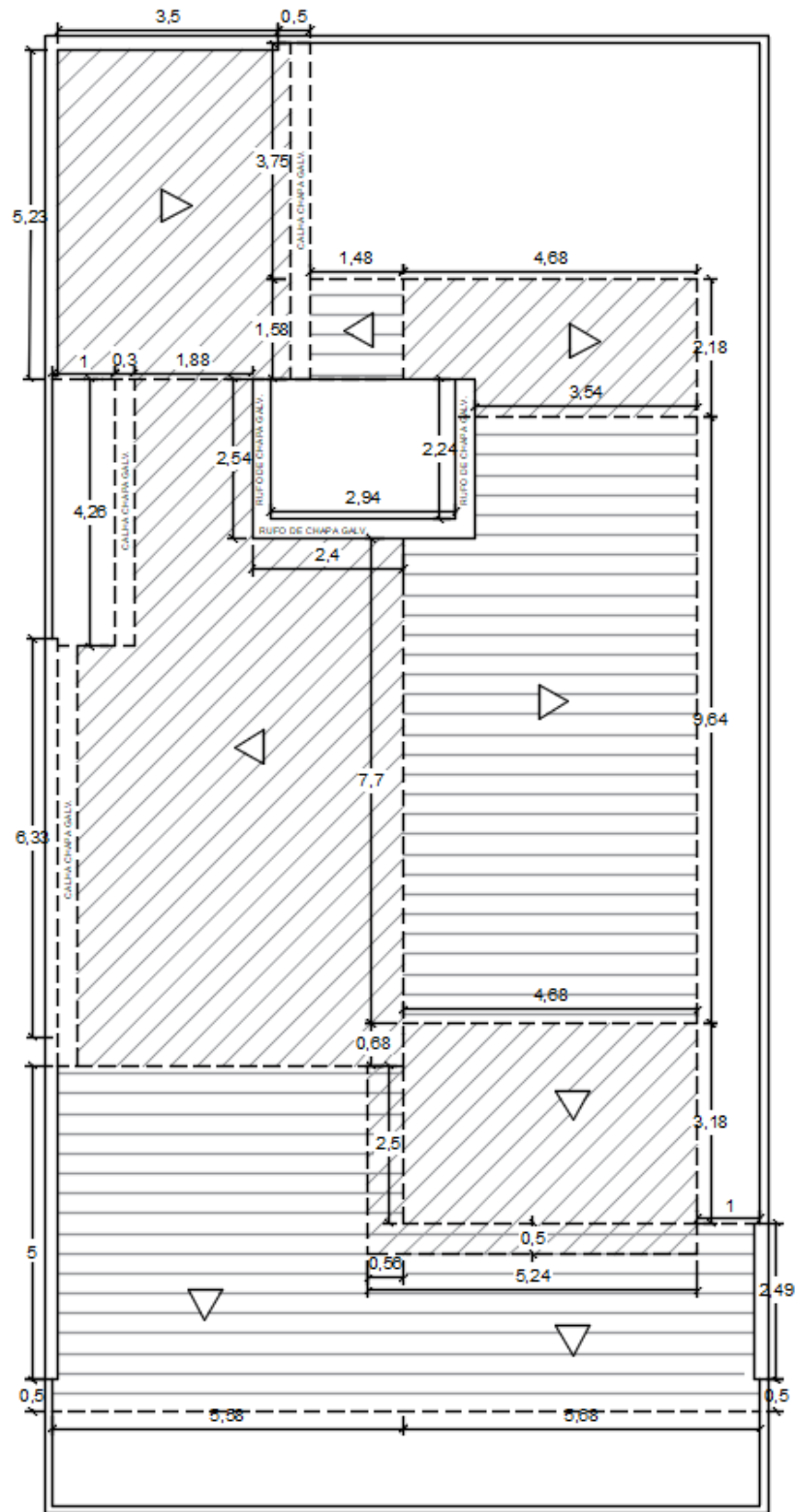
Figura 10 – Planta baixa



Fonte: Própria

Na planta abaixo está a representação do telhado do imóvel em análise.

