

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA**  
**CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS**

MAIARA SANTOS DE SIQUEIRA  
MAYARA GUIMARÃES SANTOS

**TAUBATÉ**

**2019**

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

MAIARA SANTOS DE SIQUEIRA  
MAYARA GUIMARÃES SANTOS

**CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA FINS**  
**NÃO POTÁVEIS**

SOB A ORIENTAÇÃO DO  
**PROF. DR. MARCELO DOS SANTOS TARGA**

Trabalho final de Graduação submetido  
ao Departamento de Engenharia Civil como requisito para obtenção  
do grau de Engenheiro Civil, na Universidade de Taubaté.

**TAUBATÉ**

**2019**

**Ficha catalográfica elaborada pelo  
SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU**

Siqueira, Maiara Santos de

S618c      Captação e aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis /  
Maiara Santos de Siqueira, Mayara Guimarães Santos– Taubaté, 2019.  
42 f. il.

Monografia (graduação) - Universidade de Taubaté, Departamento de  
Gestão e Negócios e Eng. Civil e Ambiental, 2019.

Orientação: Prof. Esp. Marcelo dos Santos Targa, Departamento de  
Engenharia Civil.

1. Águas pluviais. 2. Habitação sustentável. 3. Água - Capitação. 4.  
Cisterna. I. Santos, Mayara Guimarães. II. Título.

CDD – 628.21

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**MAIARA SANTOS DE SIQUEIRA**  
**MAYARA GUIMARÃES SANTOS**

APROVADAS EM: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

---

**PROF. DR. MARCELO DOS SANTOS TARGA**

---

**PROF. DR. SANDRA NUNIS FERREIRA**

---

**PROF. HEMERSON M. DE OLIVEIRA**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico aos meus pais e minha irmã pelo apoio incondicional em todos os momentos difíceis da minha trajetória acadêmica. A Deus que me deu forças para concluir este projeto de forma satisfatória. Á todos que torceram por mim durante esses anos.

**MAIARA SANTOS DE SIQUEIRA**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico primeiramente aos meus pais pelo esforço que fizeram até hoje para eu concluir a minha formação acadêmica. Aos meus tios, primos e colegas que me deram apoio moral e dividiram momentos importantes nessa jornada. Aos professores por me ensinarem e me capacitarem. A Deus que me orientou e me confortou nos momentos difíceis.

**MAYARA GUIMARÃES SANTOS**

## **AGRADECIMENTO**

Ao Engenheiro Marcelo Waissmann, por todo o tempo que dedicou a nos ajudar durante o processo de realização deste trabalho. Aos nossos pais, por todo o amor e esforço que deram. Aos nossos professores, que com empenho se dedicaram a arte de nos ensinar.

E enfim, a todos que contribuíram para a realização deste trabalho, seja de forma direta ou indireta, fica registrado aqui, o nosso muito obrigado!

“O oceano nos deu a vida, está na hora da gente retornar o favor.”

Sylvia Earle, oceanógrafa



## **RESUMO**

A água está disponível na natureza, entretanto captar, tratar e distribuir água de forma potável em quantidade significativa para população, não é das tarefas mais fáceis. A escassez de água é cada vez mais eminente no mundo, o uso racional tem sido através dos tempos, uma questão negligenciada, dependendo da disponibilidade desse bem em cada região. O presente trabalho refere-se então ao aproveitamento da água da chuva, detalhando a implantação de um sistema de captação pluvial para uso não potável, em que essa água possa ser usufruída corretamente, obedecendo a seus requisitos de qualidade, tornando-se assim uma ideia sustentável, salientando a importância de construções direcionada a sustentabilidade, ajudando o meio ambiente a se manter saudável e ao mesmo tempo economizando na utilização da água da rede normal de abastecimento.

**PALAVRAS CHAVE:** Água da chuva, Residência, Cisterna, Sustentável.

## **ABSTRACT**

Water is available in nature, but capturing, treating and distributing drinking water in significant quantities to the population is not the easiest task. Water scarcity is increasingly imminent in the world, rational use has been through the ages, a neglected issue, depending on the availability of this good in each region. The present work then refers to the use of rainwater, detailing the implementation of a rainwater catchment system for non-potable use, which can be properly used, obeying its quality requirements, thus becoming a sustainable idea. stressing the importance of sustainability-driven buildings, helping the environment to stay healthy while at the same time saving on water use from the normal supply network.

**KEYWORDS:** Rainwater, Residence, Cistern, Sustainable.

## SUMÁRIO

1. Introdução .....	11
2. Objetivo .....	12
2.1. Geral .....	12
2.2. Específico .....	12
3. Fundamentação teórica .....	13
3.1. Histórico de captação de água pluvial.....	13
3.2. Sustentabilidade na construção civil .....	13
3.3. Caracterização de uma construção sustentável .....	14
4. Sistema de colheita de águas pluviais .....	17
5. Norma brasileira – ABNT NBR 15527.....	19
6. Proposta de sistema de reuso de água do ginásio esportivo da sede Fundhas .....	20
6.1. Fundhas – Fundação Hélio Augusto de Souza .....	20
6.2. Cálculo do dimensionamento do volume da cisterna .....	21
6.3. Materiais e equipamentos empregues na composição do projeto.....	26
6.4. Redução no consumo de água .....	29
6.4.1. Proposta de utilização de toda extensão do telhado .....	30
6.5. Bomba de pressurização X Lavadora de alta pressão .....	30
6.6. Reservatório móvel .....	32
6.7. Tratamento da água com cloro .....	32
6.7.1. Proposta de utilização da água tratada nos sanitários .....	32
7. Anexos .....	34
8. Conclusão .....	40
9. Referências .....	41

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um dos mais importantes recursos ambientais, e sem ela não haveria vida na Terra. O planeta Terra possui cerca de 71% de sua superfície recoberta por água. Desse total, cerca de 97,6% da água é salgada e apenas 2,4% são de água doce, que é a utilizada para consumo humano. Entretanto, nem toda água doce está disponível para uso, uma vez que grande parte está no estado sólido em geleiras e calotas polares. Do total de 2,4%, apenas 0,77% está disponível, porém nem sempre atende às especificações para ser considerada potável. Segundo a perspectiva da ONU, a escassez de água afetará dois terços da população mundial em 2050.

