

**INSTITUTO DOCTUM DE CARATINGA  
FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA**

**GABRIEL LEITE FERREIRA  
THALES DOUGLAS DA COSTA**

**APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS:  
ESTUDO DE APLICAÇÃO E VIABILIDADE DE UM RESERVATÓRIO NO  
ESPORTE CLUBE CARATINGA**

**CARATINGA - MG  
2019**

**INSTITUTO DOCTUM DE CARATINGA  
FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA**

**GABRIEL LEITE FERREIRA  
THALES DOUGLAS DA COSTA**

**APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS:  
ESTUDO DE APLICAÇÃO E VIABILIDADE DE UM RESERVATÓRIO NO  
ESPORTE CLUBE CARATINGA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil das Faculdades Doctum de Caratinga, como requisito parcial para aprovação no curso Bacharel em Engenharia Civil, orientado pela Prof. Esp. Camila Alves da Silva.

Área de concentração: Sustentabilidade.

**CARATINGA - MG**

**2019**

TERMO DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS: ESTUDO DE APLICAÇÃO E VIABILIDADE DE UM RESERVATÓRIO NO ESPORTE CLUBE CARATINGA, elaborado pelo(s) aluno(s) GABRIEL LEITE FERREIRA e THALES DOUGLAS DA COSTA foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de ENGENHARIA CIVIL das FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA, como requisito parcial da obtenção do título de

**BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.**

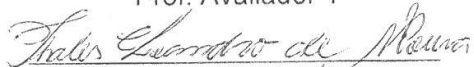
Caratinga 03/12/2019



CAMILA ALVES DA SILVA  
Prof. Orientador



VITÓRIA IRMA GONÇALVES LOPES DE F. FREITAS  
Prof. Avaliador 1



THALES LEANDRO DE MOURA  
Prof. Examinador 2

## **AGRADECIMENTO**

Primeiramente agradeço a Deus por me permitir desenvolver esta pesquisa, e através dela poder crescer e amadurecer em tantos sentidos, chegando a um resultado final com sentimento de dever cumprido.

Aos meus pais e minha irmã, agradeço por todo incentivo e confiança, por acreditarem em mim em todos os momentos e me darem sempre força para continuar.

A minha orientadora Camila, pelo apoio e ensinamentos compartilhados. Agradeço aos amigos que fiz nesta trajetória, aos professores que tive a oportunidade de aprender tantas coisas e a todo corpo docente da faculdade Doctum de Caratinga. Todos vocês fizeram grande diferença na realização deste sonho.

Agradeço primeiramente a Deus, por me capacitar durante este projeto de pesquisa com saúde e forças para chegar até o final.

Aos meus pais, pelo incentivo e apoio incondicional, no qual exercem um papel fundamental na minha vida.

A minha orientadora, pelo auxílio, correção e apoio para o desenvolvimento e conclusão desse trabalho, com certeza seus conhecimentos foram compartilhados.

Aos meus amigos que fiz durante essa jornada, compartilharam dos inúmeros desafios que enfrentamos, sempre com o espírito colaborativo.

Aos professores, pelos conhecimentos oferecidos, no qual foram responsáveis pelo meu crescimento acadêmico.

A todo corpo docente da faculdade Doctum de Caratinga.

Enfim a todos que direta e indiretamente fizeram parte dessa etapa decisiva em minha vida.

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANA - Agência Nacional de Águas  
COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
NBR – Norma Técnica  
ODS - Objetivo de Desenvolvimento Sustentável  
ONU - Organização das Nações Unidas  
SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil  
CM – Centímetro  
HAB/KM<sup>2</sup> - habitante por quilometro quadrado  
H– Hora  
L – Litros  
L/H – Litros por hora  
L/MIN – Litros por minuto  
M – Metro  
MM – Milímetro  
MM/ANO – Milímetros ao ano  
MPA – Mega pascal  
M<sup>2</sup> - Metros quadrados  
M<sup>3</sup> - Metros cúbicos  
M<sup>3</sup>/H – Metros cúbicos por hora  
M<sup>3</sup>/MÊS – Metros cúbicos por mês

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Sistema de captação de água pluvial.....	17
Figura 2.2: Reservatórios associado ao terreno.....	20
Figura 2.3: Ábaco para dimensionamento de condutores verticais.....	22
Figura 2.4: Ábaco para dimensionamento de condutores verticais.....	23
Figura 2.5: Filtro de descida.....	24
Figura 2.6: Tanque de armazenagem da primeira água.....	25
Figura 2.7: Modelos de bomba centrífuga (a); bomba hidráulica (b); bomba submersa (c).....	27
Gráfico 2.1: Média anual de precipitação da região de Caratinga.....	30
Figura 3.1: Percurso metodológico da pesquisa.....	34
Figura 3.2: Monograma de peças vazões e diâmetros.....	37
Figura 3.3: Análise dos assuntos.....	39
Figura 4.1: Vista aérea do Esporte Clube Caratinga.....	40
Figura 4.2: Instalações do Esporte Clube Caratinga.....	41
Figura 4.3: Tanque Slim 600L Fortlev.....	44
Figura 4.4: Tanque Fortlev-20.000L.....	45
Figura 4.5: Pontos de utilização da água captada.....	46
Figura 4.6: Tabela de tarifas COPASA.....	50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Distribuição dos recursos hídricos e densidade demográfica do Brasil.....	15
Tabela 2.2: Constituintes e funções de um modelo de sistema reservatório.....	17
Tabela 2.3: Dimensões para calha.....	20
Tabela 2.4: Coeficiente que auxilia no dimensionamento de calhas.....	21
Tabela 2.5: Coeficiente de rugosidade de Manning-Strickler.....	21
Tabela 2.6: Vazões de condutores verticais, fórmula de Manning-Strickler.....	24
Tabela 2.7: Particularidades de tanques reservatórios.....	26
Tabela 2.8: Consumo de água no meio urbano.....	28
Tabela 2.9: Média consumo de água referente a porcentagem.....	29
Tabela 2.10: Material utilizado na cobertura C.....	30
Tabela 2.11: Índice pluviométrico x Área total de captação.....	31
Tabela 3.1: Pesos relativos no ponto de utilização em função da peça de utilização...36	
Tabela 4.1: Orçamento empresa A.....	47
Tabela 4.2: Orçamento empresa B.....	47
Tabela 4.3: Orçamento feito pela tabela SINAPI.....	48



## RESUMO

A pesquisa desenvolvida no presente trabalho teve por objetivo realizar o estudo de aplicação e viabilidade de um sistema reservatório de águas pluviais para fins não potáveis no Esporte Clube Caratinga, tendo por metodologia central o estudo de caso. Para a pesquisa dos processos presentes no sistema, fez-se um aprofundamento em sistemas de abastecimento de água, captação e uso de águas pluviais, demandas de água para fins não potáveis e orçamentação. Realizando o projeto e desenvolvendo os cálculos necessários, determinou-se que a água seria captada pelo salão de festas do clube esportivo sendo direcionado através das calhas e condutores para o reservatório que recebe a primeira água, sendo descartada por não ser apropriada para uso. Posteriormente o restante do volume é repassado para outro reservatório, responsável pela armazenagem. Utilizou-se uma bomba para conduzir a água armazenada para uma caixa superior que a encaminha para dois pontos do clube esportivo, com a finalidade de utiliza-la na rega de jardins e limpeza das instalações, obtendo ao fim um resultado satisfatório junto ao potencial econômico existente junto ao Esporte Clube com a implantação deste projeto.

**Palavras-chave:** Sistema reservatório de água. Águas pluviais. Potencial econômico.

## **ABSTRACT**

The research developed in the present work aimed to carry out the application and feasibility study of a not potable rainwater reservoir system employed at Esporte Clube Caratinga. Therefore, by central methodology we have the case study. For the research of the processes present in the system, it was deepened in water supply systems, rainwater collection and use, not potable water demands and budgeting. Carrying out the project and developing the necessary calculations, it was determined that the water would be captured by the sports club's ballroom being directed through the gutters and conductors to the reservoir that receives the first water. This first water is discarded because it is not suitable for use and later the remaining volume is transferred to the second reservoir, responsible for storage. A pump was used to drive the stored water into an upper box that directs it to two points of the sports club, for the purpose of using it for garden irrigation and cleaning of the premises, achieving in the end a satisfactory result with the economic potential. Sports Club with the implementation of this project.

**Keywords:** Water reservoir system. Rainwater. Economic potential.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 Contextualização.....</b>	<b>11</b>
<b>1.2 Objetivos.....</b>	<b>12</b>
1.2.1 Objetivo Geral.. ..	12
1.2.2 Ojetivos Específico ..	13
<b>1.3 Justificativa. ....</b>	<b>13</b>
<b>1.4 Estrutura do trabalho ..</b>	<b>14</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA ..</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Sistema de abastecimento de água ..</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Captação e uso de águas pluviais ..</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Sistema de captação e distribuição de águas pluviais para fins não potáveis.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4 Demanda de água para fins não potáveis.....</b>	<b>27</b>
<b>2.5 Orçamento.....</b>	<b>31</b>
<b>3 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOSTÉCNICOS.....</b>	<b>33</b>
<b>3.1 Classificação da pesquisa..</b>	<b>33</b>
<b>3.2 Procedimentos metodológicos e técnicas ..</b>	<b>33</b>
3.2.1 Coleta de dados ..	34
3.2.2 Dimensionamento.....	35
3.2.3 Orçamento.....	37
<b>3.3 Análise dos conteúdos.....</b>	<b>38</b>
<b>4 RESULTADO E DISCUSSÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>4.1 Caracterização do clube.....</b>	<b>40</b>
<b>4.2 Dimensionamento.....</b>	<b>42</b>
<b>4.3 Orçamento.....</b>	<b>46</b>
<b>4.4 Potencial econômico.....</b>	<b>49</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXO A - PROJETO DE SISTEMA RESERVATÓRIO APLICADO NO ESPORTE CLUBE CARATINGA.....</b>	<b>61</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

A construção civil atualmente é convidada a adentrar em um assunto que tem se tornado bastante relevante nos últimos tempos, que são iniciativas que geram economia de recursos naturais. A inquietação sobre o assunto ainda precisa ser despertada em muitos engenheiros e empresas do ramo da construção civil, pois a exploração e uso dos recursos naturais, em muitos casos de forma indevida, vêm crescendo aceleradamente, por isso esta pesquisa se dispõe a apresentar uma iniciativa que inclui ações para que um destes recursos naturais seja utilizado de maneira consciente.

Seguindo o parâmetro do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS), proposto pela Organização das Nações Unidas (ONU), em que um de seus planos destaca cidades e comunidades sustentáveis e alinhando aos avanços tecnológicos inseridos na indústria da construção civil, é possível hoje utilizar-se de forma simples, grandes meios e métodos que proporcionam uma contribuição valiosa no âmbito sustentável.

Por isso, tendo em vista uma forma de utilizar águas pluviais para fins não potáveis, iniciamos uma pesquisa para que este recurso possa ser aproveitado e gere uma economia de água potável em todos os locais possíveis, já que este tesouro se trata de um recurso finito, sendo assim precisa ser mais bem utilizado.

Hoje existem várias soluções práticas de meios para se utilizar de águas pluviais aplicando em residências e estabelecimentos comerciais, como os sistemas de captação de água, que variam desde soluções mais simples como outras mais elaboradas. Os tanques de armazenagem de água, por exemplo, podem ser fabricados ou construídos com diferentes tipos de materiais, dependendo de seu uso, custo ou finalidade, adaptando-se assim na realidade de quem desejar adquirir.

Buscando inserir uma iniciativa sustentável e reduzir gastos com água potável em Clubes Esportivos, este projeto apresenta um sistema reservatório aplicado nestes estabelecimentos. A escolha destes pontos veio através do estudo de locais que utilizam grande desembolso financeiro e consumo de água na execução de seus serviços.

Para realizar seu dimensionamento usou-se o método de cálculo proposto por Azevedo Neto, que em sua abordagem, diferente de outros procedimentos de cálculos existentes, utiliza somente a precipitação média anual de chuva e os meses de menor precipitação ou seca.

O Esporte Clube Caratinga foi utilizado para o estudo de aplicação deste reservatório, uma vez que já foi comprovado seu gasto elevado de água. Utilizando o telhado do salão de festas como captor e pretendendo alojar o reservatório no estacionamento ou nas proximidades, será feito um estudo do tamanho apropriado para o reservatório, buscando um que venha estar de acordo com índice pluviométrico da região.

Junto do estudo de metodologias usadas para melhor atender na implantação deste reservatório, serão apresentados também ao fim deste trabalho o investimento para sua construção, comparativo de valores gastos com água antes e depois da utilização do sistema, tempo que ele poderá ser pago a partir da economia gerada, atestando assim sua viabilidade. Agregando conhecimento nas etapas de desenvolvimento, desde o projeto, orçamento e dimensionamento do sistema reservatório.

## **1.2 Objetivos**

### 1.2.1 Objetivo geral

Análise de viabilidade do uso de um sistema reservatório de águas pluviais no Esporte Clube Caratinga, tendo em vista os custos de implantação e o potencial de economia do consumo de água.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral deste trabalho delimitou-se os seguintes objetivos específicos.

- Recolher dados de gastos e demanda de água para uso não potável no Esporte Clube Caratinga;
- Desenvolver o projeto de um reservatório de águas pluviais no Esporte Clube Caratinga;

- Levantar os gastos de implantação do sistema;
- Calcular qual o potencial de economia gerado se o sistema entrasse em funcionamento.

### **1.3 Justificativa**

O Engenheiro Civil como profissional pode desempenhar variados papéis dentro de sua função, um de seus principais ofícios é buscar uma boa solução para facilitar o cotidiano das pessoas e promover o bem-estar delas, e como em qualquer profissão devem estar ligado as necessidades das pessoas, unindo assim os dois principais pontos deste trabalho, a economia de água e os meios que podem ser criados através da engenharia para que este recurso possa ser preservado.

Nesta ótica, usando como ponto de partida um dos meios que mais se destacam quando o assunto é economia de água e também economia financeira, apresenta-se a ideia do uso de reservatórios de águas pluviais em estabelecimentos que utilizam grande volume de água na realização de serviços. Regiões de grande ou médio índice pluviométrico podem aproveitar a água da chuva que é um excelente recurso e assim, garantir até 50% de redução em contas de água juntamente de várias outras vantagens a partir da construção ou instalação de um de reservatório, independente do seu tamanho ou modelo.