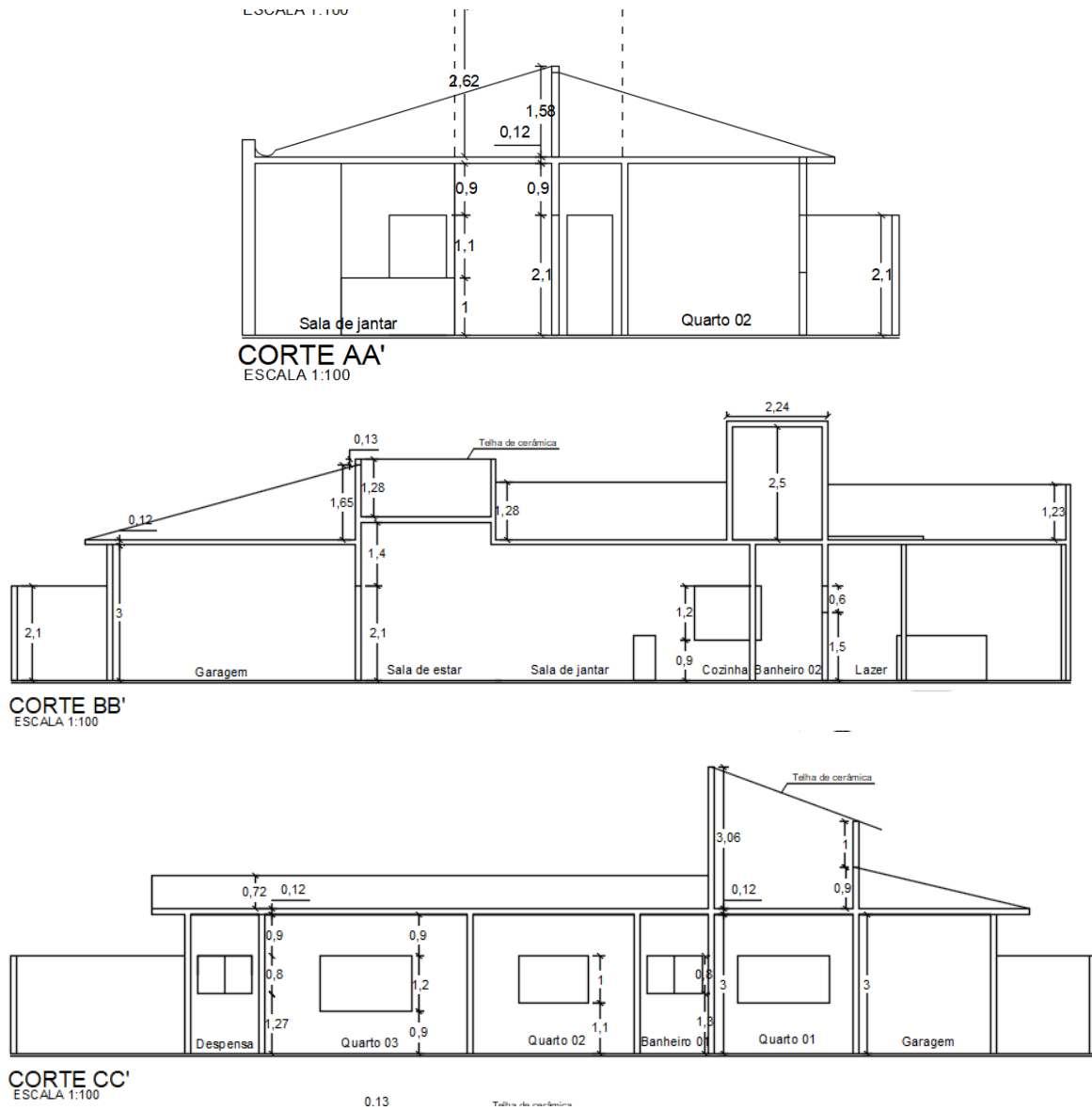
Figura 11 – Planta do telhado



Fonte: Própria

Na figura 12 constam os cortes com a representação do telhado.

Figura 12 - Cortes do imóvel

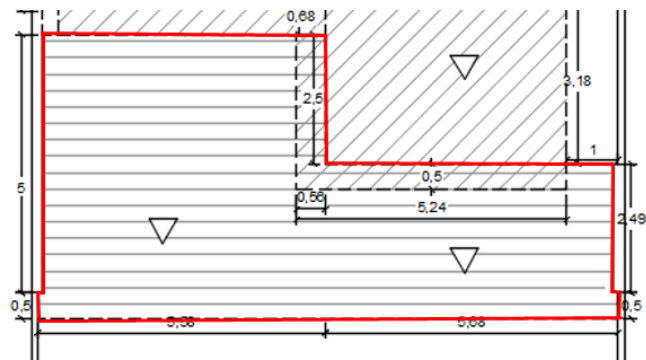


Fonte: Própria

3.4.2 – Cálculo da área de contribuição

Diante dessas informações é capaz de calcular a área de contribuição do telhado baseada na equação apresentada no item 5.3 deste trabalho:

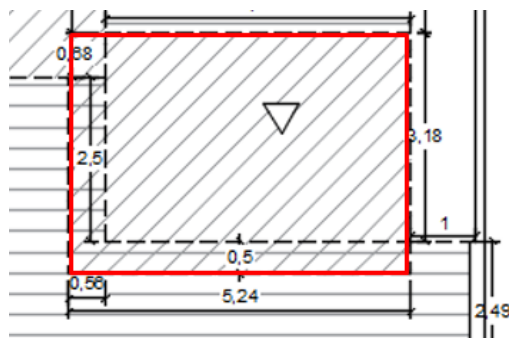
Figura 13 - Área da garagem



$$A1 = \left(6,00 + \frac{1,80}{2}\right) \times 5,58 + A2 = \left(3,00 + \frac{0,9}{2}\right) \times 5,68$$

$$A = 58,10 \text{ m}^2 \text{ de contribuição}$$

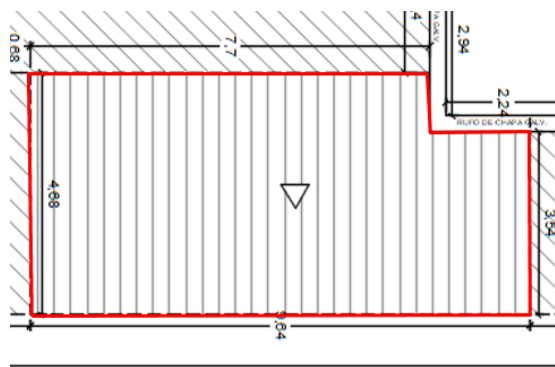
Figura 14 - Área do quarto 1



$$A = \left(3,68 + \frac{1,10}{2}\right) \times 5,24$$

$$A = 22,17 \text{ m}^2 \text{ de contribuição}$$

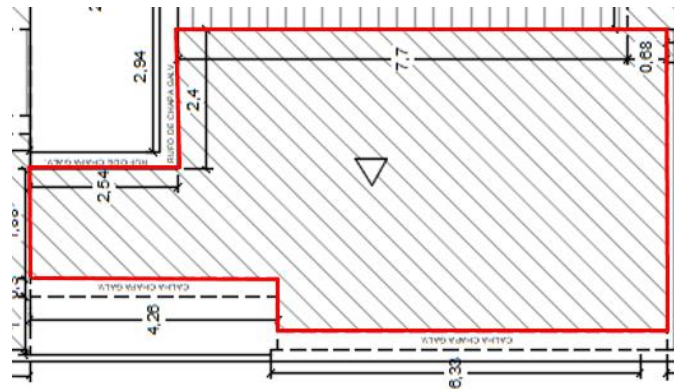
Figura 15 - Área do quarto 2 e 3 e banheiro 1 e 2



$$A = \left(3,54 + \frac{1,06}{2}\right) \times 1,94 + A = \left(4,68 + \frac{1,40}{2}\right) \times 7,70$$