Em vista disso, este recurso escasso vem sendo prejudicado pelo homem ao longo dos últimos anos, com o crescimento acelerado das populações, o desenvolvimento industrial e tecnológico e a utilização de forma inconsciente. Por conseguinte, essas poucas fontes disponíveis de água doce do planeta estão comprometidas ou correndo risco.

É, portanto, nesse assunto que surge a cisterna como solução sustentável e econômica, para ajudar a prevenir as crises hídricas e poupar os recursos naturais. Indiretamente, por meio da cisterna, você alivia a pressão sobre os mananciais, já que ajuda a diminuir a demanda pelos recursos necessários para o tratamento da água.

Apesar da utilização destes reservatórios ter iniciado durante a Revolução Neolítica, (cerca de 10.000 A.C), esta é uma ideia ainda pouco difundida, tendo em vista os custos de instalação e manutenção serem relativamente baixos e haver grande disponibilidade de águas pluviais em virtude das elevadas taxas de precipitação.

Além de redução de gastos financeiros com a água tratada proveniente da rede pública, o uso de cisternas é uma das atitudes que mais levam consigo a marca da tão proclamada sustentabilidade, pois sua instalação é prática, tem alto custo-benefício e gera retorno do investimento em cerca de 2 anos e meio para residências e 1 ano para indústrias e postos de combustíveis.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1. GERAL**

Apresentar um sistema de captação de água de chuva para fins de reuso não potável, a fim de verificar a viabilidade econômica e sustentabilidade.

### **2.2. ESPECÍFICO**

- Apresentar um processo de captação e aproveitamento de água pluvial.
- Orientar o processo do método que será utilizado.
- Apontar o processo de captação como uma opção sustentável.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1. HISTÓRICO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL**

O aproveitamento de água de chuva é uma prática bem antiga. Começou no Oriente Médio, data de 850 a.C., quando o rei Mesha dos Moabitas deixa gravado na Pedra Moabita o desejo de implantação de um reservatório para o aproveitamento de água de chuva em cada casa. Ela se difundiu e ganhou força ao longo dos séculos em vários países como Estados Unidos, Japão, Alemanha e Austrália. Nesses lugares são oferecidos financiamentos para a construção de áreas de captação de água de chuva. Os Estados Unidos, por exemplo, possuem mais de 200 mil reservatórios para aproveitamento de águas pluviais. No Japão, na cidade de Sumida, a água de chuva é uma alternativa para garantir uma maior segurança no abastecimento em potenciais situações de emergência. Atualmente, esses países utilizam um sistema duplo de distribuição de água fria que geram uma economia de água superior a 30%: um para fins potáveis e outro para fins não potáveis.

Até aproximadamente 25 anos atrás, existiam poucas experiências de captação e manejo de água de chuva no Brasil. Essa situação começou a mudar quando a Embrapa Semiárido começou a fazer experiências com cisternas para água pluvial e barragens subterrâneas no final dos anos 70. No começo dos anos 90, o Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada - IRPAA, outras organizações não-governamentais, organizações de base e comunidades começaram a construir cisternas e perceberam que havia a necessidade de implementar programas educacionais estruturados para incentivar a convivência com o clima semiárido e um manejo adequado da água. Nos anos seguintes, a Embrapa e o IRPAA organizaram vários Simpósios Brasileiros de Captação de Água de Chuva, os quais deram um grande impulso à utilização da água de chuva. O 1º Simpósio, realizado em 1997, em Petrolina - PE, teve como tema "Captação de Água de Chuva: a base para a viabilidade do semiárido", contando com as experiências de várias organizações governamentais e não governamentais do Nordeste.

#### **3.2. SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

A indústria da construção é apontada como setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando assim, consideráveis impactos ambientais. Esses impactos não estão somente relacionados a matéria e energia, mas também há aqueles associados à geração de resíduos seja sólidos, líquidos ou gasosos. Estima-

se que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelo conjunto das atividades humanas sejam provenientes da construção. Tais aspectos ambientais, somados à qualidade de vida que o ambiente construído proporciona, sintetizam as relações entre construção e meio ambiente.

Na busca de minimizar os impactos ambientais provocados pela construção, surge o paradigma da construção sustentável, que é definida como: "um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído, e a criação de assentamentos que afirmem a dignidade humana e encorajem a equidade econômica". No contexto do desenvolvimento sustentável, o conceito transcende a sustentabilidade ambiental, para abraçar a sustentabilidade econômica e social, que enfatiza a adição de valor à qualidade de vida dos indivíduos e das comunidades.

Os desafios para o setor da construção são diversos, porém, em síntese, consistem na redução e otimização do consumo de materiais e energia, na redução dos resíduos gerados, na preservação do ambiente natural e na melhoria da qualidade do ambiente construído. Para tanto, pode recomendar-se a gestão ecológica da água, um sistema de captação de água de chuva com armazenamento adequado para fins de reuso doméstico que trará um ínfimo alívio ao meio ambiente e uma grande economia de água fornecida pela companhia de abastecimento.