Regiões de grande ou médio índice pluviométrico podem aproveitar a água da chuva que é um excelente recurso e assim, garantir até 50% de redução em contas de água juntamente de várias outras vantagens a partir da construção ou instalação de um de reservatório, independente do seu tamanho ou modelo.

Qualquer tipo de público pode utilizar destes reservatórios e se beneficiar deles, como casas, condomínios, Clubes Esportivos, lava-jatos, escolas, enfim, todos podem aderir e escolher seu protótipo de acordo com sua demanda de utilização e disponibilidade financeira, buscando um retorno monetário como resultado do investimento.

Portanto, o intuito desta pesquisa é proporcionar conhecimento sobre sistemas de captação de águas pluviais, expandindo informação sobre o assunto, agregando formas e meios que podem ser seguidas para implantação deste tipo de sistema, e ainda, trazer as vantagens que todos os tipos de estabelecimentos e residências

podem ter com sua utilização, juntamente de um aprofundamento em dimensionamento, orçamento e projeto, parte tão importante na construção civil.

#### **1.4 Estrutura do trabalho**

Com intuito de nortear brevemente os caminhos trilhados por este trabalho, apresentamos a organização deste documento composto por cinco capítulos.

Capítulo 1. Tem o interesse de expor as configurações gerais da pesquisa a ser realizada. Contextualizando o tema, apresentando seus objetivos e a justificativa de relevância sobre o assunto.

Capítulo 2. Traz o recolhimento de dados para iniciar o projeto do sistema de captação. Levantando dados sobre pluviosidade, demanda de água utilizada pelo Clube, gasto financeiro mensal, para enfim inseri-los no programa que auxiliará no dimensionamento do sistema reservatório.

Capítulo 3. Relata as técnicas e métodos adotados para a execução do sistema de captação de água do Clube Esportivo.

Capítulo 4. Aponta-se a resolução da pesquisa. Apresentando o dimensionamento, orçamento e comparativo de quanto tempo o investimento se paga e o resultado final de sua viabilidade.

Capítulo 5. Por fim, neste capítulo conclui-se a pesquisa apresentando as considerações finais relevantes ao trabalho, destacando os principais resultados obtidos.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Sistema de abastecimento de água

O Brasil é um dos países que possuem maior disponibilidade de água no mundo, sendo um total de 12% de água potável, segundo a Agência Nacional de Águas (ANA). Mesmo com tanto potencial hídrico, quando o assunto é abastecimento de água no país os dados revelam uma realidade um pouco desigual, onde algumas regiões desfrutam de grande abundância de recurso e outras de grande escassez.

A distribuição deste bem se torna muitas vezes um desafio, pois a maior parte dos recursos hídricos no país estão situadas em regiões que possuem um número de pessoas reduzidos, enquanto os grandes centros urbanos, que demandam uma quantidade maior de recurso encontram desafios ao cumprir sua finalidade. Na tabela 2.1 pode-se ver a densidade demográfica das regiões do país e a concentração de recursos hídricos em cada uma delas.

**Tabela 2.1: Distribuição dos recursos hídricos e densidade demográfica do Brasil**

<b>Região</b>	<b>Densidade demográfica (hab/km<sup>2</sup>)</b>	<b>Concentração dos recursos hídricos do país</b>
Norte	4,12	68,5%
Nordeste	34,15	3,3%
Centro-Oeste	8,75	15,7%
Sudeste	86,92	6%
Sul	48,58	6,5

**Fonte: IBGE / Agencia Nacional das Águas, 2010.**

Atualmente, a média de consumo de água no Brasil é de 153,6 litros por habitante ao dia e 110 litros/dia a quantidade suficiente de água para suprir as necessidades básicas de uma pessoa, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU). O instituto Trata Brasil (2019) vem dizer que 83,5% dos brasileiros são atendidos com abastecimento de água tratada, sendo aproximadamente 35 milhões de pessoas sem obtenção ao serviço básico, sendo uma boa parte deste resultado voltada para as regiões de clima semiárido, como norte de Minas Gerais e parte do Nordeste, que apresentam mananciais que nem sempre oferecem acesso à água, segundo a Agencia Nacional de Águas (2019).

Minas Gerais usufrui de abastecimento de água de forma rica em grande parte do estado, com exceção de algumas regiões conforme citado acima, mas em períodos



de estiagem são impactadas diretamente mediante a disponibilidade de água, comprometendo o abastecimento e levando a Companhia de Água Responsável (COPASA) a adotar rodízio como medida emergencial.

A cidade de Caratinga por sua vez, dispõe de farto abastecimento de água fornecida pelo Córrego do Lage, que é tratada em uma estação convencional que atende uma população de aproximadamente 92.062 habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE (2019). o Córrego do Lage em alguns anos sofreu períodos críticos de escassez. A falta d'água comprometeu o abastecimento da cidade, que precisou passar por rodízios para atender à população, uma vez que o município não possui um reservatório ou barragem.

De forma geral, o ponto a ser reparado no Brasil relacionado ao abastecimento de água, está ligado a disponibilidade desigual deste recurso em algumas regiões. Para buscar formas que auxiliem estes locais pouco favorecidos a receber de modo correto o abastecimento, bons planejamentos e iniciativas podem contribuir com a reparação deste problema contando com apoio órgãos públicos competentes.

## **2.2 Captação e uso de águas pluviais**

Sendo a água potável um recurso finito e limitado, soluções devem ser difundidas para que este bem seja preservado e possa garantir segurança alimentar e abastecimento a gerações futuras. Buscando aproveitar e não rejeitar nenhuma fonte alternativa de água, a captação de água da chuva ganha destaque, uma vez que sua utilização pode ser feita em regiões que sofrem com escassez e em regiões de maior infraestrutura, podendo diminuir os gastos com a conta de água (PORTE, 2016).

O uso de águas pluviais consiste em uma utilização para fins menos nobres, no caso de descargas sanitárias, regam de jardins, limpeza de pisos, lavagem de carros entre outros. Países industrializados como Japão e Alemanha servem-se deste método em larga escala, investindo altamente em sistemas de aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis (KRÜTZMANN, 2015).

As formas de coleta da água da chuva podem ser feitas em telhados de edifícios e residências, pois têm se vantagens com relação à qualidade da água, uma vez que são preservadas de algumas impurezas provenientes ao trânsito de pessoas, animais, veículos automotores encontradas na rua que fazem com que a água fique seriamente poluída (SOARES, 1997, apud, GOLDENFUM, 2006). Para armazenar a água

coletada e utilizar de maneira apropriada, diferentes modelos e sistemas de captação de águas pluviais foram criados. Independentemente da escala e da finalidade, o sistema de aproveitamento da água de chuva é composto por seis componentes básicos, conforme a tabela 2.2 apresenta abaixo.

**Tabela 2.2: Constituintes e funções de um modelo de sistema reservatório.**

<b>Constituintes</b>	<b>Função</b>
Superfície de captação	Área pela qual a água da chuva escorre
Calhas	Necessárias para a condução da água para a cisterna
Telas e sistema de descarte da primeira chuva	Para retirada de folhas, galhos e detritos, evitando a entrada desses na cisterna
Cisternas	Local onde a água é armazenada
Sistema de tratamento	Dependendo do tipo de uso será necessária a utilização de tecnologias de tratamento para ter água na qualidade desejada.

Fonte: Adaptado de Palhares, 2016.

A figura 2.1 abaixo ilustra o sistema reservatório de águas pluviais exemplificado acima segundo a o autor Palhares (2016).

**Figura 2.1: Sistema de captação de água pluvial.**



Fonte: Sustent Arqui, 2015.

É importante pontuar que para utilizar este tipo de sistema alguns cuidados no armazenamento de água da chuva devem ser tomados para manter a água preservada e livre de impurezas. O reservatório deve-se manter sempre fechado e vedado, impedindo a disposição de resíduos e a proliferação de mosquitos transmissores da dengue, insetos e demais bichos, garantindo uma água livre de contaminações (SEREZUELLA, 2015).

A incidência solar também não pode ter acesso direto a água armazenada, para garantir que a mesma não sofra com uma possível proliferação de algas e organismos (ECYCLE, 2018). Evitar perdas na qualidade também é essencial, sendo assim é necessário preservar a água de qualquer contato direto com materiais que não estejam limpos, para não expor a possíveis contaminações (SEREZUELLA, 2015).

O local em que o sistema estiver instalado precisa ser seguro, por isso o tanque de armazenagem precisa estar localizado em um local protegido, que não ofereça riscos para crianças, evitando acidentes.

É necessário se certificar que o reservatório está totalmente apoiado em uma superfície nivelada e plana, para evitar riscos provenientes de rompimentos ou deformações e se o reservatório for instalado em lajes, telhados ou algum tipo de estrutura, é importante confirmar se a mesma suporta sua carga (IPT, 2015).

Os benefícios de se utilizar destes sistemas reservatórios são muitos, sendo um meio eficaz no auxílio a diminuição nos impactos da crise hídrica no mundo. Estes sistemas podem ser inseridos em qualquer ambiente, seja rural ou urbano, casa ou apartamento, podendo reduzir o consumo de água da rede pública, gerando uma economia de até 50% nos gastos provenientes deste recurso, seja em residências ou estabelecimentos comerciais. A utilização desta água ampara também na redução das enchentes nas cidades, onde a água captada não se acumula sobre o asfalto dos centros urbanos (PORTE, 2016).

Uma Estimativa aponta que, lavar uma calçada com a mangueira por 15 minutos, são gastos em média 279 litros de água, e ao evita a utilização de água potável em ambientes onde esta não é necessária, como por exemplo, limpeza de carros, rega de jardins e outros afins, utilizando água da chuva vários benefícios são gerados do ponto de vista econômico e sustentável (DEMAE, 2017).

### 2.3 Sistema de captação e distribuição de águas pluviais para fins não potáveis

Para a implantação do sistema reservatório é necessário utilizar vários componentes para cumprir sua finalidade, como a captação da água, transporte, armazenamento e a utilização requerida para o sistema (KRÜTZMANN, 2015 apud SINDUSCON-SP, 2007).

Palhares (2016) vem dizer, que para se projetar um sistema coletor de águas pluviais é necessário seguir alguns passos. Primeiramente, distinguindo o uso da água e o consumo que se pretende ter, junto a um padrão de qualidade estabelecido para o uso. É interessante avaliar o índice pluviométrico da região de acordo com a precipitação mensal local, para auxiliar no cálculo do reservatório e chegar a um resultado que atenda de forma ideal as necessidades de quem utiliza, sem que exceda ou falte.

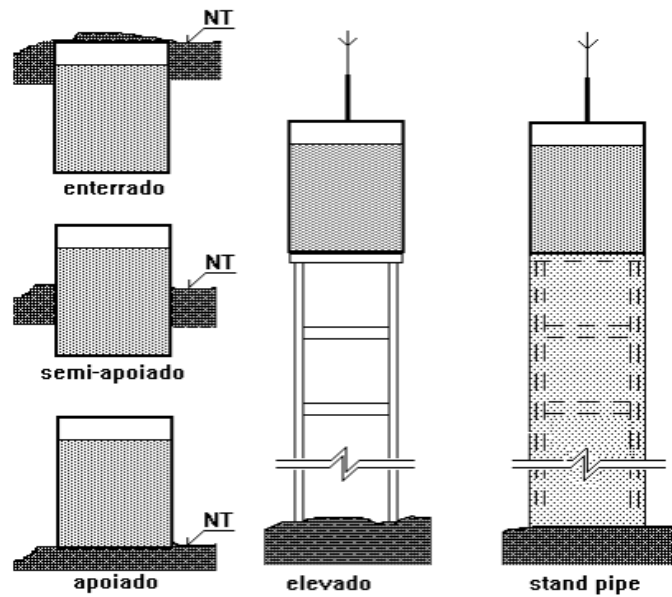
É importante medir a área a ser coletada e determinar o coeficiente de escoamento referente a área de cobertura e também indicar os componentes que irão complementar o sistema, como filtros, tubulações, grades e outros. Após este passo, parte-se para o cálculo do tanque de armazenagem que descartará as primeiras águas, que são responsáveis por limpar a superfície captora. Dando sequência, escolher o sistema que poderá fazer o tratamento da água, avaliando se é necessário a partir do tipo de uso que se pretende ter com a mesma, e por fim, calcular a cisterna (PALHARES, 2016).

Os reservatórios podem ter variadas formas, seja retangular, cilíndricas, quadradas, entre outros modelos, e estar localizados em diferentes espaços que podem ser classificados em cinco tipos em relação ao terreno, sendo eles:

Enterrado, quando estão inteiramente alojados no terreno; Semi-enterrado ou semi-apoiado, quando a altura líquida está com uma parte abaixo do nível do terreno; Apoiado, quando a laje de fundo está apoiada no terreno; elevado, quando o reservatório é apoiado em estruturas de elevação; E stand pipe, quando o reservatório é elevado com uma estrutura de elevação embutida de modo a manter contínua o perímetro da secção transversal da edificação (GUIMARÃES, CARVALHO E SILVA, 2007).

A figura 2.2 exemplifica estas formas de adaptações dos tanques de armazenagem.

Figura 2.2: Reservatórios associado ao terreno.



Fonte: Guimarães, Carvalho e Silva, 2007.

Para determinar a vazão do projeto ( $Q_p$ ), é necessário utilizar a equação 1, que em sua composição utiliza a intensidade pluviométrica ( $I$ ) da região e a área de contribuição ( $A$ ) da superfície de captação, conforme indica a ABNT NBR 10844 (1989).

$$Q_p = (I \times A) / 60 \quad (1)$$

Após este cálculo, obtém-se a vazão de projeto para o sistema reservatório, e a partir do comprimento do telhado pode ser feita a dimensão da calha, conforme afirma Tomaz (1998). A tabela 2.3 exemplifica a dimensão que as calhas podem conter.

Tabela 2.3: Dimensões para calha.

Comprimento do Telhado (m)	Largura da Calha (m)
Até 5,0	0,15
5,0 à 10,0	0,2
10,0 à 15,0	0,3
15,0 à 20,0	0,4
20,0 à 25,0	0,5
25,0 à 30,0	0,6

Fonte: Leiaut Dicas, 2015.