$$At = 49,32 \text{ m}^2 \text{ de contribuição}$$

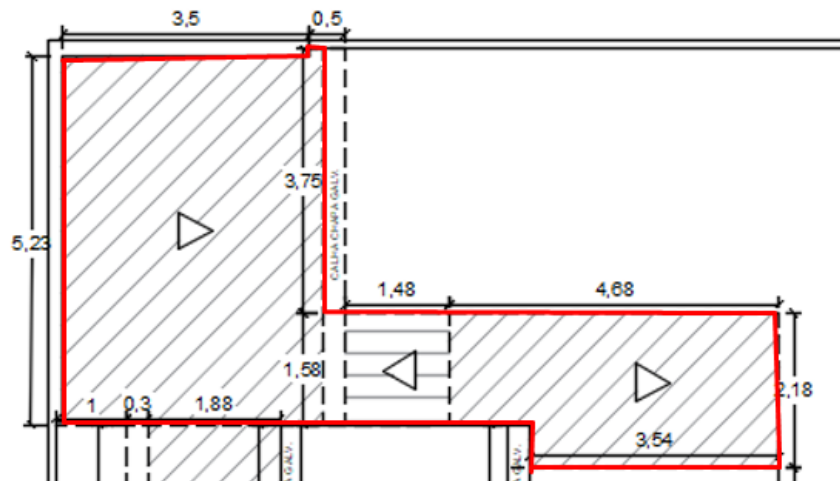
Figura 16 - Área da sala de estar, jantar e cozinha



$$A = \left(5,58 + \frac{1,67}{2}\right) \times 8,75 + A = \left(1,88 + \frac{0,56}{2}\right) \times 2,54$$

$$At = 61,62 \text{ m}^2 \text{ de contribuição}$$

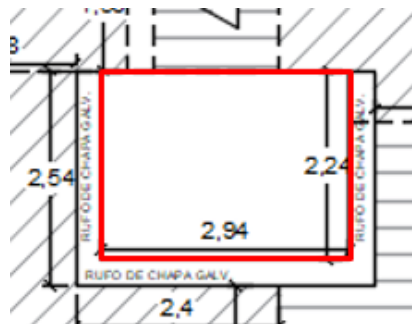
Figura 17 - Área da área de lazer, despensa e área de serviço



$$A1 = \left(4,68 + \frac{1,40}{2}\right) \times 2,18 + A2 = \left(1,48 + \frac{0,44}{2}\right) \times 1,58 + A3 = \left(3,50 + \frac{1,05}{2}\right) \times 5,23$$

$$At = 35,47 \text{ m}^2 \text{ de contribuição}$$

Figura 18 - Área do reservatório



$$A = (2,94 \times 2,24)$$

$$A = 6,59 \text{ m}^2 \text{ de contribuição}$$

Soma de todas as áreas de contribuição:

$$A_{total} = 58,10 + 22,17 + 49,32 + 61,62 + 35,47 + 6,59$$

$$A_{total} = 233,27 \text{ m}^2 \text{ de contribuição}$$

Na tabela abaixo verificam-se os dados de precipitação nos últimos 4 anos. Para facilitar o cálculo, foi realizada a média mensal e a transformação dela de mm/dia para m/dia.

Tabela 7 – Média de precipitação nos últimos 4 anos

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2019	46,66	161,7	168,1	130,4	20,7	7,75	22,8	13,3	81,9	59,3	57,3	350,6
2020	283,95	277,4	154,2	49,1	26,6	14,05	0	4,5	5	76,3	79,8	276,5
2021	193	134	79	7	25	5	0	0	12	232	157	273
2022	364,9	138,5	127,3	28	49	17,5	0	17,7	103,4	108,5	54,9	384,7
MÉDIA EM MM/DIA	222,13	177,90	132,15	53,63	30,33	11,08	5,70	8,88	50,58	119,03	87,25	321,20
MÉDIA EM M/DIA	0,22	0,18	0,13	0,05	0,03	0,01	0,01	0,01	0,05	0,12	0,09	0,32

Fonte: Própria

Com essas informações é possível calcular a contribuição pluvial mensal em m³ através da fórmula presente no item 5.3 deste trabalho.

Tabela 8 – Volume de precipitação capaz de recolher a residência

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME EM M ³	51,82	41,50	30,83	12,51	7,07	2,58	1,33	2,07	11,80	27,76	20,35	74,93

Fonte: Própria

3.5 – Cálculo do reservatório de retenção/retenção pluvial

De acordo com as informações apresentadas no item 4.2.2 deste trabalho, as novas residências construídas na zona 5 ou 10 de São José do Rio Preto que possuam mais de 100 m² de área impermeabilizada deve construir um reservatório de retenção/detenção de água pluvial.

O cálculo desse reservatório deve ser realizado seguindo os parâmetros abaixo:

Art. 5º, § 2º da lei 10.290/2008 - Os dispositivos de retenção/detenção das águas pluviais deverão atender às normas sanitárias vigentes e à regulamentação técnica específica do órgão municipal responsável pelo sistema de drenagem, podendo ser abertos ou fechados, com ou sem revestimento, dependendo da altura do lençol freático no local, sendo sua capacidade calculada com base nas seguintes equações:

$V = (102,55 + 6,335 \times (A_i - 10)) \times A_t$, para porcentagem de impermeabilização da área em até 40% (quarenta por cento) ($A_i = 40\%$)

$V = (292,60 + 6,938 \times (A_i - 40)) \times A_t$, para porcentagem de impermeabilização da área acima de 40% (quarenta por cento) ($A_i > 40\%$)

onde

V = volume do(s) dispositivo(s) de retenção/detenção das águas pluviais em m³;
 A_i = área impermeabilizada (em porcentagem sobre a área total do terreno);
 A_t = área total do terreno em hectares (ha).

Dessa forma, considerando que o imóvel possui área impermeabilizada de 192,76 m² e o terreno com 270,13 m², verificamos que a residência deve possuir o reservatório de retenção/detenção com aproximadamente 14 m³.