Isto é, a ideia é promover o consumo consciente de recursos naturais e reduzir a geração de resíduos, apostando em técnicas de reaproveitamento. Para atingir esse objetivo, é necessário considerar os aspectos econômico, social e ambiental. Assim, para uma obra ser sustentável, é necessário que ela seja economicamente viável, socialmente aceita e ambientalmente correta.

### **3.3. CARACTERIZAÇÃO DE UMA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL**

A moderna construção sustentável, num ideal de perfeição, deve visar sua autossuficiência ou mesmo seu auto sustentabilidade, que é o estágio mais elevado da construção sustentável. Auto sustentabilidade é a capacidade de manter-se a si mesma atendendo a suas próprias necessidades, gerando e reciclando seus próprios recursos a partir do seu sítio de implantação.

As diretrizes gerais para edificações sustentáveis podem ser resumidas em nove passos principais, que estão conformes ao que recomendam os melhores sistemas de certificação no mundo, a saber, BREEAM (Inglaterra), Green Star (Austrália), LEED (Estados Unidos) e HQE (França). Os Nove Passos para a Obra Sustentável são:

- Planejamento Sustentável da obra;

- Aproveitamento passivo dos recursos naturais;
- Eficiência energética;
- Gestão e economia da água;
- Gestão dos resíduos na edificação;
- Qualidade do ar e do ambiente interior;
- Conforto termo acústico;
- Uso racional de materiais;
- Uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis;

Um resumo breve de cada um destes passos é:

- Planejamento do ciclo de vida da edificação – ela deve ser econômica, ter longa vida útil e conter apenas materiais com potencial para, ao término de sua vida útil (demolição), serem reciclados ou reutilizados. Sua meta intrínseca deve ser resíduo zero;
- Aproveitamento dos recursos naturais –como sol, umidade, vento, vegetação– para promover conforto e bem-estar dos ocupantes e integrar a habitação com o entorno, além de economizar recursos finitos, como energia e água;
- Eficiência energética - resolver ou atenuar as demandas de energia geradas pela edificação;
- Gestão inteligente da água – economizar a água; tratá-la localmente e reciclá-la, além de aproveitar recursos como a água da chuva;
- Criar um ambiente interno e externo com elevada qualidade no tocante a paisagem local e qualidade atmosférica e elétrica do ar
- Prover saúde e bem-estar aos seus ocupantes ou moradores e preservar o meio ambiente.



- Usar materiais que não comprometam o meio ambiente, saúde dos ocupantes e que contribuam para promover um estilo de vida sustentável e a consciência ambiental dos indivíduos.
- Resolver localmente ou minimizar a geração de resíduos;
- Estimular um novo modelo econômico-social, que gere empresas de produtos e serviços sustentáveis e dissemine consciência ambiental entre colaboradores, fornecedores, comunidade e clientes;

#### 4. SISTEMA DE COLHEITA DE ÁGUAS PLUVIAIS

Há alguns anos, como uma das tentativas de preservar a água potável, surgiram investimentos nas áreas de captação e reutilização de água. A captação consiste principalmente em desenvolver um sistema que consiga captar água das chuvas para que seja utilizada no local onde o sistema foi instalado, seja uma residência, comércio ou indústria. A reutilização da água, por sua vez, se dá quando é feita a captação de água que está sendo usada para uso em outra função onde esta não precisa estar tão limpa quanto na primeira utilização.

A água da chuva que cai sobre os telhados e escoam para as galerias de água pluvial, passam em um volume considerável de água pelas nossas casas sem que nós a aproveitamos. Um sistema de aproveitamento da água da chuva poderia destinar um volume significativo de água, que possui uma qualidade inferior quando comparada a água tratada, para fins menos nobres, como é o caso dos usos não potáveis (bacia sanitária, lavagens de carros e calçadas, jardinagem, etc.) em uma residência.

Tomando uma residência sustentável como exemplo, esta poderia ter um sistema de captação de água da chuva para que parte seja usada na limpeza da casa e outra parte passe por um processo de filtração para ser utilizada no banho dos moradores. Além disso, dentro do banheiro, poderia ser instalado um sistema que captasse a água utilizada no chuveiro e na pia para, posteriormente, usá-la na descarga do vaso sanitário. Essas práticas representam cerca de 80% da casa típica geral de consumo de água.

A água da chuva é uma ótima alternativa também para o fornecimento de água potável durante períodos de estiagem, por ter um nível tecnológico apropriado de pequena escala, os custos são acessíveis, apresenta resultados imediatos e de simples de manutenção.

A viabilidade da implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial depende essencialmente dos seguintes fatores: precipitação, área de captação e demanda de água. Além disso, para projetar tal sistema devem-se levar em conta as condições ambientais locais, clima, fatores econômicos, finalidade e usos da água, buscando não uniformizar as soluções técnicas. Para essa estrutura também é essencial apresentar alguns componentes como: calhas e condutores, dispositivo de descarte da primeira água, peneiras, reservatório, e dependendo do uso dessa água captada, o tratamento.

A área de captação é constituída por coberturas que podem ser de telhas cerâmicas, onde o telhado pode estar inclinado, pouco inclinado ou plano. As coberturas podem ser planas, moderadamente inclinadas e intensamente inclinadas. As planas necessitam de drenos internos ou de calhas ao longo do perímetro, as moderadamente inclinadas escoam as águas com mais

facilidade e intensamente inclinadas produzem um escoamento mais rápido. Uma cobertura com uma leve inclinação aumenta a área de captação.