A ABNT NBR 10844(1989) que fala sobre Instalações Prediais de Águas Pluviais vem dizer que as calhas de platibanda e de beiral devem ser fixadas na

extremidade da cobertura. Elas devem ser dispostas de forma que a declividade seja regular, optando como valor mínimo uma declividade de 0,5%. Acrescenta ainda que para se evitar perdas, quando a saída da calha situar a uma distância menor que 4m de uma mudança de direção, é necessário multiplicar a vazão de projeto (Q) pelos coeficientes abaixo conforme a tabela 2.4 apresenta (KRUTZMANN, 2015):

**Tabela 2.4: Coeficiente que auxilia no dimensionamento de calhas.**

<b>Tipo de curva</b>	<b>Curva a menos de 2m da saída da calha</b>	<b>Curva entre 2 e 4m da saída da calha</b>
Canto reto	1,2	1,1
Canto arredondado	1,1	1,05

Fonte: ABNT NBR 10844, 1989.

O cálculo de dimensionamento das calhas pode ser feito conforme a fórmula de Manning-Strickler, apresentada a seguir conforme equação 2.

$$Q = K \times (A_m / N) \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (2)$$

Onde:

**Q** – Vazão de pico;

**A<sub>m</sub>** – Área de seção molhada (m<sup>2</sup>);

**N** – Coeficiente de rugosidade de Manning;

**R** – Raio hidráulico A/P, (m);

**P** – Perímetro molhado (m);

**S** – Declividade da calha, mínima de 0,5%;

**K** – 60.000 (constante de Manning-Strickler)

A tabela 2.5 apresenta o coeficiente de rugosidade (N), utilizado no cálculo de dimensionamento das calhas.

**Tabela 2.5: Coeficiente de rugosidade de Manning-Strickler.**

<b>Material</b>	<b>n</b>
Plástico, fibrocimento, aço, metais não-ferrosos	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica, concreto não-alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não-revestida	0,015

Fonte: ABNT NBR 10844, 1989.

Algumas manutenções devem ser feitas nas calhas para o não surgimento de problemas futuros. Algumas das medidas a serem tomadas são manter o telhado

devidamente limpo, livre de impurezas que impeçam a passagem da água na calha, as sujeiras carregadas pela chuva podem entupir e sobrecarregar a estrutura, correndo risco de deformação.

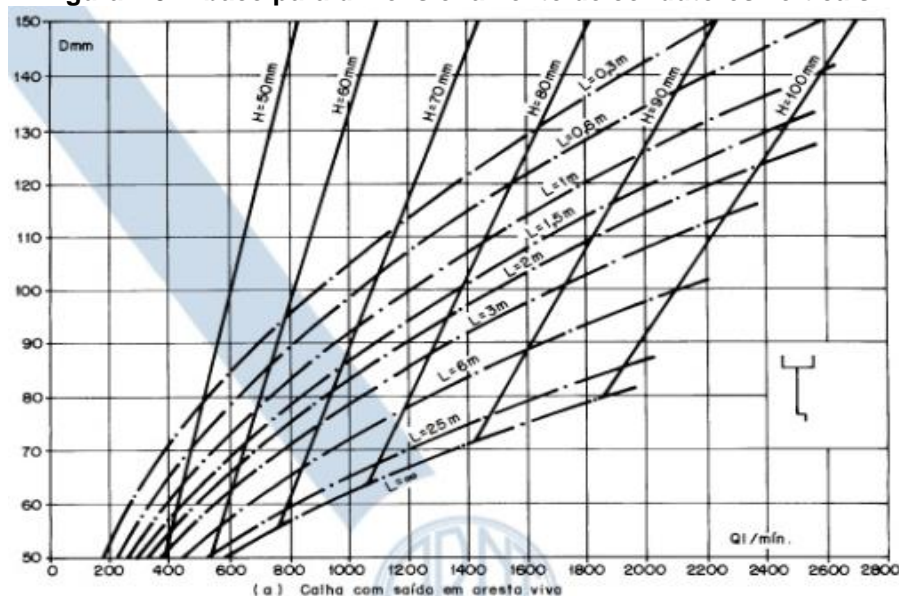
O indicado é limpeza feita com frequência de seis meses. Instalar telas ou grades anti-folhas são essenciais para deter impurezas maiores, principalmente onde se utiliza de armazenagem de água da chuva, esta iniciativa impede que resíduos graúdos entrem em contato com a água coletada (ASTRA, 2018).

Segundo para os condutores verticais, de acordo com ABNT NBR 10844 (1989) eles podem ser instalados no interior ou exterior da edificação. Para atingir uma eficiência adequado não é permitido que os condutores tenham diâmetro interno inferior à 70mm.

Ainda segundo a ABNT NBR 10844 (1989), as colunas de descida, de preferência devem estar livres de mudanças de direção, mas quando é necessário devem ser utilizadas curvas de 90° ou curvas de 45°, com a instalação de peças inspeção. Segundo a norma, é necessário definir qual dos dois ábacos utilizar, já que a saída um junto a calha pode ser aresta viva ou funil.

Logo após a escolha, segue com o dimensionamento dos condutores, que deve ser definido com a utilização dos ábacos, através dos dados como vazão de projeto em L/min (Q), altura da lâmina de água na calha, em mm (H) e comprimento do condutor vertical, em m (L). O ábaco representado na figura 2.3 é utilizado no dimensionamento de condutores verticais para calhas com saída em aresta viva.

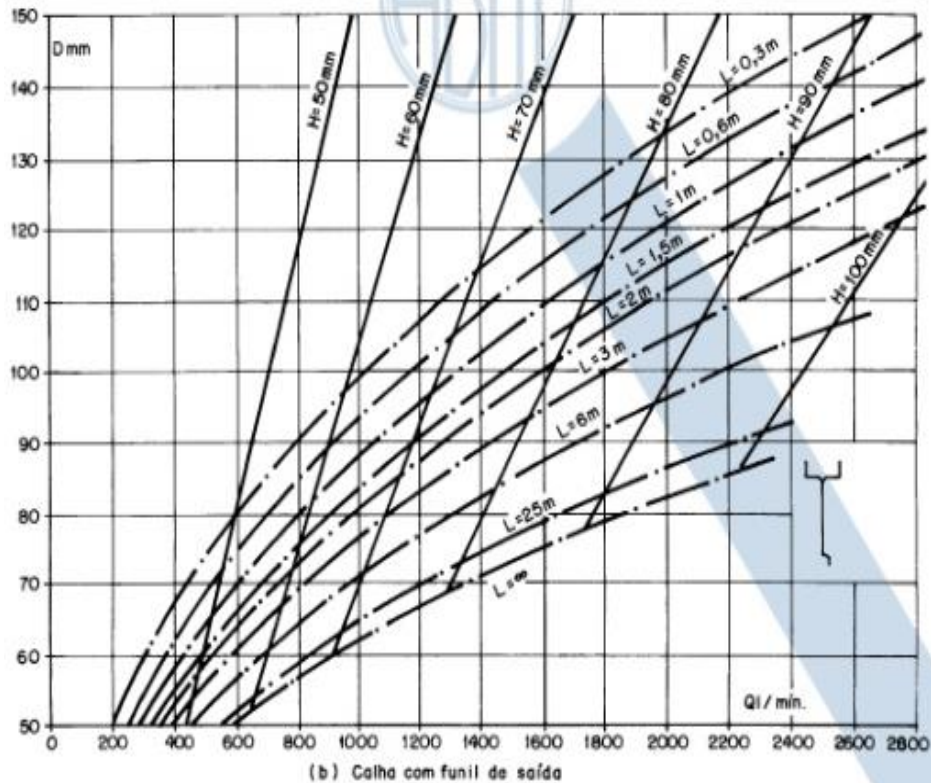
**Figura 2.3: Ábaco para dimensionamento de condutores verticais.**



Fonte: ABNT NBR 10844, 1989.

O ábaco a seguir, exemplificado na figura 2.4 também é utilizado para dimensionamento de condutores verticais para calhas com saída funil, conforme acima citado.

**Figura 2.4: Ábaco para dimensionamento de condutores verticais**



Fonte: ABNT NBR 10844, 1989.

Já para os condutores horizontais a ABNT NBR 10844 (1989) diz que, os condutores horizontais devem ser instalados com declividade uniforme de no mínimo 0,5% e para calcular seu dimensionamento considera-se como lâmina de água a altura de  $2/3$  do diâmetro interno do tubo.

Sempre que instaladas as conexões, ou houver mudança de direção na tubulação devem ser acrescentadas peças de inspeção, ou a cada 20m retilíneos de tubulação, o mesmo vale para a tubulação que está enterrada (KRÜTZMANN, 2015). A tabela 2.6 apresenta as vazões de condutores verticais segundo a fórmula de Manning-Stricklere através dela é possível o valor apropriado segundo o diâmetro interno.



Tabela 2.6: Vazões de condutores verticais, fórmula de Manning-Strickler.

Diâmetro Interno (D) (mm)	n=0,011				n=0,012				n=0,013			
	0,50%	1%	2%	4%	0,50%	1%	2%	4%	0,50%	1%	2%	4%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
125	370	521	735	1040	339	478	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1190	1690	552	777	1100	1550	509	717	1010	1430
200	1300	1820	2570	3650	1190	1670	2360	3350	1100	1540	2180	3040
250	2350	3310	4660	6620	2150	3030	4280	6070	1990	2800	3950	5600
300	3820	5380	7590	10800	3500	4930	6960	9870	3230	4550	6420	9110

Fonte: ABNT, NBR 10844 (1989).

Na filtragem simples, ao captar a água da chuva pelas calhas, é importante instalar um filtro de descida, que tem a finalidade de reter as impurezas maiores presentes no telhado e nas calhas, para que não sejam levadas pela água para o reservatório, eles são instalados nos condutores verticais, responsáveis por conduzir a água para a cisterna (ECYCLE, 2018).

Segundo Tomaz (TOMAZ, 2003, apud, KRUTZMANN, 2015), é recomendado que as peneiras destes filtros possuam tela de diâmetro entre 0,20mm a 1mm para cercar o máximo de impurezas, mas como não é possível reter todas as contaminações presentes, é importante realizar uma limpeza regular do mesmo. A figura 2.5 exemplifica um filtro de descida que contém esta tela protetora.

Figura 2.5: Filtro de descida.



Fonte: Reforma & Construção, 2017.

Abordando agora sobre a primeira água, termo utilizado para se referir aos primeiros milímetros de chuva, pode-se dizer que é responsável por fazer a “limpeza” do telhado e da calha, por se tratar de locais que contém poeira, folhas, pequenos insetos entre outras sujeiras.

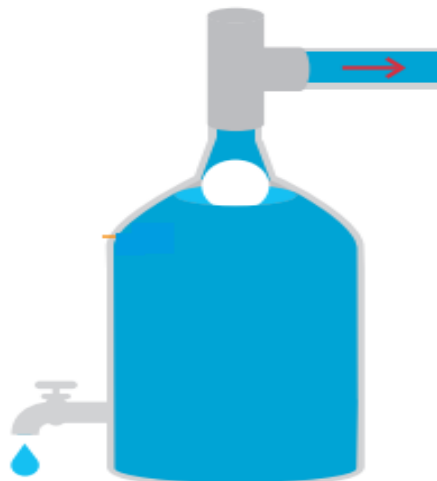
Segundo Tomaz (2003), não é obrigatório em norma que este processo seja realizado, porém é necessário para que seja possível utilizar de uma água com boa qualidade. Krützmann (2015) afirma que os primeiros 2mm de chuva devem ser eliminados, por serem responsáveis pela limpeza das partes captoras, esse volume corresponde a aproximadamente os primeiros 5 a 10 minutos de precipitação.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2015) vem ressaltar a importância de descarte da primeira água, uma vez que, mesmo passando pelos filtros simples, como já citados, a água ainda pode estar contaminada por resíduos mais finos, então é importante que a água rejeitada seja encaminhada para o caminho final adequadamente.

Para realizar a separação e o descarte de forma adequada, é pertinente utilizar um pequeno reservatório com volume compatível a área do telhado, que acolherá a primeira água e quando cheio, utilize de uma vedação que impeça que a “água limpa” entre em contato com a “suja”. Este pequeno reservatório deve ser esvaziado periodicamente (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2015).

A figura 2.6 vem demonstrar como a primeira água pode ser separada sem que tenha contato com a que será utilizada, e também a forma de descarte, que pode ser feita através de torneiras uma ligação direta com a rede de esgoto.

**Figura 2.6: Tanque de armazenagem da primeira água.**



**Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2015.**

O armazenamento da água da chuva coletada através dos pontos de captação é feito no reservatório. Estes tanques de armazenagem, geralmente são fabricados de concreto, aço, fibra de vidro, polietileno, entre outros. Reservatórios de maior porte em geral são instalados de forma enterrada para evitar a incidência de luz solar sobre eles, evitando assim, a proliferação de algas e outros micro-organismos (ECYCLE, 2018). Analisando a pressão que a estrutura do reservatório pode atuar na superfície de apoio, a estabilidade do solo precisa ser acompanhada (PALHARES, 2016). A tabela 2.7 demonstra as particularidades e os cuidados necessários para cada tipo de material para o reservatório.

**Tabela 2.7: Particularidades de tanques reservatórios.**

<b>Material</b>	<b>Características</b>	<b>Cuidados</b>
Plástico, Galão	Disponível no comércio, baixo custo	Utilizar somente novos.
Fibra	Disponível no comércio, modificável e móvel	Deve estar assentada em piso liso, contínuo e ao nível do chão.
Polietileno/Polipropileno	Fácil instalação, modificável e móvel	Proliferação de algas quando exposto ao sol.
Metal Tambores de aço, Tanques galvanizados	Alto custo, disponível no comércio, modificável e móvel	Susceptíveis à corrosão e ferrugem.
Concreto e Alvenaria, Ferrocimento e Blocos de concreto	Alto custo, Durável e imóvel	Potencial para rachaduras e falhas.
Madeira	Durável e móvel	Prevenção relacionada ao clima.

**Fonte: Adaptado de Palhares, 2016.**

Nas bombas centrífugas (A), a energia oferecida ao fluido é do tipo cinética, sendo convertida em boa parte em energia de pressão e são reconhecidas por produzir em alta vazão, pressão moderada e fluxo contínuo.

As bombas hidráulicas possuem várias apresentações, como as de engrenagens, pistão, axiais/radiais, entre outros modelos. Comparando a outras bombas, as hidráulicas são as que apresentam menor velocidade de rotação.

Já as submersas para serem utilizadas é necessário realizar uma montagem submersa no líquido bombeado, são muito utilizadas em poços artesianos, este tipo de bomba não precisa de pressão externa do ar para elevar o líquido. (JCA, 2018). A figura 2.7 representa os modelos de bombas citados no texto.

Figura 2.7: Modelos de bomba centrífuga (a); bomba hidráulica (b); bomba submersa (c).