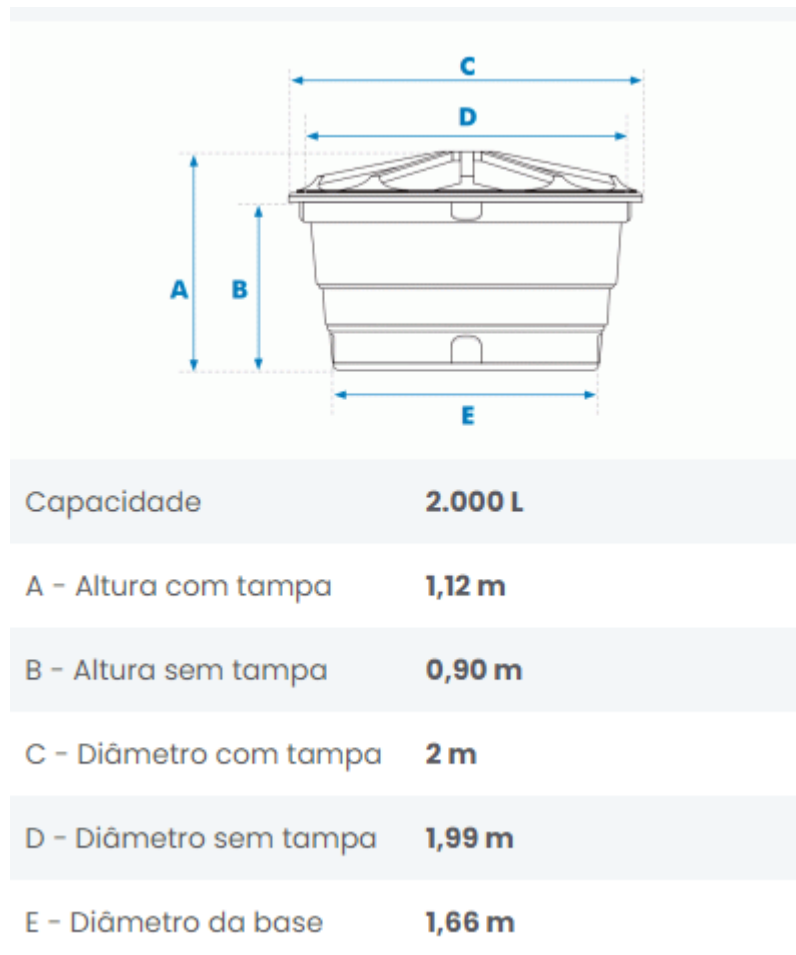
$V = (292,60 + 6,938 \times (71,35 - 40)) \times 0,027013$

V = 13,78 m³, aproximadamente 14 m³

3.5.1 – Reservatório superior

Conforme já informado, a água pluvial coletada será utilizada reaproveitada para o uso nas descargas do banheiro. Para que isso aconteça, é necessária a instalação de um reservatório superior para abastecer os pontos de consumo. Levando em consideração a altura do telhado, adotamos para a residência um reservatório de 2.000 l ou 2 m³ que possui as dimensões abaixo:

Figura 19 – Reservatório



Fonte: Fortlev

4 – IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

4.1 – Dispositivos

4.1.1 – Motobomba

É um dispositivo utilizado para transferir água ou um produto em estado líquido de um lugar para o outro. Ele pode ser com motor elétrico, a gasolina, a diesel ou até mesmo com impulsão por roda d'água.

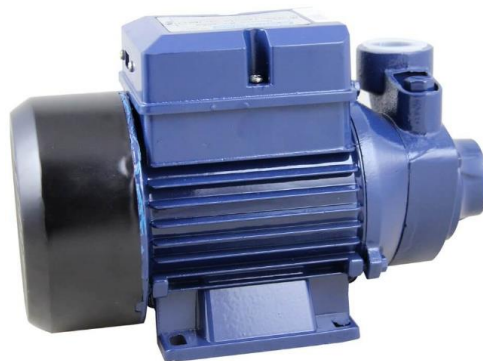
Sabendo-se que existem diversos tipos de motobombas, é necessário escolher aquela adequada para a finalidade proposta.

Tipos de motobombas:

MOTOBOMBA PERIFÉRICA

Possui menor capacidade de vazão, porém pressão superior a do modelo centrífuga. Este equipamento não deve ser utilizado em locais profundos. É o tipo ideal para transportar água limpa e isenta de resíduos.

Figura 20 - Motobomba periférica



Fonte: <https://www.ocaenergia.com/blog/comandos-eletricos/motobomba-o-que-sao-e-quais-os-tipos/#:~:text=De%20forma%20simples%20e%20objetiva,impuls%C3%A3o%20por%20roda%20d%C3%A1gua.>

MOTOBOMBA CENTRÍFUGA

Este dispositivo é mais utilizado em ambiente doméstico. Pode bombear água limpa (ou qualquer outro líquido) a uma grande altura, com maior vazão e menor pressão.

Figura 21 - Motobomba centrífuga



Fonte:<https://www.ocaenergia.com/blog/comandos-eletricos/motobomba-o-que-sao-e-quais-os-tipos/#:~:text=De%20forma%20simples%20e%20objetiva,impuls%C3%A3o%20por%20roda%20d%20%C3%A1gua.>

MOTOBOMBA AUTOESCOVANTE

Ela usa a força centrífuga para funcionar, porém a partida é feita pelo processo de escorvamento (eliminar o ar existente dentro da máquina automaticamente). Este tipo de equipamento é utilizado para movimentar grandes volumes de água.

Figura 22 - Motobomba Autoescovante



Fonte: <https://www.ocaenergia.com/blog/comandos-eletricos/motobomba-o-que-sao-e-quais-os-tipos/#:~:text=De%20forma%20simples%20e%20objetiva,impuls%C3%A3o%20por%20roda%20d%C3%A1gua.>

MOTOBOMBA INJETORA

A motobomba injetora é utilizada na superfície e é indicada para poços profundos, puxando água de até 40 metros. Possui menor vazão e maior pressão. São normalmente utilizadas em lava-rápidos, agricultura, entre outros.

Figura 23 - Motobomba injetora



Fonte: <https://www.ocaenergia.com/blog/comandos-eletricos/motobomba-o-que-sao-e-quais-os-tipos/#:~:text=De%20forma%20simples%20e%20objetiva,impuls%C3%A3o%20por%20roda%20d%C3%A1gua.>

MOTOBOMBA SUBMERSÍVEL

É utilizada para bombear água limpa subterrânea. Projetada para trabalhar dentro do poço de forma permanente.

Figura 24 - Motobomba injetora



Fonte: <https://www.ocaenergia.com/blog/comandos-eletricos/motobomba-o-que-sao-e-quais-os-tipos/#:~:text=De%20forma%20simples%20e%20objetiva,impuls%C3%A3o%20por%20roda%20d%C3%A1gua.>

4.1.2 – Disjuntor

O disjuntor tem como objetivo proteger as instalações elétricas em caso de curto-circuito e sobrecargas. Além de proteger, ele também permite desligar manualmente as instalações em eventuais manutenções na rede elétrica.

Eles podem ser monopolares, bipolares ou tripolares, tudo depende da quantidade de condutores fases no circuito a ser protegido. Por exemplo, o disjuntor monopolar é utilizado onde ligam e desligam apenas a fase, já o disjuntor bipolar ou bifásico são empregados em circuitos energizados com duas fases, pois nesse caso, precisam ser interrompidos simultaneamente e assim sucessivamente.