As calhas e os coletores podem ser de PVC ou metálicos, dimensionados de acordo com os valores de precipitação de cada região. Estes componentes são utilizados para separar a água de chuva inicial que contém excessivas concentrações de matéria orgânica e sólidos dissolvidos, depositados pelo vento, pássaros e insetos.

O dispositivo de descarte é necessário ficar antes do reservatório e deve ser dimensionado conforme a área de captação. Esse processo é necessário para garantir a segurança dos usuários, já que a primeira água contém uma série de microrganismos, alguns naturais, carregados pelo vento, e outros, que proliferaram no próprio meio e podem ser prejudiciais à saúde humana, como por exemplo, alguns patógenos.

Outro componente essencial para a eficiência da coleta de água de chuva são as peneiras com tela de 0,2mm a 1,0mm utilizadas para evitar a entrada de sólidos em suspensão na caixa d'água. Funciona como um pré-filtro e tem a capacidade de retirar a maioria das impurezas provenientes da captação que inevitavelmente processa-se pelo arrastamento quando a chuva entra em contato com a matriz de captação e as calhas coletoras.

O reservatório deve ser dimensionado para atender às demandas necessitadas, onde é definido pelo projetista, e o volume do reservatório dependerá dessa demanda, da área de captação e das características da chuva na região, onde necessita de estudos das séries históricas e sintéticas das precipitações da região onde será feito o projeto de aproveitamento de água de chuva.

Dependendo do uso dessa água captada, é necessário o seu tratamento, onde devem ser levados em conta agentes químicos, físicos e biológicos com o objetivo de garantir a qualidade desse recurso hídrico, e a saúde e o bem-estar do consumidor final. Alguns cuidados são necessários na hora de selecionar o local onde esse reservatório e também da área de captação devem ficar como: manter distância de possíveis agentes contaminantes (fossa séptica), de áreas com presença de aves e vegetação, fazer a limpeza dessas áreas com a retirada da folhagem do telhado e calhas, lavagem do reservatório, e em relação ao sistema de tratamento, deve-se observar a vida útil de filtros e produtos químicos.

## 5. NORMA BRASILEIRA ABNT NBR 15527

A Norma da ABNT que rege os sistemas de aproveitamento de águas pluviais é a NBR 15527:2019 que trata sobre aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis.

Esta Norma se aplica a usos não potáveis em que as águas de chuva podem ser utilizadas após tratamento adequado como, por exemplo, descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais (ABNT NBR15527, Escopo).

A norma faz referência a outras normativas indispensáveis, como:

ABNT NBR 5626: 1998 Instalações prediais de água fria;

ABNT NBR 10844:1 989, Instalações prediais de águas pluviais;

ABNT NBR 1221 3:1992, Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público;

ABNT NBR 1221 4: 1992, Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público;

ABNT NBR 1221 7:1994, Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público;

Para seu efeito devem-se aplicar os termos e condições exigentes para: água da chuva água não potável, área de captação, coeficiente de escoamento, conexão cruzada, demanda escoamento inicial e suprimento.

As condições gerais envolvem a concepção do sistema de aproveitamento de água de chuva, em que se incluem o sistema de coleta, o alcance do projeto, a população, precipitações. As calhas e condutores devem atender a ABNT, o retorno escolhido, a vazão de projeto, a intensidade pluviométrica, dispositivos para remoção de detritos, descarte da água inicial. Os reservatórios devem atender a ABNT, no projeto deve ser considerado, extravasor, dispositivo de esgotamento, cobertura, inspeção, ventilação e segurança. Além de recomendações quanto as instalações elétricas, o bombeamento e as manutenções de todo o sistema.

No Anexo A descreve seis métodos para o cálculo do dimensionamento do reservatório.

## **6. PROPOSTA DE SISTEMA DE REUSO DE ÁGUA DO GINÁSIO ESPORTIVO DA SEDE FUNDHAS**

Na continuidade das ações propostas, este capítulo tratará o detalhamento do projeto de captação e armazenamento da água de chuva, de parte de uma cobertura do ginásio esportivo localizado na sede FUNDHAS (Fundação Hélio Augusto de Souza). Os materiais relacionados para a composição deste projeto foram adotados de acordo com as suas razões específicas de utilização, tendo atenção especial para a escolha de materiais de preços acessíveis e já disponíveis na Fundação.

### **6.1. FUNDHAS – FUNDAÇÃO HÉLIO AUGUSTO DE SOUZA**

A FUNDHAS (Fundação Hélio Augusto de Souza) é o maior projeto social do município de São José dos Campos. Mantida pela Prefeitura de São José dos Campos é uma instituição sem fins lucrativos que desde 1987 atende crianças, adolescentes e jovens do município, em situação de vulnerabilidade e/ou risco social. A DECA (Diretoria Especializada em Crianças e Adolescentes) atende em suas 10 unidades, divididas por regiões, crianças e adolescentes de 06 a 14 anos, no contra turno escolar. Para as idades subsequentes, a FUNDHAS conta com o CEPHAS (Centro de Educação Profissional Hélio Augusto de Souza), que desenvolve educação profissional, iniciando com a Empregabilidade dos adolescentes, dos 15 aos 18 anos, atendendo em quatro unidades, com a possibilidade posterior de ingresso no ensino formal técnico.