Fonte: Dutra Maquinas, 2019.

Por fim, para realizar dimensionamento do reservatório de água pluvial existem alguns métodos que auxiliam neste cálculo. O método a ser utilizado é o método Azevedo Neto, conforme apresenta a ABNT NBR 15527 (2007). Este Nele se considera também os meses que a o índice pluviométrico foi menor que a média mensal, conforme a equação 3.

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad (3)$$

Onde:

**P** – Valor numérico da precipitação média anual, expressa em milímetros (mm);

**T** - Valor numérico dos meses de pouca chuva;

**A** – Valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m<sup>2</sup>);

**V** – Volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, apresentado em litros (L) (ABNT NBR 15527, 2007).

## 2.4 Demanda de água para fins não potáveis

Empregar o uso de águas pluviais em edificações residenciais e comerciais é possível sobrepor alguns usos menos nobres de água potável, como na utilização de

descargas sanitárias, irrigação de jardins, lavagem de carros e pisos, entre outras atividades. Este aproveitamento da água da chuva em residências, indústrias e no meio agrícola tem ganhado foco mundial, por se tratar de um modo eficiente e simples para amenizar a crescente escassez de água presente nos dias atuais (RODRIGUEZ, 2012 apud MAY, 2004).

O abastecimento de água se determina em fontes como lagos, rios e córregos, por serem meios acessíveis e possuírem um menor custo de captação, seguida pelas águas subterrâneas. O percentual de utilização de água doce se divide em 69% para a agricultura, 23% a indústria e 8% consumo humano (RODRIGUEZ, 2012 apud REBOUÇAS, 1999). Detalhando um pouco mais o consumo no meio urbano, ele pode ser dividido em três categorias, como exemplificado na tabela 2.8.

**Tabela 2.8: Consumo de água no meio urbano.**

<b>Consumo</b>	<b>Locais</b>
Consumo residências	Referente a residências unifamiliares e edifícios multifamiliares;
Consumo comercial	Referente a restaurantes, hospitais e serviços de saúde, hotéis, lavanderias, lava jatos, clubes esportivos, bares, lanchonetes e lojas;
Consumo público	Referente a edifícios públicos, escolas, parques infantis, prédios de unidade de saúde pública, cadeia pública, e todos os edifícios municipais, estaduais e federais.

**Fonte: Adaptado Tomaz, 2005.**

Entrando no contexto de clubes esportivos, os principais locais que consomem água são saunas, irrigação e limpeza. Em saunas, pelo elevado uso de duchas, presume-se que 140 pessoas passando pelo local por dia sua de utilização de água chegue a 90.000 litros semanais ou 92 litros/dia. Em irrigação, 2.400 litros podem ser gastos com irrigação de uma quadra de tênis por dia e 16.800 por semana, jardins podem ser gastos uma média de 2.000 litros por dia ou 14.000 litros/semana (PERALTA, 2017).

Saravy (2010) diz que a média de consumo de água chegue a até 50% de um consumo total físico de alguma residência ou ponto comercial, ela ainda aponta a tabela 2.9 de porcentagem de consumo para cada uso interno.

Tabela 2.9: Média consumo de água referente a porcentagem.

<b>Uso interno</b>	
	% do Consumo
Descarga de bacia sanitária	20 a 25%
Chuveiros e banheiras	15 a 20%
Torneiras	5 a 10%
<b>Uso externo</b>	
Jardim	25 a 30%
Piscina	5 a 10%
Lavagem área externa	5 a 10%

Fonte: Adaptado Saravy, 2010.

Tomaz (LOMBARDI, 2017 apud TOMAZ, 2000) aponta algumas fórmulas usadas para calcular a demanda de água em vários tipos de instalações, como escolas, restaurantes, hotéis, hospitais, lava-jatos e clubes esportivos. Os dados são obtidos junto a Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo e determinam o consumo total de água em 1 mês. Para clubes esportivos a fórmula julga o estabelecimento com quadra esportiva, piscina e ao menos 5 chuveiros, a equação (4) apresenta a fórmula citada anteriormente.

$$\text{Consumo} = 26 \times n^{\circ} \text{ de chuveiros} \quad (4)$$

Entrevistas com usuários destes estabelecimentos também possibilitam estimar o consumo de água, permitindo prever o consumo médio diário e o consumo per capita em diferentes condições (LOMBARDI, 2012).

A demanda de água para instalações recreativas é alta, e para se obter uma demanda média de água pluvial que pode ser utilizada para substituir a água de fins potáveis, aplica-se a equação (5) a seguir que apresenta resultado sobre a caracterização do volume de água de chuva.

$$V_a = P \times A \times C \times N \quad (5)$$

Onde:

**V<sub>a</sub>** – O volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável (m<sup>3</sup>);

**P** – A precipitação média anual, mensal ou diária (mm);

**A** – Área de coleta (m<sup>2</sup>)

**C** – Coeficiente de escoamento superficial da cobertura

**N** (fator de captação) – Aplicabilidade do sistema de captação, considerando o mecanismo de descarte de sólidos, adotando 0,85 para descarte de 2mm (TOMAZ, 2003).

Para determinar o coeficiente de escoamento superficial de cobertura, é possível utilizar na tabela 2.10 abaixo para compor o cálculo.

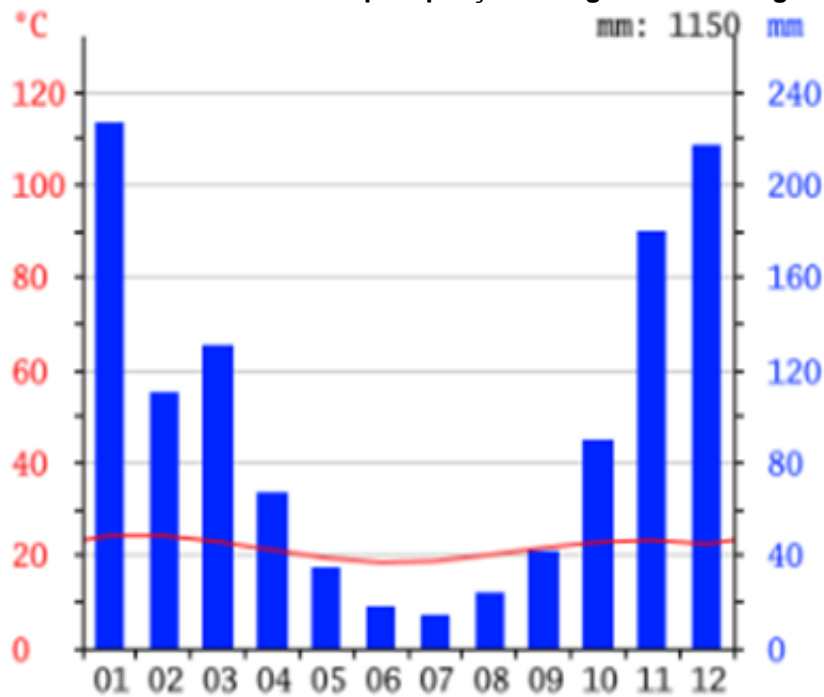
**Tabela 2.10: Material utilizado na cobertura C.**

<b>Material</b>	<b>Coeficiente de Escoamento Superficial (C)</b>
Telhas cerâmicas	0,80 a 0,90
Telhas esmaltadas	0,90 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,80 a 0,90
Cimento amianto	0,80 a 0,90
Plástico, PVC	0,90 a 0,95

Fonte: Pegoretti, 2009.

Para os cálculos de aproveitamento da água pluvial é utilizado a média anual de precipitação regional, onde Caratinga apresenta 1150 mm de chuva (CLIMATE, 2019), conforme o gráfico 2.1, que apresenta também a quantidade de precipitação específica para em cada mês do ano.

**Gráfico 2.1: Média anual de precipitação da região de Caratinga.**



Fonte: Climate-Data, 2019.

É possível também, descobrir os dados de capacidade anual e mensal utilizando a área do telhado e superfície coletora por meio da tabela 2.11 nos dados que a compõe. É importante verificar se a capacidade de captação mensal é superior ao volume total da instalação de armazenagem da água, pois se o valor for inferior o sistema perde sua eficiência (SARAVY, 2010).

**Tabela 2.11: Índice pluviométrico x Área total de captação.**

<b>Índice Pluviométrico (mm) anual</b>	<b>Área do telhado (m<sup>2</sup>)</b>							
	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>400</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>1500</b>	<b>2000</b>
<b>800</b>	72	144	216	288	360	720	1080	1440
<b>900</b>	81	162	243	324	405	810	1215	1620
<b>1000</b>	90	180	270	360	450	900	1350	1800
<b>1100</b>	99	198	297	396	495	990	1485	1980
<b>1200</b>	108	216	324	432	540	1080	1620	2160
<b>1300</b>	117	234	351	468	585	1170	1755	2340
<b>1400</b>	126	252	378	504	630	1260	1890	2520
<b>1500</b>	135	270	405	540	675	1350	2025	2700
<b>1600</b>	144	288	432	576	720	1080	1440	2880

Fonte: Saravy, 2010.

## 2.5 Orçamento

Ávila (2003) diz que, orçar é determinar a matéria-prima, mão de obra ou equipamentos essenciais para a execução de uma obra ou de um serviço. Na orçamentação trata-se também do tempo de duração dos custos dos itens relacionados.

O orçamento pode ser visto como processo e como produto, sendo no orçamento processo empregado para estabelecer metas empresariais em termos de custo, faturamento e desempenho. No orçamento produto, busca definir o custo, no caso, o preço de algum produto (MUTTI, 2018).

O orçamento apresentará sempre uma imprecisão, pois é um estudo feito com informações prévias. Todavia, ele deve apresentar a realidade do projeto (CALEONE, 2018 apud MATTOS, 2003). Mattos (2003) cita ainda 3 traços importantes para a orçamentação, o primeiro dele é a aproximação, onde diz que todo o orçamento é aproximado pois baseia-se em previsões. Entretanto, é necessário compreender que



o orçamento não precisa ser exato, porém preciso. Quanto mais detalhada e criteriosa for a orçamentação, menor será a margem de erro.

Em seguida, a especificidade, onde expressa que não se pode falar em orçamento padronizado ou generalizado, por mais que o orçamento seja baseado em projetos anteriores, sempre há a necessidade de adaptação para a obra ou projeto atual (CALEONE, 2018 apud MATTOS, 2003).

A temporalidade é o terceiro deles, que diz que um orçamento realizado tempos atrás não é válido hoje. Os custos dos insumos variam, os impostos e encargos se alteram, os métodos construtivos evoluem e os cenários financeiros e gerenciais se modificam (CALEONE, 2018 apud MATTOS, 2003).

Gaussman (2018) diz que, um projeto bem delimitado produz um orçamento próximo da realidade, já um projeto que apresenta detalhes insuficientes produz orçamentos com distorções. É sempre importante determinar acertadamente os valores a serem aplicados na elaboração do orçamento, pois distorções expressivas podem refletir nos gastos finais.

É importante realizar uma análise completa e atualizada com o custo individual dos itens e serviços utilizados, alguns softwares proporcionam precisas, sendo o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), utilizada pela Caixa Econômica Federal um exemplo deles (GAUSSMAN, 2018).

Para fazer o levantamento dos insumos a serem orçados da forma apropriada é importante obter todo o projeto que envolva a obra e possuir todoo memorial de cálculo, pois cada cálculo dos insumos deve estar contido no memorial (SCHAEFER, 2019).

Para determinar os quantitativos, SCHAEFER (2019) vem dizer é necessário seguir dois processos, o primeiro dele é a quantificação dos insumos, onde é levantado todos os elementos para a execução do projeto que podem ser organizados por materiais, equipamentos e mão de obra. O segundo deles é a composição de custos individuais para cada serviço a ser realizado, no qual os custos são colhidos através do conjunto unitário de custo relacionado aos materiais, equipamentos e mão de obra utilizados na aplicação do projeto.

É muito importante que o levantamento dos insumos seja feito de forma criteriosa e acertada, pois uma verificação imprecisa de elementos utilizados no projeto pode ocasionar em um orçamento que apresente falhas, influenciando diretamente no custo da obra (SCHAEFER, 2019).

### **3 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS**

#### **3.1 Classificação da pesquisa**

O presente trabalho tem por objetivo estudar a viabilidade do uso de um sistema reservatório de águas pluviais no Esporte Clube Caratinga, localizado na cidade de Caratinga, tendo em vista os custos de implantação e potencial de economia do consumo de água. Percebe-se então que esta pesquisa tem cunho exploratório, dado que, como explica Gil (2008), este tipo de pesquisa, dedica-se a familiarizar-se com problemas para obter uma nova percepção a seu respeito, construindo possibilidades.

Partindo da percepção que um sistema de aproveitamento de águas pluviais é uma medida para reduzir o consumo de água, e de que este trabalho busca desenvolver projeto e orçamento para um centro esportivo da cidade de Caratinga-MG, pode-se dizer que esta pesquisa busca gerar conhecimento potencialmente utilizável na prática. Então, quanto a natureza, este é um estudo aplicado, pois conforme Prodanov e Freitas (2013), esse tipo de pesquisa gera conhecimento como finalidades imediatas, que no caso são o projeto e o estudo de custo do sistema de aproveitamento de água pluvial.

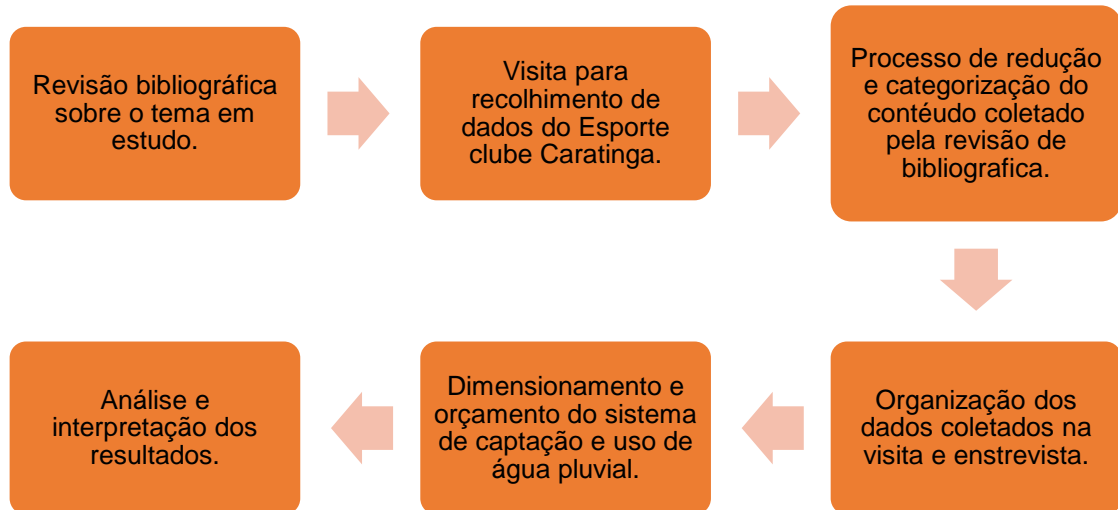
Quanto a abordagem dos dados, pode-se classificar esta pesquisa como qualitativa, visto que se analisa a questão do aproveitamento de águas pluviais para o Esporte Clube Caratinga. Ainda que os dados sejam numéricos, busca-se o significado destes para poder analisar a viabilidade do uso de sistema de reservatório pluvial para fins não potáveis. Segundo Prodanov e Freitas (2013, p.70), “a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Esta não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas”.