Figura 25 - Disjuntor



Fonte: https://www.google.com/search?q=disjuntores&rlz=1C1GCEA_enBR1016BR1016&sxsrf=AJOqlzWu8yK3Meke9T6Flmht7HHbJXbzkQ:1679613851293&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjj89yXmfP9AhWWrpUCHZiEDOUQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=568&dpr=1 -
imgsrc=AWCRAAfBcMrmaM

4.1.3 – Boia Elétrica

Boia elétrica ou eletro boia é um sensor de nível que atua como chave automática. A função dela, a grosso modo, é proteger e controlar a motobomba, pois ao identificar que o reservatório está abaixo do nível especificado, ela fecha o contato, dessa forma a motobomba começa a bombear o líquido, por exemplo, de um reservatório para outro, até que ele atinja o nível desejado, então a boia abre o contato e interrompe o bombeamento, em outras palavras, é um sensor de nível que comanda o funcionamento da motobomba com o objetivo de manter o nível dos reservatórios constantes.

Figura 26 – Boia Elétrica



Fonte: https://www.google.com/search?q=boias+el%C3%A9tricas&rlz=1C1GCEA_enBR1016BR1016&sxsrf=AJOqlzXvLsx99qazEEp4NnUQvvRF7rK_Jw:1679613721647&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiO9PPZmPP9AhVlrJUCHSWtC5UQ_AUoAnoECAEQBA&biw=1366&bih=568&dpr=1 - imgrc=LgFBVEsDdHdRIM

4.1.4 – Relé

Segundo o site Cromatek, o relé é um equipamento eletrônico que permite a abertura e fechamento de um circuito elétrico, ou seja, pode bloquear ou não o fluxo de corrente elétrica. A atividade desse interruptor acontece quando a corrente elétrica passa pelas espiras da bobina do relê, na qual é criado um campo magnético que atrai a alavanca encarregada pela mudança do estado dos contatos.

Ao suspender a corrente da bobina o campo magnético também se suspende, ocasionando a volta dos contatos para a posição original.

Figura 27 – Relé



Fonte: https://www.google.com/search?q=contatora&rlz=1C1GCEA_enBR1016BR1016&sxsrf=AJOqlzXyCMhizrj2Snwd1iGhASFnAeekqQ:1679614174098&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjovdOxmvP9AhVTILkGHYnuAm0Q_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=568&dpr=1 - imgrc=hSjgB0mi6rvHNM

4.1.4.1 – Relé falta de fase

De acordo com o site Munda da Elétrica, O relé falta de fase é um dispositivo de proteção para o motor elétrico trifásico e para o circuito de comando, pois com a falta de alguma das fases da rede de distribuição, o motor pode queimar.

Quando o relé falta de fase é instalado no circuito, ele recebe as três fases (R, S e T) nos seus bornes de entrada L1, L2 e L3. Enquanto as fases estiverem com seu funcionamento pleno, o relé falta de fase permite o funcionamento do circuito.

Caso alguma das três fases do sistema deixe de funcionar, o circuito eletrônico detecta essa falha. Neste ponto, o microprocessador envia um sinal para o relé interno que comuta os contatos, fazendo com que o circuito pare de funcionar.

Figura 28 – Relé falta de fase



Fonte: <https://www.mundodaeletrica.com.br/rele-falta-de-fase-o-que-e-como-funciona/>

4.1.5 – Quadro de comando

É uma estrutura responsável por distribuir e abrigar os componentes de um circuito elétrico, como por exemplo disjuntores, relés, interruptores, CLP, temporizadores entre outros equipamentos necessários para controlar o sistema.

4.1.6 – Contator

É um dispositivo utilizado para acionamento e proteção do motor. Ele nada mais é do que um conjunto de contatos acionados por eletroímã, podendo esses contatos serem normalmente abertos, normalmente fechados ou contatos comutadores.

Figura 29 – Contator



Fonte: <https://www.lojadecorlux.com.br/automacao/contator-e-bobina/contator-9a-12a-18a/contator-eletromagnetico-ac-9a220vac>

4.1.7 – Válvula Solenoide

Segundo o site Vapor Tec, a válvula solenoide é um dos equipamentos mais importantes utilizados em sistemas de produção na indústria. Isso porque é responsável por controlar a passagem de fluídos e gases em sistemas pneumáticos e hidráulicos. A função dela é basicamente, abrir ou fechar o fluxo de um determinado equipamento ou de uma tubulação de maneira elétrica, através de dois componentes básicos: o corpo por onde passa o fluído e a bobina responsável pelo acionamento elétrico da parte mecânica da válvula, em outras palavras, a válvula solenoide é, basicamente, um registro elétrico.

Figura 30 – Válvula solenoide



Fonte: <https://www.jefferson.ind.br/conteudo/valvula-solenioide.html>

4.1.8 – Pastilha de cloro

Segundo informações técnicas fornecidas pela funcionária Aline da HidroAll, para manter a água conservada, deve-se utilizar em um flutuador um tablete de cloro do produto SanTab 90. Ela informou que 0,6 g do produto é capaz de tratar 1 m³ de água, dessa forma, considerando que o tablete possui 10 gramas, ele é capaz de tratar a água durante um mês, necessitando de reposição mensal.

Figura 31 – Cloro – Santab 90



Fonte: <https://especialidades.hidroall.com.br/#aplicacoes>

4.2 – Comando elétrico

O sistema de utilização da água pluvial para descarga de vaso sanitário inicia na cobertura da residência. A água da chuva cai no telhado, é recolhida pelas calhas

e então direcionadas através da tubulação vertical até o reservatório de retenção/detenção localizado no quintal da residência. Insta citar que nos pontos de ligação das calhas com o sistema vertical de escoamento, existem ralos hemisférico que são responsáveis por impedir a entrada de materiais sólidos, como folhas e sujeiras.

No reservatório de retenção/detenção existe uma boia instalada com o objetivo de controlar o nível mínimo de água. Ela impede que a motobomba seja ligada sem ter água no reservatório, o que poderia ocasionar a queima do dispositivo.