A FUNDHAS desenvolve seus trabalhos com foco em “fazer a diferença na vida de crianças e adolescentes” e ser excelência nas ações socioeducativas propostas, que possam viabilizar a emancipação social.

A instituição compreende a emancipação social como uma aquisição processual de concepções e fazeres que fortalecem o sujeito promove intervenções de caráter preventivo e proativo no desenvolvimento e formação integral do sujeito, considerando suas capacidades e potencialidades, fortalecendo sua tarefa de superação diante dos obstáculos e para o alcance de alternativas emancipatórias.

## 6.2. CÁLCULO DO DIMENSIONAMENTO DO VOLUME DA CISTERNA

O volume previsto da cisterna foi calculado pelo método de Rippl (Rippl, 1883 apud Raudkivi, 1979), este método é o mais comumente usado em aproveitamento de água de chuva devido a sua simplicidade e facilidade de aplicação. Para isso torna-se importante obter o valor de precipitação máxima, visto que quando não há grande variação entre as precipitações médias mensais a determinação do volume de uma cisterna pelo método de Rippl se julga incompatível.

Para se iniciar o cálculo do dimensionamento da cisterna, tomou-se como exemplo, supondo que quiséssemos irrigar os jardins, localizados próximos ao ginásio esportivo, com área igual a 145m<sup>2</sup>. Partindo-se do princípio que use 5 litros de água para cada metro quadrado, temos o consumo diário de (145m<sup>2</sup> x 5 litros de água) 0,725m<sup>3</sup>/dia, consumo mensal (irrigando em dias alternados) de (0,725m<sup>3</sup> x 15) 10,88m<sup>3</sup>/mês e consumo anual (10,88m<sup>3</sup> x 12) 130,56m<sup>3</sup>/ano.

É importante considerar para a composição final de cálculo do volume da cisterna, a área da matriz principal de captação, no caso deste dimensionamento, o telhado em questão possui 1000m<sup>2</sup>, porém a área de instalação de captação abrange 250m<sup>2</sup> de área.

Através de uma planilha de cálculo, na qual se baseia o método de Rippl, os dados referentes ao índice pluviométrico da cidade de São José dos Campos e o exemplo do consumo acima referido, foram inseridos nesta tabela de cálculo e obteve-se o volume ideal da cisterna para irrigação do campo em questão.

Segue o dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl para a demanda constante de 10,88m<sup>3</sup>/mês, baseado no índice pluviométrico da cidade de São José dos Campos para uma área de captação de água de chuva de 250m<sup>2</sup>.

**Tabela 1. Média de chuva – São José dos Campos - 1942/2003**

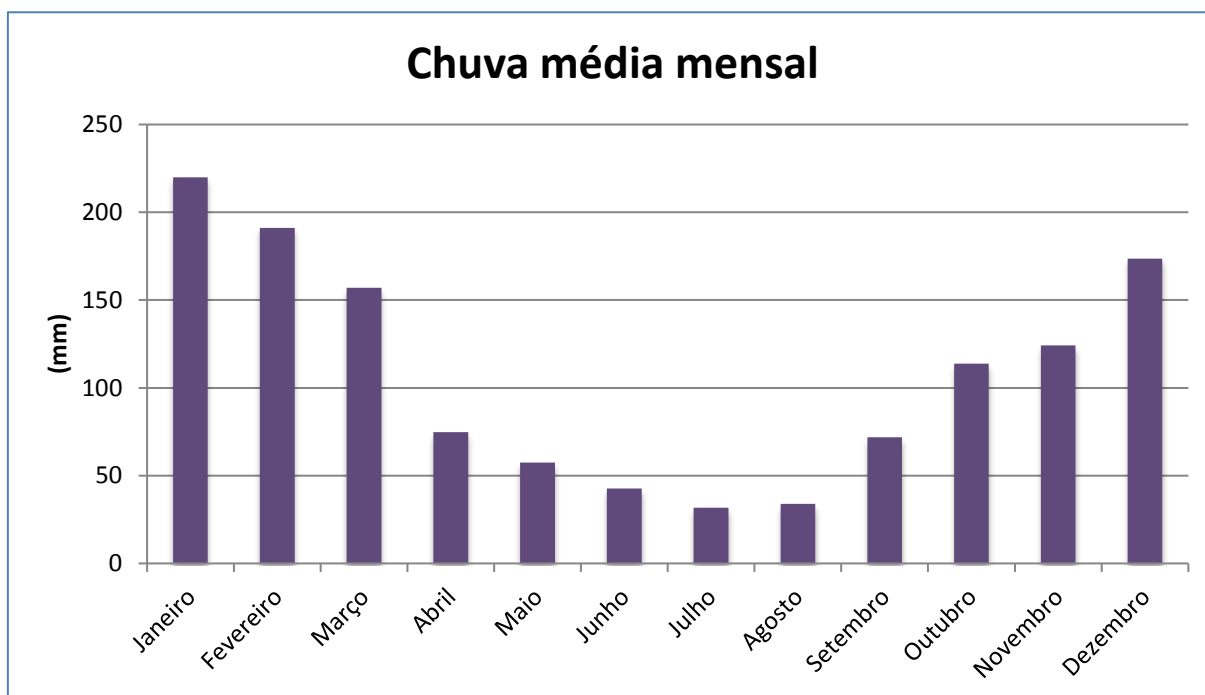
Município	Prefixo	Nome	Altitude	Latitude	Longitude							
SAO JOSE DOS CAMPOS	E2-032	SAO JOSE DOS CAMPOS	560	23° 11' 00"	45° 53' 00"							
<b>Chuva Mensal (mm)</b>												
Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1942											101,1	76,3
1943	182,8	221,2	197,3	6,9	1,5	17,1	1,1	49,2	36,6	191,8	96,9	236,5
1944	231,4	238	119,9	74,8	9,3	8,3	13,8	0	5	90,1	154,7	97,7
1945	132,9	235,6	212,2	84,8	29,4	183,2	16,7	1,4	31,5	56,9	137,7	149,8