#### **3.2 Procedimentos metodológicos e técnicas**

A presente pesquisa retrata a implantação de um sistema reservatório de águas pluviais para fins não potáveis no Esporte Clube Caratinga. Para chegar ao objetivo esperado, segue-se algumas etapas que são fundamentais neste processo: Coleta de dados, onde se reúne as informações necessárias no clube esportivo para os passos seguintes; dimensionamento, que a partir dos dados coletados pode-se iniciar os cálculos; orçamento, etapa fundamental que vai estabelecer os gastos que o sistema

e o processo de implantação podem ter. Na figura 3.1 pode ser visto o percurso metodológico trilhado.

**Figura 3.1: Percurso metodológico da pesquisa.**



**Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.**

### 3.2.1 Coleta de dados

A coleta de dados é um dos três métodos citados por Gil (2008) para coleta de informações, assim como a observação direta no local que constitui o estudo de caso. Para constituir o projeto do sistema proposto, primeiramente foi necessária uma pesquisa no clube esportivo em questão para levantar uma série de informações que posteriormente seriam usadas nos próximos passos de criação do projeto.

Essas informações são em relação aos locais que poderiam ser instalados os reservatórios, local onde poderia captar a água da chuva, dimensão dessa superfície captora para os passos de dimensionamento e conversa com funcionários para saber um pouco mais sobre a demanda e necessidade de recursos hídricos no clube.

Complementando a coleta de dados e as visitas ao clube esportivo, tem-se o processo de revisão bibliográfica para identificação e levantamento de sistemas de captação e uso de águas pluviais já implementados para maior familiarização com o tema. Além disso, a revisão destinou-se aos aspectos relativos ao dimensionamento e orçamento.

### 3.2.2 Dimensionamento

Para realização do dimensionamento do sistema reservatório é necessário dimensionar os condutores verticais, horizontais, reservatório da primeira água e reservatório de armazenagem contidos no projeto.

Para o dimensionamento dos condutores verticais utiliza-se os ábacos da norma ABNT NBR 10844 (1989), onde o utilizado é de saída em aresta viva. Logo após, ergue-se uma vertical com o valor encontrado na vazão até as curvas H (altura de lâmina d'água) e L (comprimento do condutor). Feito os cruzamentos conduz a mais alta ao eixo D, utilizando uma linha horizontal. Finalmente, adota-se o diâmetro nominal que apresenta diâmetro interno maior que 70mm (VIANA, 2019).

Para dimensionar os condutores horizontais é necessário obter o coeficiente de rugosidade do material condutor, utilizar a declividade e o valor de vazão da água, que normalmente equivale ao do condutor vertical, e aplicar na Tabela 2.6 de vazões de condutores verticais segundo a fórmula de Manning-Strickler (VIANA, 2019).

O dimensionamento dos reservatórios é parte primordial para o desenvolvimento da pesquisa, pois através dele descobre-se os tamanhos apropriados dos tanques de armazenagem, evitando exageros de tamanhos e gastos desnecessários. Inicialmente deve-se dimensionar o reservatório que receberá a primeira água, sendo está de descarte, uma vez que carregará muitas impurezas. As dimensões desse reservatório são definidas conforme a área de captação.

O volume do reservatório deve ser igual à área da captação, dado que é necessário um litro de água para que cada metro quadrado da superfície captora seja limpa. Partindo agora para o cálculo do tanque de armazenagem, utilizará o método Azevedo Neto, conforme apresenta a ABNT NBR 15527 (2007).

Nele se considera também os meses que a o índice pluviométrico foi menor que a média mensal, analisando a realidade regional da cidade onde o clube esportivo está situado, adota-se 7 meses.

Para realização do cálculo, utiliza-se a variável P indicando valor numérico da precipitação média anual, expressa em milímetros (mm); T vem representar o valor numérico dos meses de pouca chuva; a variável A indica o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m<sup>2</sup>); e V representa o volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, apresentado em litros (L).

Para o cálculo da bomba é necessário realizar primeiramente o cálculo para se obter a altura monométrica (AMT), nele se soma as variáveis altura da água até a bomba (AS); altura de recalque (AR), que é a altura da bomba até a entrada da caixa d'água; perda de carga (PC) onde se multiplica o comprimento da tubulação mais o fator de perda de carga encontrado na tabela de perda de carga mais 5%. Substituindo as variáveis obtém-se o valor da altura monométrica.

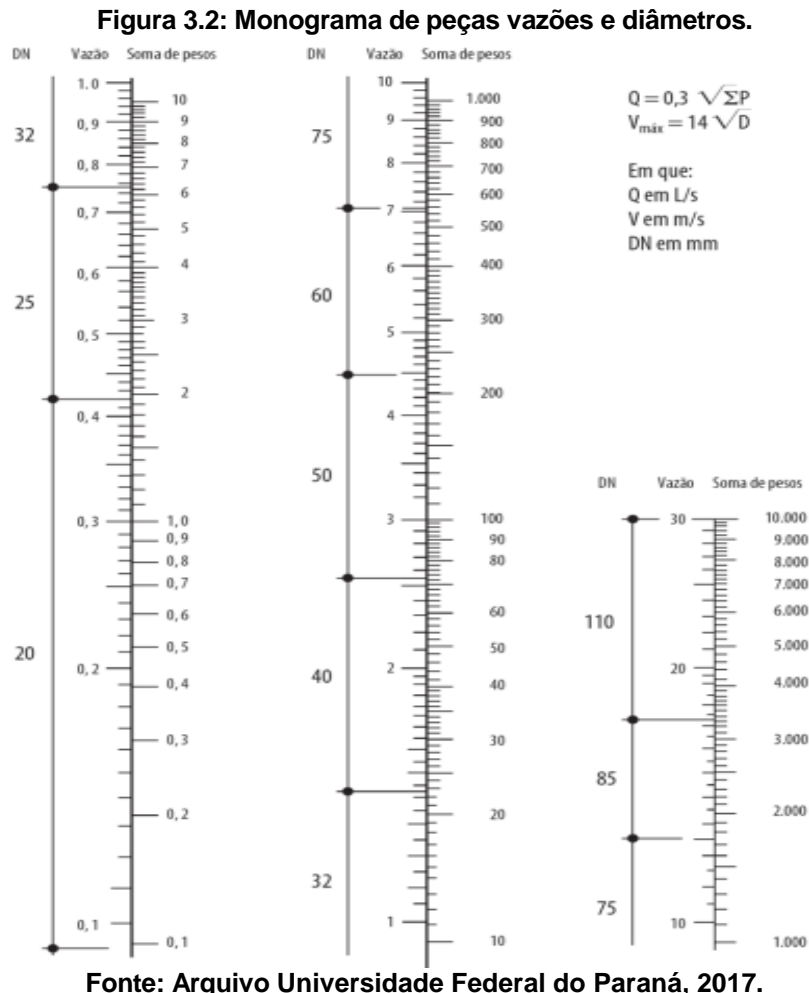
Para o cálculo da tubulação de distribuição é necessário utilizar a Figura 3.3 contida na ABNT NBR 5626 (1998), onde se obtém o peso relativo no ponto de utilização em função da peça de utilização, e posteriormente, faz-se o uso do nomograma de pesos, vasões e diâmetros na tabela 3.2 para se chegar ao diâmetro necessário para tubulação.

**Tabela 3.1: Pesos relativos no ponto de utilização em função da peça de utilização.**

Aparelho Sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto L/S	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		Válvula de descarga	1,70	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,0
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório	Com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
Cerâmico	Sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
		Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,20	0,4

**Fonte: ABNT NBR 5626, 1998.**

A figura 3.2 apresenta a monograma de peças vazões e diâmetros, conforme citado acima.



### 3.2.3 Orçamento

Para o orçamento do sistema reservatório realizou-se um levantamento de preço em duas empresas locais e um realizado a partir do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), muito utilizado pela Caixa Econômica Federal.

O intuito destes três orçamentos é garantir que os insumos utilizados no projeto apresentem melhor custo/benefício, e financeiramente o sistema apresente maior viabilidade. O orçamento foi feito em ordem de como será produzido o planejamento da obra.

Para o levantamento de custos é necessário desenvolver o quantitativo da obra. Sendo assim, os insumos foram recolhidos a partir da necessidade de cada item e

processo para chegar à finalização da implantação do sistema, e foram classificados em materiais, equipamentos e mão de obra.

Serão calculados inicialmente os custos dos requisitos mínimos para começar a construção do reservatório. Este levantamento de custo será das calhas, condutores verticais, condutores horizontais, bomba, reservatório de descarte e reservatório de armazenagem.

Para o equipamento orçado foi a retroescavadeira para auxiliar na abertura do solo para instalação do reservatório subterrâneo, e na mão de obra levantou-se o preço junto aos que realizarão as atividades para execução do sistema.

### **3.3 Análise dos conteúdos**

Após a coleta de dados, aprofundamento nos conteúdos e desenvolvimento de cálculos, faz-se uma análise dos resultados, utilizando-se da redução, que traduz o processo de seleção resumindo os dados, conforme afirma Gil (2008).

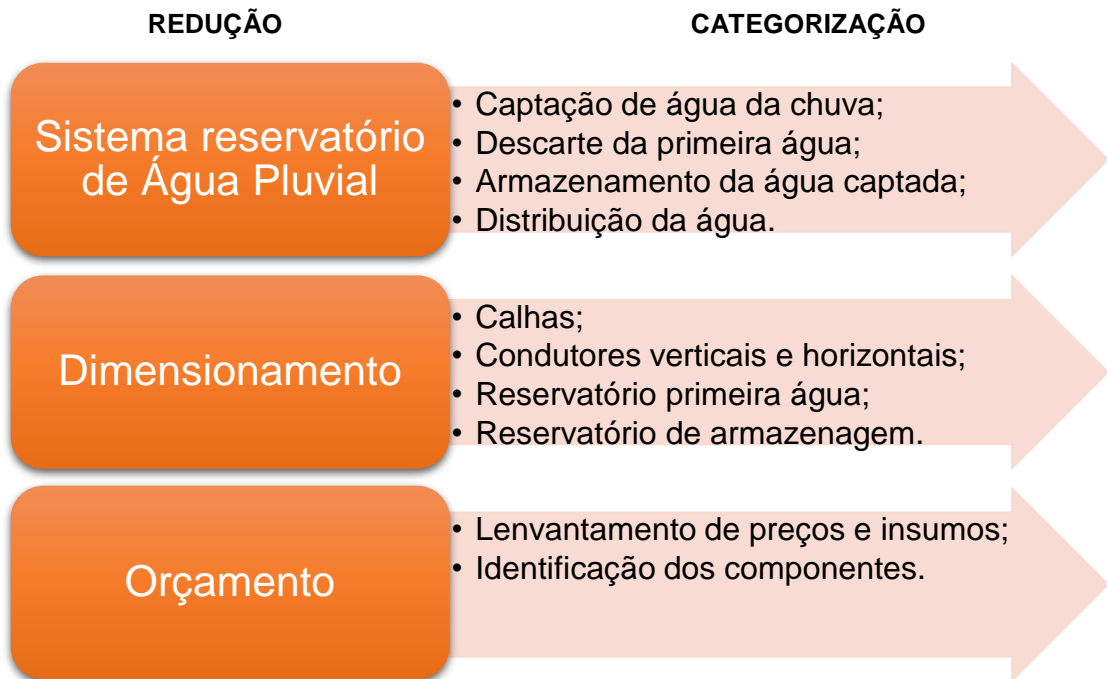
Para alcançar os objetivos da pesquisa é preciso compreender os processos contidos no sistema de captação de águas pluviais; o conhecimento do dimensionamento dos reservatórios, calhas e condutores que compõe o sistema reservatório; o orçamento, com o conhecimento adequado para cumprir com todas as finalidades. Contudo, o seguimento de redução se deu para ordenar os dados nestes três padrões resultantes do objetivo de estudo.

Adentrando no processo de categorização, Lima (2010) vem dizer categorizar é agrupar por elementos os objetos, ideias e ações por semelhança. Esse procedimento foi necessário durante a pesquisa para agrupar as etapas de desenvolvimento, como o dimensionamento, orçamento e outros processos constituintes. Ao fim todos os dados são organizados e agrupados resultando no projeto final, podendo assim, desenvolver a conclusão.

Para completar a redução do conteúdo, realizou-se a categorização, processo utilizado para amparar o entendimento sobre as etapas constituintes da pesquisa e elaboração do sistema.

A fragmentação dos processos de redução e categorização são apresentados na figura 3.3.

**Figura 3.3: Análise dos assuntos**



**Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.**

Executada a disposição e simplificação dos temas pode-se planejar o processo de desenvolvimento do sistema reservatório e concretizar seus objetivos. Fazendo desta, a última parte da pesquisa.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização do Clube

O Esporte Clube Caratinga é uma instalação recreativa situada na cidade de Caratinga, sendo construído no ano de 1917, possuindo 102 anos de história. Sua extensão abrange mais de 2.000m<sup>2</sup> de área construída mais um campo gramado sendo disposta em estruturas como academia, saunas, quadras de tênis, quadra de areia, quadra de futebol de salão, salão de festa, amplo estacionamento, áreas para churrasco, bar, piscinas, parquinhos, sala de jogos, vestiários/trocadores, espaço de convivência, áreas operacionais e administrativas que atendem seus mais de 2 mil associados. A figura 4.1 apresenta uma vista aérea de todas as dependências do clube.

Figura 4.1: Vista aérea do Esporte Clube Caratinga.