No reservatório superior, responsável por alimentar a descarga dos vasos sanitário, existe uma boia para controlar o nível de água no reservatório superior e caso na ausência de água no reservatório de retenção/detenção, ele controlará a válvula solenoide que alimentará o reservatório com a água potável da residência.

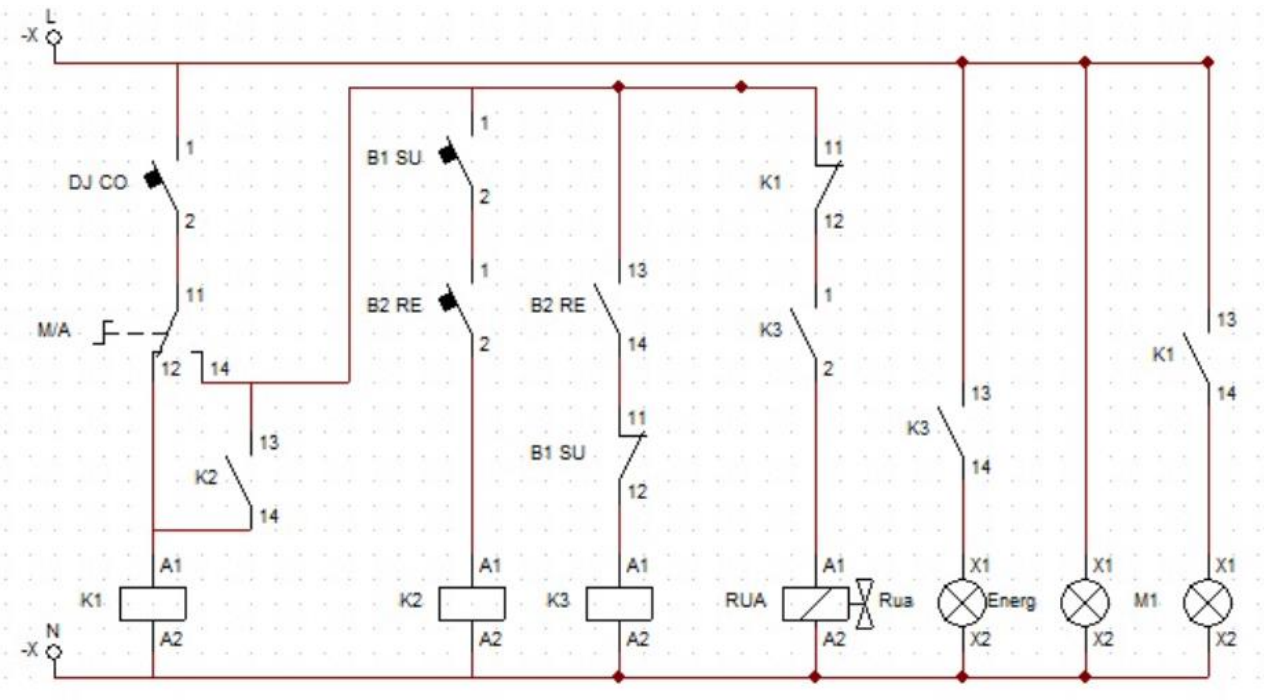
O fechamento/abertura dos contadores da motobomba depende dos dispositivos informando o nível de água dos reservatórios. O relé térmico de falta de fase foi utilizado para proteger o motor contra correntes de sobrecarga.

No que diz respeito a válvula solenoide, ela foi utilizada com o objetivo de possibilitar a passagem de água do reservatório de água fria da residência para o reservatório de descarga dos banheiros quando a boia do reservatório de retenção estiver aberta (nível baixo) e a boia inferior do reservatório superior também estiver aberta (nível baixo), ou seja, ela impede que falte água nas descargas em períodos de estiagem.

No circuito foi utilizado três sinalizadores de led, o primeiro informando que o sistema está energizado, o segundo informando que o motor está ligado e o terceiro informando que o sistema está utilizando a água potável do reservatório da residência.

4.2.1 – Diagrama do comando elétrico

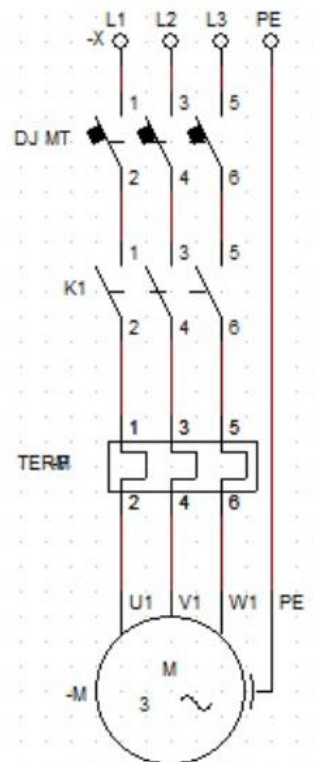
Figura 32 – Diagrama de comando elétrico



Fonte: Própria

4.2.2 – Diagrama de força

Figura 33 – Diagrama de força



Fonte: Própria

4.3 – Orçamento do comando elétrico

Tabela 9 – Orçamento

ORÇAMENTO DO SISTEMA ELÉTRICO			
Equipamento	Quantidade	Valor Unit.	Valor Total
Motobomba centrífuga 1/4 CV	1	R\$719,80	R\$719,80
Boia Elétrica	2	R\$52,27	R\$104,54
Disjuntor bipolar 20 A	1	R\$39,90	R\$39,90
Relé Falta de Fase	1	R\$111,95	R\$111,95
Válvula Solenoide	1	R\$199,69	R\$199,69
Boia Mecânica	1	R\$20,99	R\$20,99
Contator	3	R\$94,90	R\$284,70
Quadro elétrico 30x30x20	1	R\$149,29	R\$149,29
Sinalizador Led	3	R\$11,49	R\$34,47
TOTAL			R\$1.665,33

Pesquisa de valores realizada dia 01/04/2023

Fonte: Própria

4.3.1 – Payback

Payback é o indicador financeiro que representa o tempo de retorno do investimento. No dia 04 de julho de 2.022 o prefeito Edinho Araujo apresenta a Matriz Tarifária do Sema e através do decreto 19.237/2022.