1946	231	245,1	192,2	58,2	17,2	35,5	63,8	0,8	31,8	113	102,1	196,9
1947	425,7	229,3	218,8	95,5	66	31,6	64,6	107,7	99,7	134,8	248,2	333,3
1948	167,6	189,4		19,6	44,8	9,4	40	56,9	65,6	129	68,6	157,9
1949	419	122,8		59,7	26,3	47,2	25,7	6,8	12,5	81	66,6	274,3
1950	327,4	220,5	260,2	119,8	3,8	45	18,4	1,1	22,4	137	133,7	261,8
1951	273,5	221,5	154,5	61,3	16,3	14,5	86,6	68,3	6,3	125,9	179,9	121,1
1952	210,7	315,5		22,7	13	119,4	5,2	12,7	62,2	86,7	175,8	139,5
1953	130,1	152,4	109	146,3	78,4	22,7	11,8	26,2	52,8	105,2	230,7	70,7
1954	116,8	336,4	107,1	37,7	150,1	36,6	17,6	0,7	60,7	114,7	32,9	176,2
1955	275,5	188	213,1	99,2	46,8	23,3	6,7	110,9	12,1	94,2	112,4	206,5
1956	108,5	185,5	137,1	108,1	106,7	88,9	53,9	42	60,8	122,6	33,8	169,8
1957	257,5	204,4	134,2	58,1	22,2	27	40,2	57,4	243,3	156	170,9	91,9
1958	304,2	153,8	213,7	119,8	208,5	87,3	25,8	48,7	118,1	150,8	150,9	309,2
1959	196,4	98,2	137,6	50,8	28,3	9,4	0,3	65,5	37,8	96	172,2	193,7
1960	138,1	340	154,7	67,5	128	65,5	2,8	37,1	115	38,2	39,7	310,4
1961	153,8	196,6	192,1	65,6	29	22,4	5,5	8,1	2	42,2	102,7	211,6
1962	231,9	216,3	319,7	26,4	53,1	1,6	28,3	54,6	96,9	208	46,3	118
1963	190,3	235,5	130	0,4	14,8	3,9	0,6	18,9	1,7	187	162,1	105,7
1964	122,8	210	38,5	34,2	84,2	46,7	44,4	31,6	88,3	142,6	107,9	241,5
1965	291,2	113,6	135,7	87,1	38,9	38,7	67,4	27,3	102,9	137,6	124,9	187,5
1966	119,2	42,9	214,2	50,9	43,7	0,4	18,7	52,2	52,1	157,5	146,1	175,8
1967	297,1	145,4	177,8	71,7	29,6	79,7	38,6	0,5	94,8	141,6	110,8	178,7
1968	191,5	82	146,3	71,9	22,5	14,7	8,6	36,8	42,7	91,9	68,2	157,3
1969	196	106,7	128,7	53,2	43	24,6	10,9	30,1	62,4	126,2	164	105,5
1970	213,4	232,4	72,6	63,1	44,6	42	44,8	84,9	91,3	59,7	91,4	188,3
1971	81,7	176,4	152,4	132,4	56,3	88,9	53,9	36	96,7	120,7	118,2	165,7
1972	238,5	202,7	76,2	76,7	18,6	10,3	64,5	56,5	103,5	179,5	128,5	91
1973	183,1	109,3	137,5	115,6	106,4	45,4	69,6	30,5	76,3	119,3	123	190,1
1974	249,7	110,7	171	56,8	29,6	141,2	1,4	5	28,3	69	106,9	190,9
1975	127	276,9	99	36,1	20,3	1,7	18,8	0	10,8	70,1	158	201,4
1976	129,8	228,1	89,5	122,9	145,4	55,9	116,5	92,3	169,2	74,9	166,4	179,6
1977	277,6	18,8	163,6	130	20,7	48,4	6,8	10	115,7	70,6	201,3	191,3
1978	114,4	92,4	127,4	10	50,7	72,3	54,1	4,7	29,3	117,8	217,1	136
1979	88,2	100,1	89,6	102,6	84,6	5,3	26,3	65,6	96,9	93	109,3	135,1
1980	198	--	98,3	148,8	--	74	12,1	--	--	--	169,8	--
1981	195,5	273	--	133,9	29,6	39,9	25,3	18,1	--	207,7	127,7	107
1982	234,7	218,3	201,5	71,7	31,4	128,1	32,2	60,1	13,8	202,6	--	307,8
1983	--	235,8	120,1	--	143,6	169,1	48,7	6,5	268,2	117,4	--	247,8
1984	213,7	24,6	78,5	107	86,9	5,1	5,1	79,9	84,3	18,9	104	228,2
1985	201,6	156,3	125,4	128,9	94,6	16,1	2	13,1	90,7	66,4	79,4	--
1986	--	363,1	267,9	59,2	55,8	3,3	14,5	105,1	53,4	75	130,1	343,2
1987	--	--	161,6	--	150,2	80,7	7,8	1,4	72,5	89,8	107,1	78,2
1988	--	--	198	--	140,4	35,2	--	0,2	20,7	126,7	--	174,2
1989	241,7	--	--	116	29,5	71,8	134,9	16,5	50,8	47,2	90,9	150,5
1990	169,3	223,6	164,1	69,3	56,8	11,8	76,1	24,6	86,3	80,7	49,1	60,3
1991	300,6	--	--	118,4	41,1	32,9	19	16,8	74,5	129,8	26,4	54,8
1992	226,7	101,5	175,4	51,8	56,1	0,3	52	--	132,6	--	115,1	98,6
1993	255,6	--	176,8	63,3	66	38,6	4,8	12,6	132,3	128,6	75,7	108,8