Fonte: Google Maps, 2019.

Nas figuras 4.2a e 4.2b podem ser vistas diferentes piscinas que o clube possui, enquanto que nas figuras 4.2c e 4.2d podem ser vistas diferentes quadras, tênis e poliesportiva, respectivamente.

**Figura 4.2: Instalações do Esporte Clube Caratinga.**



**Fonte: Acervo dos autores, 2019.**

Em todas estas instalações, várias delas demandam de grande uso de água para fins menos nobres, como a limpeza dos pátios, áreas de churrasco, salão de festa, do estacionamento, além do uso para rega dos jardins e das áreas verdes, como também a preparação das quadras de tênis e areia para iniciar suas partidas, entre outros.

Para a coleta de dados foi realizada uma visita ao clube esportivo, onde teve-se acesso ao tamanho da área de captação que será utilizada para recolher a água da chuva. Em uma conversa com o setor administrativo do clube pode-se ter acesso as contas de água da instalação.

Foram apresentadas de alguns meses do ano, as mais recentes delas foram de agosto, setembro e outubro com os valores de R\$ 3038,17; R\$ 3830,23 e R\$ 3533,64 respectivamente. Analisando todas as contas pode-se chegar a uma média no ano de 2019 de R\$ 3400,00 gastos com recursos hídricos da rede responsável pelo abastecimento municipal.

Na ocasião da visita foi informado também que os meses referentes a primavera e verão são os meses mais movimentados nas instalações, ocasionando

assim um aumento significativo nos gastos, já que os associados utilizam mais as piscinas e os chuveiros, após as outras atividades existentes, como academias e áreas esportivas.

Segundo funcionários do clube os gastos com água nestes períodos do ano aumentam também na utilização de água com a limpeza das instalações, que pelo grande fluxo de pessoas é necessário estar sempre limpando os banheiros, saunas e áreas de churrasco, sendo um dos principais locais onde a água armazenada pelo sistema reservatório pretende-se ser utilizada.

Existem várias formas de se utilizar águas captadas da chuva, alguns estabelecimentos direcionam a água recolhida para privadas, mictórios, uma vez que esta solução reduz grandemente gastos hídricos, porém ao conversar com funcionários do clube percebeu-se o excessivo gasto na limpeza, rega das áreas verdes e preparação das quadras para uso, optando assim por direcionar o uso das águas pluviais para estes fins com intuito de cumprir com as necessidades retratadas pelos clientes neste projeto.

Analisou-se as várias dependências do clube para se decidir o ponto mais estratégico para instalar o reservatório subterrâneo, uma vez que o clube possui uma área total bastante extensa. Verificou-se que os locais que mais demandam da água não potável ficavam nas proximidades do estacionamento, destacando assim, como local mais viável para instalação do tanque de armazenagem, por conter uma área de 400 m<sup>2</sup> aproximadamente.

Para a captação, o local que apresentou maior viabilidade para captar a água da chuva foi o salão de festas, que possui uma superfície de captação de 12 metros de largura e 48 metros de comprimento, totalizando uma área de 576 m<sup>2</sup>. Situado no segundo andar, próximo as quadras, banheiros, áreas verdes e do estacionamento.

## **4.2 Dimensionamento**

Partindo para o dimensionamento do sistema reservatório inicia-se, em conformidade com a ABNT NBR 10844 (1989), realizando o cálculo da vazão da água neste projeto, utilizando a equação 1.

Os parâmetros necessários para o cálculo da vazão são a intensidade pluviométrica da região e a área de contribuição. Para a intensidade pluviométrica foi adotado 226 mm, conforme dados do Climate (2019). Enquanto que a área de

contribuição possui 576 m<sup>2</sup>, que é dividida em área de captação em trecho 1 e trecho 2, pois referem-se as duas águas do telhado do clube, já que o cálculo é feito para as calhas individuais e não como um todo, adotando assim 288 m<sup>2</sup>. Sendo assim, chegou-se à vazão de 1084,8 L/min.

A calha utilizada para este projeto é a já existente nas instalações do salão de festas de clube, escolhido para captar a água. As calhas de platibanda são feitas de concreto alisado com 1m de largura.

Os condutores horizontais são definidos pela tabela de dimensionamento dos condutores horizontais (Tabela 2.1). Com a vazão de projeto 1084,8 L/min e analisando a tabela de coeficiente de rugosidade, utiliza-se o valor de 0,012 destinado a calhas de concreto alisado. Utilizando a tabela de condutores horizontais, adota-se a declividade de 2%, empregada no clube, obtendo um valor de 1100, sendo este aproximado da vazão obtida no projeto, para assim concluir que o condutor horizontal é de 150mm.

Para determinar o diâmetro dos condutores verticais usa-se a vazão 1084,8 L/min, altura de lâmina d'água de 10cm, passando para 100mm, altura da calha correspondente a 20cm ou seja, 200mm e o comprimento do condutor vertical, que até chegar ao condutor horizontal é 3m. Utilizando o ábaco de dimensionamento de condutores verticais (Figura 2.3), com calhas de saída em aresta viva, utiliza-se o valores indicados acima respectivamente, encontrando o diâmetro nominal do condutor de 100mm.

O sistema reservatório é dividido em dois tipos de armazenamento, o primeiro é utilizado para receber a primeira água, responsável por fazer a limpeza da superfície captora nos primeiros milímetros de chuva, instalado apoiado no terreno. O segundo é responsável por armazenar a água que será utilizada nas dependências do clube, instalado de forma subterrânea nas proximidades do salão de festas.

O reservatório que receberá a primeira água precisa obter a capacidade referente a área total da superfície captora que é de 576 m<sup>2</sup>, uma vez que são necessários 1 litro de água para que cada m<sup>2</sup> da superfície de captação possa ser totalmente limpa. Logo, a capacidade do primeiro reservatório precisa ser de 576L.

A partir deste valor de 576L para a capacidade do reservatório, optou-se por um tanque com capacidade de 600L para reter a água que é separada e posteriormente descartada, para que o tamanho do reservatório não fosse inferior a capacidade de retenção de toda a primeira água. O tanque escolhido, foi o modelo

Slim 600L da Fortlev por atender as necessidades de instalação, facilidade de descarte da água e não agredir a estética local. A figura 4.3 representa o modelo citado.

**Figura 4.3: Tanque Slim 600L Fortlev.**



**Fonte: Fortlev, 2019.**

Partindo agora para o cálculo do tanque de armazenagem, o método utilizado é o de Azevedo Neto, conforme apresenta a ABNT NBR 15527 (2007). O volume necessário foi calculado por meio da equação 3. Nele se considera os meses que o índice pluviométrico foi menor que a média mensal, analisando a realidade regional onde o clube esportivo está situado.

A variável P representa o valor numérico da precipitação média anual expressa em milímetros (mm); T o valor numérico dos meses de pouca chuva; A o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m<sup>2</sup>); e V o volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, apresentado em litros (L) (ABNT NBR 15527, 2007).

Para a precipitação média anual expressa em mm, utilizou-se 1,15 mm conforme fornecido pelo Climate (2019). Enquanto o valor numérico dos meses de pouca chuva foi adotado 7, referente a região de Caratinga e valor de 576m<sup>2</sup> para área de coleta em projeção. Sendo assim, obteve-se um volume de 194,7456 m<sup>3</sup>, dividindo por 12 referente aos meses do ano chegou-se ao valor final de 16228,8 litros mensais.

Sendo assim, o reservatório pode ter a capacidade de 16.228,8 litros, porém o valor aproximado a este para tanques de armazenamento são de 20.000 litros. O

modelo utilizado é o Tanque Fortlev-20000L, que atende as necessidades de preço, facilidade de instalação e manutenção. A figura 4.4 representa o tanque citado.

**Figura 4.4: Tanque Fortlev-20000L.**



**Fonte: Fortlev, 2019.**

Para a bomba, é necessário realizar o cálculo é preciso da altura manométrica (AMT), nele se soma as variáveis altura da água até a bomba (AS), representado por 4m; altura de recalque (AR), que é a altura da bomba até a entrada da caixa d'água, 8m e perca de carga (PC) onde se multiplica o comprimento da tubulação mais o fator de perca de carga encontrado na tabela de perca de carga representado neste projeto por 5,4%. Substituindo as variáveis tem-se um total 14,86 MPA, que pode ser arredondado para 15 MPA.

Com este cálculo optou-se por utilizar a bomba sapo, que tem capacidade de jogar água até 65m de altura com uma vazão de 300L/h, como a vazão do projeto para bomba é 2m<sup>3</sup>/h a partido do tamanho da caixa d'água utilizada de 2.000L, a altura alcançada é 15m, estimando que o tempo necessário para encher a caixa d'água seja de 2h.

Para o dimensionamento das tubulações de distribuição é utilizado a tabela onde mostra o peso relativo e a vazão de cada aparelho (Figura 3.3). No presente projeto é utilizado duas torneiras de jardim que seu peso relativo é de 0,4, contendo dois pontos de uso o valor considerado foi de 0,8. Assim, analisando o nomograma de pesos, vazões e diâmetro (Figura 3.4) pode-se chegar ao diâmetro da tubulação de 20mm ou ½", pois está entre 0e 1,1.



A figura 4.5 apresenta os locais onde estão posicionados os pontos para utilização da água coletada e no Anexo 1, encontra-se o esboço do sistema reservatório implantado do salão de festas do Esporte Clube Caratinga.

**Figura 4.5: Pontos de utilização da água captada.**



Fonte: Adaptado Google Maps, 2019.

### 4.3 Orçamento

Realizado o levantamento dos insumos necessários para a implantação do sistema de captação e uso de água pluvial para o Esporte Clube Caratinga, procedeu-se a cotação dos preços em duas empresas locais e também conforme a tabela SINAPI.

A mão de obra contida nas tabelas seguintes, são feitas por pedreiros locais que trabalham sobre empreitada, ou seja, estabelecem um valor para mão de obra do projeto para que todos os trabalhos necessários possam ser cumpridos por inteiro, entregando o sistema já em funcionamento, incluindo em seu preço o valor direcionado para auxiliares. O maquinário segue esta mesma linha.

Partindo para o orçamento, a empresa A, que está no mercado a 35 anos e possui uma série de redes de lojas em Caratinga e região, apresenta na tabela 4.1 os

materiais utilizados para efetivação do reservatório e as quantidades, valor unitário e valor total dos produtos.

**Tabela 4.1: Orçamento empresa A.**

Item	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Cano PVC 150mm vara 6m	25	R\$ 94,45	R\$2361,25
Joelho 90° 150mm	5	R\$ 60,00	R\$ 75,00
Te PVC 150mm	8	R\$ 34,88	R\$ 279,04
Te PVC 3/4	6	R\$ 1,30	R\$ 7,80
Joelho 90° 3/4	6	R\$ 0,90	R\$ 5,40
Cano PVC 3/4 soldável 25mm, vara 6m	5	R\$ 12,50	R\$ 62,50
Torneira de plástico	3	R\$ 3,10	R\$ 9,30
Abraçadeira tipo U 4° 100mm	20	R\$ 4,50	R\$ 90,00
Boia para caixa	1	R\$ 15,00	R\$ 15,00
Bomba submersa tipo sapo	1	R\$ 150,00	R\$ 150,00
Caixa d'água polietileno 2.000L	1	R\$ 800,00	R\$ 800,00
Tanque Fortlev Slim 600L	1	R\$ 580,00	R\$ 580,00
reservatório Fortlev 20000L	1	R\$ 9100,00	R\$9100,00
Retroescavadeira (hora)	4 horas	R\$ 140,00	R\$ 560,00
Mão de obra (Empreitada)	30 dias	R\$ 5.000,00	R\$5.000,00
<b>TOTAL R\$</b>			<b>19.095,29</b>

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

A empresa B é outra empresa local da cidade de Caratinga, que está a 8 anos no mercado, sendo uma empresa de pequeno porte no ramo. Na tabela 4.2 pode-se apresentar os materiais utilizados, quantidades, valor unitário e valor total, apontando pela empresa B.

**Tabela 4.2: Orçamento empresa B.**

Item	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Cano PVC 150mm vara 6m	25	R\$ 122,18	R\$ 3054,50
Joelho 90° 150mm	5	R\$ 27,12	R\$ 135,60
Te PVC 150mm	8	R\$ 26,69	R\$ 213,52
Te PVC 3/4	6	R\$ 1,30	R\$ 7,80
Joelho 90° 3/4	6	R\$ 0,60	R\$ 3,60
Cano PVC 3/4 soldável 25mm, vara 6m	5	R\$ 13,18	R\$ 65,90
Torneira de plástico	3	R\$ 3,53	R\$ 10,59
Abraçadeira tipo U 4° 100mm	20	R\$ 4,50	R\$ 90,00

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.



**Tabela 4.2: Orçamento empresa B (continuação).**

Item	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Boia para caixa	1	R\$ 8,84	R\$ 8,84
Bomba submersa tipo sapo	1	R\$ 175,66	R\$ 175,66
Tanque Fortlev Slim 600l	1	R\$ 629,90	R\$ 629,90
Caixa d'água polietileno 2.000L	1	R\$ 750,00	R\$ 750,00
reservatório Fortlev 20000l	1	R\$ 9575,00	R\$ 9575,00
Retroescavadeira (hora)	4 horas	R\$ 130,00	R\$ 520,00
Mão de obra (Empreitada)	30 dias	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00
<b>TOTAL R\$</b>			<b>20.339,75</b>

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Já a tabela 4.3 apresenta os materiais utilizados, quantidades, valor unitário e valor total do orçamento obtido através da tabela SINAPI.

**Tabela 4.3: Orçamento feito pela tabela SINAPI.**

Item	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Cano PVC 150mm vara 6m	25	R\$ 87,80	R\$ 2195,95
Joelho 90° 150mm	5	R\$ 54,00	R\$ 270,00
Te PVC 150mm	8	R\$ 33,70	R\$ 269,60
Te PVC 3/4	6	R\$ 0,91	R\$ 5,46
Joelho 90° 3/4	6	R\$ 0,80	R\$ 4,80
Cano PVC 3/4 soldável 25mm, vara 6m	5	R\$ 6,68	R\$ 33,40
Torneira de plástico	3	R\$ 2,80	R\$ 8,40
Abraçadeira tipo U 4° 100mm	20	R\$ 1,71	R\$ 34,20
Boia para caixa	1	R\$ 20,33	R\$ 20,33
Bomba submersa tipo sapo	1	R\$ 142,00	R\$ 142,00
Caixa d'água polietileno 2.000L	1	R\$ 688,90	R\$ 688,90
Tanque Fortlev Slim 600l	1	R\$ 460,00	R\$ 460,00
reservatório Fortlev 20000l	1	R\$ 9300,00	R\$ 9300,00
Retroescavadeira (hora)	4 horas	R\$ 100,00	R\$ 400,00
Mão de obra	30 dias	R\$ 4.700,00	R\$ 4.700,00
<b>TOTAL R\$</b>			<b>18.532,09</b>

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Levando em consideração todos os locais onde foram orçados os insumos e a mão de obra, observou-se que em alguns materiais a diferença de preço de um local para outro foram bastante significativas.