Figura 34 – Matriz Tarifária do Sema e

ANEXO 1 - TARIFAS PARA FORNECIMENTO DE ÁGUA E COLETA, AFASTAMENTO E TRATAMENTO DE ESGOTO DOMICILIAR				
Denominação da Categoria	Faixa de Consumo Inferior	Faixa de Consumo Superior	Tarifa água (R\$/m³)	Tarifa Esgoto - coleta, afastamento e tratamento (R\$/m³)
I - Residencial Social	0	10	0,58	0,58
	11	20	0,97	0,97
	21	30	1,00	1,00
	31	40	5,42	5,42
	41	50	6,70	6,70
	51	100	10,19	10,19
	> 100		11,31	11,31
II - Residencial Padrão	0	10	2,06	2,06
	11	20	2,98	2,98
	21	30	4,06	4,06
	31	40	5,42	5,42
	41	50	6,70	6,70
	51	100	10,19	10,19
	> 100		11,31	11,31

Fonte: Decreto 19.237/2022 de São José do Rio Preto

De acordo com o levantamento realizado no item 6.1.1 deste trabalho, foi constatado que uso da água pluvial resulta em uma economia de 4.500 l.

Considerando que na residência existem três pessoas, e que cada pessoa consome em média 200l/dia, no final do mês haverá um consumo de 18.000 l. Esse consumo encontra-se na faixa de 11 a 20 m³, com isso possui tarifa de R\$2,98/m³. Sabendo-se que por mês existe uma economia de 4.500 l utilizando a água pluvial na descarga, conclui-se que por mês o morador terá economia de R\$ 26,82 ou 25% do consumo mensal e um tempo de retorno do investimento de 5 anos e 2 meses.

$$\text{Cálculo da economia} = 4,5 \times (2,98 + 2,98) = \text{R\$26,82}$$

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das informações apresentadas neste trabalho, ficou comprovado que através de um sistema de bombeamento é possível utilizar a água pluvial, que até então não havia destinação final, para descarga do banheiro.

A utilização da água pluvial localizada no reservatório de retenção é capaz de poupar 4.500 l de água potável mensal em uma residência com três pessoas, sendo que essa economia pode ser ainda maior se o sistema for ampliado para tarefas como a irrigação de jardins, lavagem de carro e a limpeza de pisos.

Hoje a implantação do sistema custa R\$1.665,33. Ele resulta em 25% de economia mensal na conta de água e esgoto e um tempo de retorno do investimento de 5 anos e 2 meses. O sistema é capaz de poupar anualmente 54 mil litros de água potável na residência em estudo. Se ele for implantado em uma cidade como São José do Rio Preto que possui aproximadamente 137.233 domicílios, a economia seria de 7.410.582.000 litros por ano apenas economizando a água potável utilizada para descarga.

Portanto, conclui-se que além da economia no consumo de água potável, o sistema proporciona destinação final para a água retida no reservatório de retenção/detenção, desafogando os rios e as bacias hidrográficas de São José do Rio Preto.

6 – REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

WATERFALL, P.H.. **Harvesting Rainwater for Landscape Use**. University of Arizona Cooperative (2002). Disponível em: <http://ag.arizona.edu/pubs/water/az1052/>. Acesso em: 10 fev. 2023;

MAY S.; PRADO R. T. A. **Estudo da Qualidade da Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações**. CLACS' 04 – I Conferência Latino - Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo – SP. Anais....CD Rom, 2004;

ENERGIA, Oca. **Motobomba: o que são e quais os tipos**. 2020. Disponível em: <https://www.ocaenergia.com/blog/comandos-eletricos/motobomba-o-que-sao-e-quais-os-tipos/# :-:~:text=De%20forma%20simples%20e%20objetiva,impuls%C3%A3o%20por%20roda%20d'%C3%A1gua>. Acesso em 20 de fevereiro de 2023;

VAPORTEC. **Qual a função da válvula solenoide**. Disponível em: <https://www.vaportec.com.br/ind/2020/02/14/qual-a-funcao-da-valvula-solenoide/>. Acesso em 10 de abril de 2023;

MATTEDE, Henrique. **Contatores, o que são?**. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/os-contatores-o-que-sao/>. Acesso em 10 de abril de 2023;

MULLER, Kraus. **Você sabe o que é quadro de comando? Entenda**. Disponível em: <https://www.krausmuller.com.br/voce-sabe-o-que-e-quadro-de-comando-entenda/>. Acesso em 10 de abril de 2023;

MATTEDE, Henrique. **Relé falta de fase – O que é e como funciona!**. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/rele-falta-de-fase-o-que-e-como-funciona/>. Acesso em 10 de abril de 2023;

MATTEDE, Henrique. **O que é boia elétrica e como funciona?**. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com/o-que-e-boia-eletrica-e-como-funciona/>. Acesso em 10 de abril de 2023;

MARGIRIUS. **O que é boia elétrica e como funciona?. 2021**. Disponível em: <https://www.margirius.com.br/blog/disjuntores-entenda-sua-importancia-e-saiba-como-funcionam/>. Acesso em 10 de abril de 2023;

FORTLEV. **Caixa d'Água de Polietileno 2.000L**. Disponível em: <https://www.fortlev.com.br/produtos/reservatorios/caixa-dagua-de-polietileno-2000/>. Acesso em 10 de abril de 2023;

UNIFESP, Eco. **Veja algumas dicas para economizar água (e dinheiro) sem prejudicar a saúde e o meio ambiente**. Disponível em: https://dgi.unifesp.br/ecounifesp/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=16. Acesso em 02 de fevereiro de 2023;

DEMAE, DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE AGUA E ESGOTO DE CALDAS NOVAS. **Consumo de água**. Disponível em: <https://www.demae.go.gov.br/projetos/consumo-de-agua/>. Acesso em 02 de fevereiro de 2023;

SOUZA, Marcelle. **Quantas vezes é normal fazer xixi? Segurar é ruim? O cheiro indica algo?** Disponível em: <https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/redacao/2018/04/03/quantas-vezes-e-normal-fazer-xixi-segurar-e-ruim-o-cheiro-indica-algo.htm?cmpid=copiaecola>. Acesso em 05 de fevereiro de 2023;

BRASIL. Lei 19.237, de 04 de julho de 2022. **Estabelece nova Matriz Tarifária do SeMAE e dá outras providências**. Diário Oficial da União. São José do Rio Preto, 2022;

JÚNIOR, José Geraldo Diniz. **Sistema automatizado de reuso de águas pluviais e residuais para fins não potáveis**. Natal/RN: UFRN, 2016;