1994	192	--						--	1,2	--		212
1995	187	438,3	164,1	67,9	99,7	49,3	75,5	32,7	16,3	244,5	123,1	--
1996			--	--	43,6	20,9	0,9	10,5	139,8	150,7	128,7	97,9
1997				96,7	67,1	73,8	7,5	37,5	135,7	76,7	246,1	124,9
1998	233,3	264	122,4	92,4	91,1	4,6	8,4	25	92,7	117	28,1	111,5
1999	316,5	182,2	115,5	56,9	17,2	68,5	8,3	2,6	62,9	28,2	34,7	142,4
2000	287,5	198,6	156,3	17,7	20,1	6,1	74,2	80,9	105,5	35	241,9	269,8
2001	268,6	208,6	262,8	131	66,1	5	29,3	34	62,6	149,4	129	255
2002	367,2	158,6	140,5	37,5	50,2	3,1	16,5	40,7	88,5	131,1	193,2	171,3
2003	381,7	97,5	208,1	19,3	24,5	8,8	45	12,5	21,8	141,4	140,7	
Média:	219,95	191,12	156,94	74,75	57,53	42,72	31,78	33,97	71,92	113,76	124,18	173,6

Fonte: Média Chuva SJC\_1942\_2003 – Excel 2019

Gráfico 1. Chuva Média Mensal



Fonte: Métodos-de-Rippl-e-Simulação – Excel 2019



Tabela 2. Método de RIPPL

## MÉTODO DE RIPPL

Coeficiente de runoff (CR) =		0,8					
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva (m <sup>3</sup> )	Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos (m <sup>3</sup> )	Situação do reservatório
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8
Janeiro	219,95	10,8	250	44	-33,2	0	E
Fevereiro	191,12	10,8	250	38	-27,2	0	E
Março	156,94	10,8	250	31	-20,2	0	E
Abril	74,75	10,8	250	15	-4,2	0	E
Maio	57,53	10,8	250	12	-1,2	0	E
Junho	42,72	10,8	250	9	1,8	1,8	D
Julho	31,78	10,8	250	6	4,8	6,6	D
Agosto	33,97	10,8	250	7	3,8	10,4	D
Setembro	71,92	10,8	250	14	-3,2	7,2	S
Outubro	113,76	10,8	250	23	-12,2	0	E
Novembro	124,18	10,8	250	25	-14,2	0	E
Dezembro	173,6	10,8	250	35	-24,2	0	E
Total	1292,22	129,6		259	Volume=	10,4	

Valores automáticos
Valores a serem definidos

Fonte: Métodos-de-Rippl-e-Simulação – Excel 2019

Para melhor entendimento do dimensionamento descrito acima, segue a explicação dos cálculos efetuados.

- **Coluna 1 – Meses:** Referente aos meses do ano.
- **Coluna 2 – Chuva média:** Chuvas médias mensais em milímetros do município de São José dos Campos.
- **Coluna 3 – Demanda mensal:** A demanda mensal calculada neste capítulo foi de 10.880 litros. A demanda também pode ser denominada de consumo mensal. Para o efeito, neste cálculo o valor da demanda foi inserido em metros cúbicos na tabela Rippl. Nota-se que anualmente temos o máximo de 253,8 m<sup>3</sup> e que a média encontrada é de 21,15 m<sup>3</sup>/mês. O volume total da demanda ou do consumo 130,56 m<sup>3</sup>/ano deve ser menor ou igual ao volume total de chuva da coluna 5 que é 253,8 m<sup>3</sup>/ano.
- **Coluna 4 – Área de captação:** Área de captação da água de chuva, matriz principal de captação.
- **Coluna 5 – Volume de chuva mensal:** Volumes mensais disponíveis da água de chuva. É obtido multiplicando-se o valor da coluna 2 pelo da coluna 4 e pelo coeficiente

de Runoff de 0,80 e dividindo se por 1.000 para que o resultado do volume seja em metros cúbicos.

- **Coluna 6 – Diferença da demanda e o volume mensal:** É a subtração coluna 3 pela coluna 5. São os volumes da demanda e os volumes de chuva mensais. O sinal negativo indica que há excesso de água e o sinal positivo indica que o volume de demanda supera o volume de água disponível.

- **Coluna 7 – Diferença acumulado da coluna 6 – somente valores positivos:** As diferenças acumuladas da coluna 6, onde são consideradas somente os valores positivos. Para preencher esta coluna, deve-se admitir que o reservatório está cheio. Os valores negativos não foram considerados, por corresponderem aos meses em que há excesso de água (volume disponível superando a demanda). Começa-se com a soma pelos valores positivos, prosseguindo-se até a diferença se anule, desprezando-se todos os valores negativos seguintes, recomeçando-se a soma quando aparecer o primeiro valor positivo (Garcez, 1960, p.56 Volume II). O volume máximo obtido na coluna 7 pelo Método de Rippl é de 10,4 m<sup>3</sup>. Portanto, a cisterna para suprir a demanda constante de 10,88m<sup>3</sup>/mês deverá ter 10,4 m<sup>3</sup> de capacidade. Sabendo-se da dificuldade de encontrar no mercado cisternas com dimensões exatas ao calculado neste método, propõem-se a utilização de uma cisterna de 15.000 litros de capacidade.