A empresa A, por se tratar de uma empresa de grande porte, apresentou um resultado positivo comparado a tabela SINAPI, que obteve o melhor orçamento dos três locais. Os materiais de maior preço apresentaram um valor mais vantajoso comparado a empresa B, porém os materiais de menor valor, exibiu em boa parte um custo mais elevado. Este fato se deve ao seu poder aquisitivo elevado, uma vez que as negociações junto a fornecedores podem se tornar mais vantajosa gerando um preço que se destaca para o consumidor final.

Já na empresa B observou-se um alto custo no valor total do orçamento comparado aos demais fornecedores, porém ao observar os itens contidos na orçamentação percebe-se que vários materiais apresentam um custo mais abaixo até mesmo que a tabela SINAPI, com destaque para os de menor valor, que são os que eles podem se destacar no mercado local. Contudo, os de custo mais elevados expressam um valor significativamente mais alto, reflexo do porte do estabelecimento que depende de encomendas para comprar os produtos solicitados, como os reservatórios contidos no orçamento, tornando o orçamento final inviável.

A tabela SINAPI por sua vez, por se tratar de uma plataforma onde os preços encontrados estão bem abaixo da média em muitos itens, se destaca ao apresentar o valor final do orçamento comparando com os demais fornecedores.

Como o intuito da orçamentação era descobrir o fornecedor que apresentasse melhores preços e custo/benefício para a estimativa de valor para a implantação do sistema reservatório no Esporte Clube Caratinga, optou-se pelo orçamento feito através da tabela SINAPI, com valor total de R\$ 18.532,09, uma diferença de R\$ 1.807,66 da empresa B que aponto valor mais elevado. Chegando assim, ao custo final aproximado para a execução do sistema.

#### **4.4 Potencial econômico**

Com dados relacionados ao volume do uso de água estimado para o clube esportivo direcionado para o uso não potável contidos na tabela 2.9, obteve-se um total de 106.800 litros de água ou 106,8 m<sup>3</sup> ao mês, somando os gastos provenientes de cada área isolada.

Com o índice pluviométrico da cidade de Caratinga 1150mm/ano segundo Climate (2019) e a área de captação de 576 m<sup>2</sup> é possível obter a capacidade de captação anual da superfície captora, sendo 495 m<sup>3</sup> ou 41,25 m<sup>3</sup> mensais segundo a

tabela 2.10. Este valor equivale a mais que o dobro do sistema reservatório do presente trabalho, sendo um ponto positivo e vantajoso para se utilizar do sistema reservatório no clube.

Partindo para o cálculo de potencial econômico deve-se calcular o volume anual captado. Multiplicando-se o índice pluviométrico (1150mm/ano), a superfície captora de 495 m<sup>3</sup>, a eficiência do telhado, que é de 85%, e a eficiência do filtro que, por sua vez, é de 90%, obtém-se o volume captado por ano. O resultado é de 371,25 m<sup>3</sup>/ano.

Considerando o valor anual de captação de 371,25 m<sup>3</sup> e o valor pago pela taxa do fornecedor municipal de acordo com a faixa de m<sup>3</sup> utilizados e a categoria sendo R\$ 11,095 segundo a figura 4.6, será possível economizar um valor de R\$ 4.117,16 ao ano. Adotou-se esta estimativa em ano, uma vez que se fosse mensal seria inviável saber ao certo quanto se poderia economizar, pois o índice pluviométrico durante os meses do ano altera consideravelmente, ocasionando em meses de nenhuma economia e outros com alto potencial.

Figura 4.6: Tabela de tarifas COPASA.

COPASA		TABELA DE TARIFA			
		Vigência a partir de 30/07/2017			
TARIFAS APLICÁVEIS AOS USUÁRIOS		REAJUSTE/REVISÃO TARIFÁRIA			
- Água: Abastecimento de Água		Índice médio aplicado: <b>8,69%</b>			
- EDC: esgotamento dinâmico com coleta					
- EDT: esgotamento dinâmico com coleta e tratamento					
		Fonte: RESOLUÇÃO ARSAE-MG 96, DE 29 DE JUNHO DE 2017			
Categorias	Faixas	Tarifas de Aplicação			
		julho/17 a junho/18			
		ÁGUA	EDC	EDT	UNIDADE
Residencial Tarifa Social	Fixa	6,88	3,01	6,36	R\$/mês
	0 a 5 m <sup>3</sup>	0,48	0,21	0,44	R\$/m <sup>3</sup>
	> 5 a 10 m <sup>3</sup>	1,545	0,676	1,429	R\$/m <sup>3</sup>
	> 10 a 15 m <sup>3</sup>	3,204	1,402	2,964	R\$/m <sup>3</sup>
	> 15 a 20 m <sup>3</sup>	3,819	1,671	3,533	R\$/m <sup>3</sup>
	> 20 a 40 m <sup>3</sup>	4,163	1,821	3,851	R\$/m <sup>3</sup>
Residencial	> 40 m <sup>3</sup>	6,831	2,989	6,319	R\$/m <sup>3</sup>
	Fixa	15,29	6,69	14,14	R\$/mês
	0 a 5 m <sup>3</sup>	0,96	0,42	0,89	R\$/m <sup>3</sup>
	> 5 a 10 m <sup>3</sup>	3,089	1,351	2,857	R\$/m <sup>3</sup>
	> 10 a 15 m <sup>3</sup>	6,407	2,803	5,926	R\$/m <sup>3</sup>
	> 15 a 20 m <sup>3</sup>	7,637	3,341	7,064	R\$/m <sup>3</sup>
Comercial	> 20 a 40 m <sup>3</sup>	8,326	3,643	7,702	R\$/m <sup>3</sup>
	> 40 m <sup>3</sup>	13,662	5,977	12,637	R\$/m <sup>3</sup>
	Fixa	22,93	10,03	21,21	R\$/mês
	0 a 5 m <sup>3</sup>	2,45	1,07	2,27	R\$/m <sup>3</sup>
	> 5 a 10 m <sup>3</sup>	3,456	1,512	3,197	R\$/m <sup>3</sup>
	> 10 a 20 m <sup>3</sup>	8,528	3,731	7,888	R\$/m <sup>3</sup>
	> 20 a 40 m <sup>3</sup>	9,755	4,268	9,023	R\$/m <sup>3</sup>
	> 40 a 200 m <sup>3</sup>	10,303	4,508	9,530	R\$/m <sup>3</sup>
	> 200 m <sup>3</sup>	11,095	4,854	10,263	R\$/m <sup>3</sup>

Fonte: COPASA, 2019.

Utilizando o valor de R\$ 18.532,09 nos gastos para implantação do sistema, obtém-se uma média de 4 anos e 5 meses para pagamento total do sistema. O reservatório possuindo uma capacidade de 20 m<sup>3</sup> e utilizando o valor da taxa da água de R\$ 11,095 m<sup>3</sup>/mês é seguro apontar que a cada vez que o reservatório alcançar seu volume máximo de água pluvial o clube atinge uma economia de R\$ 221,90.

Outros autores que em suas pesquisas abordaram dimensionamentos de sistemas reservatório de águas pluviais para fins não potáveis, obtiveram resultados semelhantes ao do presente trabalho.

Raquel Saravy (2010) propôs uma análise de potencial econômico com o aproveitamento de água da chuva em uma residência na região de Londrina-Paraná que tem um índice pluviométrico de 1600m<sup>3</sup>. Em sua proposta utilizou um reservatório de 5.000 litros e um de 500 litros, bomba pressurizada, filtros e tubos, que no fim do projeto estimou-se um investimento de R\$ 3.762,60, com prazo de pagamento do sistema de 5 anos e três meses a partir do seu potencial econômico. Segundo Raquel, em uma residência o potencial econômico seria de R\$ 59,40 mensal e R\$ 712,80 anual, sendo um resultado positivo, pois sua economia ao utilizar o protótipo serie de 44,2%.

Krutzmann (2015) apresentou um projeto de captação de águas pluviais para reutilizar em bacias sanitárias em um prédio de dois andares com dois apartamentos, próximo a Porto Alegre com alto índice pluviométrico. Em sua proposta utilizou duas cisternas de 5.000L, reservatório de 2.500L, bombas, tubos e conexões, entre outros materiais com um investimento de R\$ 4.552,00 com prazo de pagamento de 5 e 4 meses anos. O potencial econômico para este projeto foi de R\$ 69,96 mensal e um total de R\$ 839,52 anual, obtendo também um resultado positivo.

Assis e Cruz (2015) desenvolveram um projeto para implantação de um sistema de águas pluviais em uma residência localizada no estado de Minas Gerais com dois pavimentos para oito habitantes, com índice pluviométrico moderado. Em sua pesquisa propôs utilizar um reservatório de 7.000L referente a dimensão do telhado, filtros, tubos, conexões e uma bomba com investimento total de R\$ 4.201,45 mais R\$ 530,00 de manutenção anual. Chegando a conclusão que se tornava inviável uma vez que o custo de implantação era superior que a taxa paga anualmente pelos clientes, o valor que se poderia economizar com o sistema demoraria mais de 5 anos mais os gastos com manutenção, gerando uma inviabilidade analisando o índice pluviométrico local baixo.

Comparando os três resultados, percebe-se que os investimentos para aplicação dos sistemas reservatórios seguem uma média de R\$ 4.172,00 e um tempo de pagamento total do sistema de 5 anos. O fato que difere a viabilidade de um sistema para outro, é o índice pluviométrico regional, uma vez que os que apresentaram viabilidade desfrutaram de uma intensidade pluviométrica maior, uma vez que a o potencial econômico para residências não é muito alto.

Utilizar a água da chuva é um meio onde independente da localidade é vantajoso, mas ao implantar um sistema reservatório em uma residência ou um edifício, devido ao investimento é necessário analisar a intensidade pluviométrica local se o intuito for obter retorno financeiro.

Ao comparar estes resultados com o projeto desenvolvidos na presente pesquisa percebe-se que o investimento para implantação de um sistema reservatório não é muito diferente, uma vez que a capacidade de captação do Esporte Clube Caratinga chegar a ser três ou quatro vezes maior que os demais sistemas implantados citados.

Pela capacidade de captação ser superior e mesmo o índice pluviométrico da região não sendo tão elevado quanto do autor Saravy (2010), a média de pagamento total do sistema em anos foi em torno de sete meses a menos que os demais autores, já que o pagamento total do sistema passava os cinco anos.

Portanto, é seguro afirmar que sistemas reservatórios podem ser ainda mais viáveis quando o índice pluviométrico regional é alto ou quando a capacidade de captação for elevada mesmo em regiões de índice pluviométrico menores. Captando altos volumes de água é possível diminuir problemas com drenagens urbanas e contribuir com preservação de recursos hídricos e desenvolvimentos sustentáveis, beneficiando a quem utiliza do sistema e sendo um acréscimo socioambiental para a cidade.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para realização da presente pesquisa, a proposta de estudo foi realizar um projeto de um sistema reservatório de águas pluviais para fins não potáveis aplicado no Esporte Clube Caratinga, com intuito de avaliar sua funcionalidade e viabilidade de implantação junto ao potencial econômico.

Com o propósito de recolher dados de gastos e demanda de água para uso não potável no clube esportivo, constatou-se, a partir da coleta de dados junto aos funcionários e administradores que a demanda de água para fins menos nobres no clube é alta, girando em torno de R\$ 3.400,00 ao mês, principalmente nos meses mais quentes do ano, como a primavera e verão. Várias são as áreas e atividades que demandam deste recurso, como na limpeza das instalações, como os bares, calçadas e banheiros e na prática de esportes, como tênis e futebol de areia por exemplo.

Com a proposta de desenvolver um projeto de sistema reservatório de águas pluviais para o Esporte Clube Caratinga, realizou-se um estudo para recolhimento de técnicas e métodos que pudessem auxiliar na preparação deste projeto. Com a ajuda de algumas normas e autores analisou-se aquilo que era necessário fazer para implantação do sistema e fez-se os cálculos de todas as calhas, condutores e tanques de armazenagem que seriam necessários para que o mesmo pudesse funcionar.

Como resultado dos cálculos, obteve-se uma medida de 150mm para os condutores horizontais e 100mm de diâmetro nominal para os condutores verticais. Para os tanques reservatórios, obteve-se um resultado para o reservatório de descarte da primeira água de 576L, porém adotou-se 600L para que a capacidade de armazenamento não fosse inferior a capacidade de retenção da primeira água.

Para o tanque de armazenagem, obteve-se um resultado de 16.228,8 litros de capacidade, entretanto o valor aproximado a este para tanques de armazenagem são de 20.000 litros, utilizando-se um referente a este volume. Estes cálculos auxiliaram também em outro objetivo proposto para pesquisa, que é levantar os gastos de integração do sistema.

Antes de levantar os gastos com implantação do sistema, recolheu-se primeiramente os materiais, mão de obra e maquinário que fossem necessários para a implantação do projeto. Ao mensurar tudo que seria necessário conter no sistema reservatório, foi feita uma pesquisa de mercado a fim de conhecer os preços de algumas empresas voltadas para os materiais e mão de obra.

Duas empresas, A e B fizeram o orçamento com os materiais que foram levantados como peças para construção do reservatório e também através da tabela SINAPI, que expressa valores que são colocados como padrão para muitas empresas e prestações de serviço. Orçando os preços dos 3 locais, viu-se potencial econômico ao utilizar a Tabela SINAPI, obtendo valor final de R\$ 18.532,09, enquanto a empresa A apresentou um valor final de R\$ 19.095,29 e a empresa B um valor final de R\$ 20.339,75, atingindo um grande diferencial.

Buscando atingir um dos maiores interesses deste estudo que seria calcular o potencial de economia gerado se o sistema entrasse em funcionamento, obteve-se resultados bastante satisfatórios. A partir da ótica de precipitação na região de Caratinga, buscar mensurar a economia de água do sistema mensalmente seria inviável, pois em muitos meses não há ocorrência de chuva, gerando assim uma pouca utilização do sistema.