CARDOSO, Carlos Eduardo Nascimento. **Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis**. UNESP - Guaratinguetá/SP: UFRN, 2013;

BRASIL. Lei 13.709, de 14 de janeiro de 2019. **Dispõe sobre o Zoneamento e as regras para o Uso e Ocupação do Solo no Município de São José do Rio Preto e dá outras providências**. Diário Oficial da União. São José do Rio Preto, 2021;

SUDERHSA, SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Plano diretor de drenagem para a bacia do Rio Iguaçu na região metropolitana de Curitiba**, 2002;

ÁRTICO, Beatriz de Carvalho. **O estudo de áreas vulneráveis a enchentes: uma ferramenta na mitigação de impactos**. O caso de São José Do Rio Preto-SP. UFSC – São Carlos/SP, 2013;

BRASIL. Lei 10.290, de 24 de dezembro de 2008. **Cria no município o programa permanente de gestão das águas superficiais (PGAS) da bacia hidrográfica do rio preto, e dá outras providências**. São José do Rio Preto, 2008;

ANEXO 01

REFERÊNCIA DO ORÇAMENTO		
Equipamento	Valor Unit.	Referência
SINALIZADOR 22 MM LED	R\$11,49	https://www.estrucdistribuicao.com.br/xa2evm4lc-sinalizador-22mm-led-vermelho-220vac?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&gclid=Cj0KCQjwz6ShBhCMARIsAH9A0qVB9ErRfswfCB7a9KKxjde5CFKtBeSHfMqDk_krXvavZ0Lez3q4VesaAo9MEALw_wcB

<p>BOMBA DE ÁGUA CENTRÍFUGA 1/4 CV</p>	<p>R\$719,80</p>	<p>https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1957682117-bomba-de-agua-centrifuga-14cv-dancor-cp-4c-127v220v-bivolt-_JM?matt_tool=14372353&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14302215552&matt_ad_group_id=134553706068&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=539425529215&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=251217657&matt_product_id=MLB1957682117&matt_product_partition_id=1823431244594&matt_target_id=aud-387561341739:pla-1823431244594&gclid=CjwKCAjwrJ-hBhB7EiwAuyBVXbR9V5xRu3mkK_QVd6gp0Y5w0eD0JFtek9qvbwhTYoYO-ill7hnZhoC3fQQAuD_BwE</p>
<p>CHAVE BOIA AUTOMÁTICA DE NÍVEL</p>	<p>R\$52,27</p>	<p>https://www.amazon.com.br/Chave-Automatica-Nivel-Anauger-Bomba/dp/B076PN3GHJ/ref=asc_df_B076PN3GHJ/?tag=googleshopp00-20&linkCode=df0&hvadid=405244115411&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=8615499141820506938&hvppone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=9100610&hvtargid=pla-1188989223103&psc=1</p>
<p>DISJUNTOR SÉRIE</p>	<p>R\$39,90</p>	<p>https://www.amazon.com.br/Steck-SDD62C20-Disjuntor-S%C3%A9rie-Curva/dp/B079P7BJ6C/ref=asc_df_B079P7BJ6C/?tag=googleshopp00-20&linkCode=df0&hvadid=379751084590&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=17826037244024561149&hvppone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=9100610&hvtargid=pla-951171265163&psc=1</p>
<p>RELÉ FALTA DE FASE BIFÁSICO</p>	<p>R\$111,95</p>	<p>https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2021663138-rele-falta-de-fase-bifasico-rps-ffb220vn-_JM?matt_tool=73118705&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14302215555&matt_ad_group_id=134553706788&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=539425529245&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=365759252&matt_product_id=MLB2021663138&matt_product_partition_id=1800321081254&matt_target_id=aud-315891067339:pla-1800321081254&gclid=CjwKCAjwrJ-hBhB7EiwAuyBVXb9HXcSWxm8ehSLff7oU8QHhTtz1H1MaH0zYfNRVldwCvNgMnDHORoCMt4QAvD_BwE</p>

<p>VALVULA SOLENOÍDE 2/2 VIAS</p>	<p>R\$199,69</p>	<p>https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1092957620-valvula-solenoid-22-vias-n-fechada-34-aguaoleoar-220v-_JM?matt_tool=38467324&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14302215510&matt_ad_group_id=134553697828&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=539425477651&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=109551560&matt_product_id=MLB1092957620&matt_product_partition_id=1803751991421&matt_target_id=aud-329638142375:pla-1803751991421&gclid=CjwKCAjwrJ-hBhB7EiwAuyBVXeQ1xQRkCOPkMLNXvuxh9M3cf0_XIXynklVQ1SazdJYZ8YHMocblxoCj78QAvd_BwE</p>
<p>BOIA DE CAIXA D'ÁGUA 3/4</p>	<p>R\$20,99</p>	<p>https://www.amazon.com.br/B%C3%B3ia-Caixa-D%C3%81gua-Pl%C3%A1stico-Krona/dp/B077Vnk47W/ref=asc_df_B077Vnk47W/?tag=googleshopp00-20&linkCode=df0&hvadid=379787065820&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=4613308692777107903&hvhone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvllocint=&hvllocphy=9100610&hvtargid=pla-1633162457180&psc=1</p>
<p>QUADRO DE COMANDO 30X30X20</p>	<p>R\$149,29</p>	<p>https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2794802944-caixa-30x30x20-de-montagem-painel-eletrico-quadro-comando-_JM?matt_tool=81686442&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14302215513&matt_ad_group_id=134553699108&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=539425477675&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=620564404&matt_product_id=MLB2794802944&matt_product_partition_id=1816604225910&matt_target_id=aud-1008379684294:pla-1816604225910&gclid=CjwKCAjwrJ-hBhB7EiwAuyBVXUNvOWRtcJKhNbxFI0UX0IX5N80cWCp9SS8ZfOour3VShZTaLfaGfhoCbpgQAvd_BwE</p>
<p>CONTATOR SOPRANO CS</p>	<p>R\$94,90</p>	<p>https://www.amazon.com.br/Contator-Soprano-Trif%C3%A1sico-acionamento-motores/dp/B07DZJMXBR/ref=asc_df_B07DZJMXBR/?tag=googleshopp00-20&linkCode=df0&hvadid=379792665332&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=10871191430901205617&hvhone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvllocint=&hvllocphy=9100610&hvtargid=pla-1433295669081&psc=1</p>