Porém, nos meses finais e iniciais do ano a média de precipitação pluviométrica aumenta consideravelmente, fazendo com que em todo o ano a economia com a utilização do sistema chegasse até R\$ 4.117,16 e um valor de R\$ 221,90 a cada vez que o reservatório fosse totalmente ocupado em sua capacidade.

Através das considerações apresentadas, considera-se que o objetivo geral de propor levantamento de gastos e demanda de água, desenvolvimento de projeto, levantamento de gastos para implantação do sistema e cálculo de potencial econômico no Esporte clube Caratinga foi atingido. Sendo necessário também, pontuar as limitações que a pesquisa apresenta.

Uma delas foi com relação aos gastos de manutenção do sistema, uma vez que a proposta configurou em abordar os quesitos principais em relação aos passos percorridos até atingir os resultados para que o projeto pudesse ser colocado em prática. Outra delas foi a não inclusão de soluções que pudessem evitar um dano nas instalações provenientes da falta de uso nos meses de pouca incidência pluviométrica.

Contudo, apresenta-se as limitações deste estudo com proposta de continuidade em futuros trabalhos. Sugerindo que em suas pesquisas, meios e soluções que possam ser definidos para o não funcionamento do sistema reservatório nos meses de pouca chuva, prevenindo contra danos nas instalações.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 1527: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis**. Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-15.527-Aproveitamento-%C3%A1gua-da-chuva.pdf>> Acesso em 03 de novembro de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro. 1998. Disponível em: <[http://mz.pro.br/hidraulicapredial/08-NBR\\_5626\\_Agua\\_fria.pdf](http://mz.pro.br/hidraulicapredial/08-NBR_5626_Agua_fria.pdf)> Acesso em 03 de novembro de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro. 1989. Disponível em: <<https://ecivilufes.files.wordpress.com/2013/06/nbr-10844-1989-instalac3a7c3b5es-prediais-de-c3a1guas-pluviais.pdf>> Acesso em 15 de novembro de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12217: Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro. 1994. Disponível em: <<https://vdocuments.site/nbr-12217-projetos-de-reservatorio-de-distribuicao-de-agua-para-abastecimento.html>> Acesso em 15 de novembro de 2019.

ASTRA. **6 dicas para a manutenção de calhas**. Blog Astra. 2018. Disponível em: <<http://www.astra-sa.com.br/destaques/index.php/6-dicas-para-a-manutencao-de-calhas/>> Acesso em 13 de outubro de 2019.

AVILA, Antonio Victorino; LIBRELOTTO, Liziane Ilha; LOPES, Oscar Ciro. **Orçamentos de obras – construção civil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Arquitetura e Urbanismo). Universidade do Sul de Santa Catarina. Florianópolis. 2003. Disponível em: <<http://pet.ecv.ufsc.br/arquivos/apoio-didatico/ECV5307-%20Or%C3%A7amento.pdf>> Acesso em 06 de outubro de 2019.

CALEONE, Alice. **Modelagem de Projeto Arquitetônico e Hidrossanitário e realização de orçamento utilizando ferramentas bim**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2018. Disponível em: <[file:///C:/Users/Gabriel/Downloads/TCC\\_Alice\\_Caleone.pdf](file:///C:/Users/Gabriel/Downloads/TCC_Alice_Caleone.pdf)> Acesso em 15 de outubro de 2019.

COPASA. **Importância sanitária do abastecimento de água**. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/abastecimento-de-agua/abastecimento>> Acesso em 16 de outubro de 2019.

CLIMATE. **Temperaturas e Precipitações Médias // Clima em Caratinga**. Climate-Data.ORG. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/caratinga-24946/>> Acesso em 01 de novembro de 2019.



DEMAE. **Consumo de Água.** Demae. Goiás. 2017. Disponível em: <<https://www.demae.go.gov.br/projetos/consumo-de-agua/>> Acesso em 07 de outubro de 2019.

DIÁRIO DE CARATINGA. **Caratinga é uma dádiva do Córrego do Lage.** Caratinga. 22/03/2016. Disponível em: <<https://diariodecaratinga.com.br/caratinga-e-uma-dadiva-do-corrego-do-lage/>> Acesso em 19 de outubro de 2019.

ECYCLE. **Captação de água da chuva: conheça as vantagens e cuidados necessários para o uso da cisterna.** eCycle sua pergunta mais leve. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/3301-captacao-de-agua-da-chuva-aproveitamento-sistema-cisternas-como-captar-armazenar-coletar-para-aproveitar-vantagens-coletor-modelos-cisterna-ecologica-aproveitando-coleta-pluvial-armazenamento-caseiro-residencial-como-onde-encontrar-comprar>> Acesso em 10 de novembro de 2019.

FAZ FÁCIL. **Filtros para Utilizar a Água da Chuva.** Faz Fácil – Reforma e Construção. Disponível em: <<https://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/filtros-utilizar-agua-da-chuva/>> Acesso em 16 de outubro de 2019.

GIL, Antonio Carlos. **Como classificar as pesquisas?** 2008. Disponível em: <<http://www.madani.adv.br/aula/Frederico/GIL.pdf>> Acesso em 16 de outubro de 2019.

GOLDENFUM, Joel Avruch. **Reaproveitamento de águas pluviais.** Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://cbhpf.upf.br/phocadownload/2seminario/reaproveitamentoaguaspluviaisii.pdf>> Acesso em 10 de novembro de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Caratinga.** Minas Gerais. 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/caratinga/panorama>> Acesso em 15 de outubro de 2019.

JCA. **Conheça os tipos e funções das bombas industriais.** JCA Soluções Industriais. Belo Horizonte. 2018. Disponível em: <<https://jcarepresentacoes.com.br/conheca-os-tipos-e-funcoes-das-bombas-industriais/>> Acesso em 17 de outubro de 2019.

KRÜTZMANN, Uiliam Eduardo. **Captação da Águas das Chuvas com a Reutilização em Bacias Sanitárias.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Centro Universitário Univates. Lajeado. 2015. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/940/1/2015UiliamEduardoKruzmann.pdf>> Acesso em 03 de novembro de 2019.

LIMA, Gercina Ângela Borém de Oliveira. **Modelos de categorização: apresentando o modelo clássico e o modelo de protótipos.** Perspectivas em Ciência da Informação, v.15, n.2, p.108-122. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pci/v15n2/a08v15n2>> Acesso em 13 de novembro de 2019.

MUTTI, Cristiane do Nascimento. **Administração da Construção**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2008. Atualizado 2016. Disponível em: <<http://pet.ecv.ufsc.br/wordpress/wp-content/uploads/2016/03/Apostila-Administra%C3%A7%C3%A3o2016.pdf>> Acesso em 07 de novembro de 2019.

NETO, Cícero Onofre de Andrade. **Aproveitamento Imediato da Água de Chuva**. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais. Rio Grande do Norte. 2013. Disponível em: <<file:///C:/Users/Gabriel/Downloads/7106-20597-1-PB.pdf>> Acesso em 17 de outubro de 2019.

O GLOBO. **Brasil tem cerca de 12% das reservas mundiais de água doce do planeta**. Agência Nacional de Águas. 2019. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/brasil-tem-cerca-de-12-das-reservas-mundiais-de-a.2019-03-15.1088913117>> Acesso em 20 de outubro de 2019.

PALHARES, Julio Cesar Pacoale. **Captação de água de chuva e armazenamento em cisterna para uso na produção animal**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2016. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1050541/1/documentos122.pdf>> Acesso em 16 de novembro de 2019.

PENA, Rodolfo Ferreira Alves. **Distribuição da água no Brasil**. Mundo Educação. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-brasil.htm>> Acesso em 20 de outubro de 2019.

PERALTA, Aline Hanny. **Certificação ambiental para associações recreativas e esportivas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina. 2017. Disponível em: <[http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2573/1/LD\\_PPGEA\\_M\\_Peralta%2C%20Aline%20Hanny\\_2017.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2573/1/LD_PPGEA_M_Peralta%2C%20Aline%20Hanny_2017.pdf)> Acesso em 19 de outubro de 2019.

PORTE. **Captação de Águas Pluviais**. Engenharia Ambiental e Sanitária. 2019. Disponível em: <<https://portejr.com.br/captacao-de-aguas-pluviais/>> Acesso em 17 de outubro de 2019.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do Trabalho Científico – Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª edição. Universidade FEEVALE. Rio Grande do Sul. 2013. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=zUDsAQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA13&dq=prodanov+e+freitas+2013&ots=db23bbvbGJ&sig=XcLtFDbnTcemh619oHOdPosK0F8#v=onepage&q=prodanov%20e%20freitas%202013&f=false>> Acesso em 17 de outubro de 2019.

RODRIGUEZ, Paulo Sérgio Bertazzi. **Aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis em sanitário público**. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais). Universidade Federal de Mato Grosso de Sul. Campo Grande. 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufms.br:8443/jspui/bitstream/123456789/2223/1/Paulo%20Sergio%20Bertazzi%20Rodriguez.pdf>> Acesso em 20 de outubro de 2019.

SEREZUELLA, Karine. **Instituto determina requisitos mínimos para construção e uso de cisterna.** UOL. São Paulo. 2015. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/universa/noticias/redacao/2015/03/02/instituto-determina-requisitos-minimos-para-construcao-e-uso-de-cisterna.htm>> Acesso em 07 de novembro de 2019.

SUSTENT ARQUI. **Captação de água da chuva pode se tornar obrigatório no Minha Casa, Minha Vida.** SustentArqui. 2015. Disponível em: <<https://sustentarqui.com.br/captacao-de-agua-da-chuva-obrigatorio-minha-casa-minha-vida/>> Acesso em 07 de novembro de 2019.

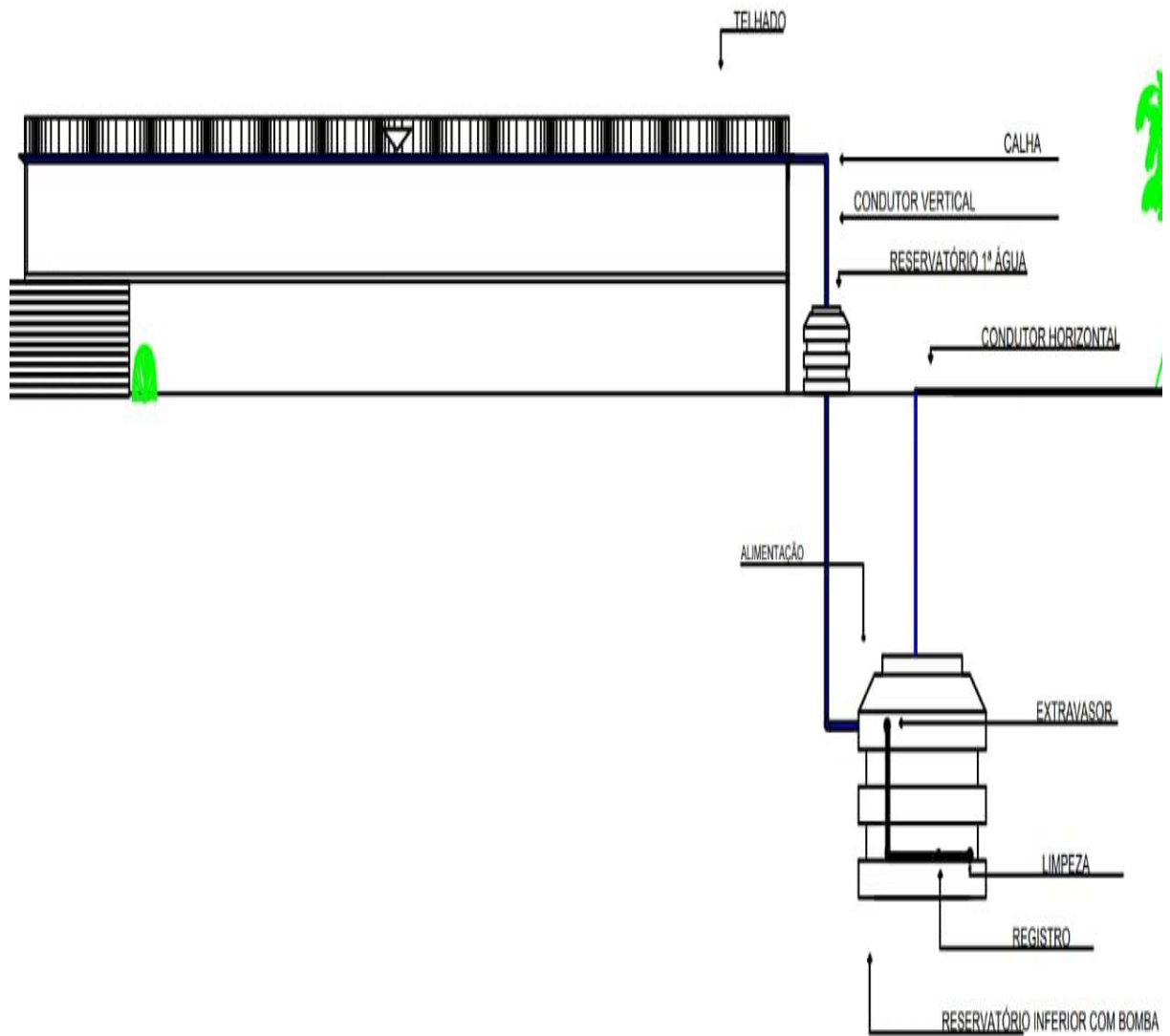
TOMAZ, Plinio. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis.** São Paulo, 2003.

Tomaz, Plinio. **Conservação da água.** São Paulo. 1998.

TRATA BRASIL. **Água.** Trata Brasil – Saneamento é saúde. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/agua>> Acesso em 16 de outubro de 2019.

ZANELLA, Luciano. **Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva.** Instituto de Pesquisas Tecnológicas. São Paulo. 2015. Disponível em: <[file:///C:/Users/Gabriel/Downloads/1200Manual\\_para\\_captacao\\_emergencial\\_e\\_uso\\_domestico\\_de\\_AGUA\\_DA\\_CHUVA.pdf](file:///C:/Users/Gabriel/Downloads/1200Manual_para_captacao_emergencial_e_uso_domestico_de_AGUA_DA_CHUVA.pdf)> Acesso em 17 de outubro de 2019.

## ANEXO A – PROJETO DE SISTEMA RESERVATÓRIO APLICADO NO ESPORTE CLUBE CARATINGA



Fonte: Os autores, 2019.