- **Coluna 8 – Observação do volume de água:** Usa-se as letras E, D e S para preencher a coluna 8. Essas letras correspondem respectivamente a: E = água escoando pelo extravasor de segurança; D= nível de água baixando; S= nível de água subindo.

Nos primeiros cinco meses do ano, pelos valores negativos apresentados, presume-se que há escoamento de água pelo extravasor de segurança, devendo ser representados pela letra E. Quando o nível de água do reservatório começa a baixar em junho, como se pode observar na tabela, nota-se que esses valores positivos vão até setembro, onde se registra a maior diferença, sendo assim, a letra que deve representar essa fase é a letra D. Em outubro o volume começa a extravasar novamente, indo até dezembro e a representação deste período é feita pela letra S.

**Tabela 3. Análise de Simulação do Reservatório**

ANÁLISE DE SIMULAÇÃO DO RESERVATÓRIO									
Coeficiente de runoff (CR) =		0,8							
Volume do reservatório (m³) =		10,8							
Meses	Chuva média mensal	Demanda mensal	Área de captação	Volume de chuva mensal	Volume do reservatório fixado	Volume do reservatório no tempo (t-1)	Volume do reservatório no tempo (t)	Overflow	Suprimento de água externo
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8	Coluna 9	Coluna 10
	(mm)	(m³)	(m²)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)
Janeiro	219,95	10,8	250	44	10,8	0	10,8	22,4	0
Fevereiro	191,12	10,8	250	38	10,8	10,8	10,8	27,2	0
Março	156,94	10,8	250	31	10,8	10,8	10,8	20,2	0
Abril	74,75	10,8	250	15	10,8	10,8	10,8	4,2	0
Mai	57,53	10,8	250	12	10,8	10,8	10,8	1,2	0
Junho	42,72	10,8	250	9	10,8	10,8	9	0	0
Julho	31,78	10,8	250	6	10,8	9	4,2	0	0
Agosto	33,97	10,8	250	7	10,8	4,2	0,4	0	0
Setembro	71,92	10,8	250	14	10,8	0,4	3,6	0	0
Outubro	113,76	10,8	250	23	10,8	3,6	10,8	5	0
Novembro	124,18	10,8	250	25	10,8	10,8	10,8	14,2	0
Dezembro	173,6	10,8	250	35	10,8	10,8	10,8	24,2	0
<b>Total</b>	<b>1292,22</b>	<b>129,6</b>		<b>259</b>				<b>118,6</b>	<b>0</b>

**Descrição da planilha:**

**Coluna 1** = Meses.

**Coluna 2** = Intensidade pluviométrica mensal.

**Coluna 3** = Demanda mensal de água pluvial da edificação.

**Coluna 4** = Área de captação da edificação.

**Coluna 5** = (Coluna 2) x (Coluna 4) x (Coeficiente de runoff) / (100).

**Coluna 6** = Corresponde ao volume definido para o reservatório.

**Coluna 7** = Se (Coluna 8 mês anterior) for menor que zero, adotar zero.

Se (Coluna 8 mês anterior) for maior ou igual a zero, adotar o valor.

Valor de janeiro igual a zero.

**Coluna 8** = Se (Coluna 5) + (Coluna 7) - (Coluna 3) for maior que (Coluna 6) adotar o valor da (Coluna 6).

Se (Coluna 5) + (Coluna 7) - (Coluna 3) for igual ou menor que (Coluna 6) adotar (Coluna 5) + (Coluna 7) - (Coluna 3).

Valor de janeiro igual o volume do reservatório.

**Coluna 9** = Se (Coluna 5) + (Coluna 7) - (Coluna 3) for maior que (Coluna 6), adotar (Coluna 5) + (Coluna 7) - (Coluna 3) - (Coluna 6)

Se (Coluna 5) + (Coluna 7) - (Coluna 3) for igual ou menor que (Coluna 6), adotar zero.

**Coluna 10** = Se (Coluna 7) + (Coluna 5) - (Coluna 3) for menor que zero, adotar -((Coluna 7) + (Coluna 5) - (Coluna 3))

Se (Coluna 7) + (Coluna 5) - (Coluna 3) for igual ou maior que zero, adotar zero.

**Legenda:**

Valores automáticos

Valores a serem definidos

Fonte: Métodos-de-Rippl-e-Simulação – Excel 2019

### 6.3. MATERIAIS E ESQUIPAMENTOS EMPREGUES NA COMPOSIÇÃO DO PROJETO

Os equipamentos adotados para compor o projeto referido, foram selecionados de acordo com as suas especificações nas quais se faz crer adequadas para a finalidade escolhida. No cerne do contexto deste projeto, apresentaremos uma tabela com os equipamentos citados,

locação e/ou custo de aquisição. Segue abaixo a tabela de equipamentos e o esquema representativo de instalação do projeto.

**Tabela 4. Obra Sistema de Reuso de Água do Ginásio da Sede FUNDHAS.**

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT.	UNID.	VL. UNIT.	VL. TOTAL
<b>1,00</b>	<b>SERVIÇOS CIVIS: BASE DE CONCRETO (4,00X4,00)M ESPESSURA DE 15CM</b>				
1,01	LOCAÇÃO DE BETONEIRA MONOFÁSICA, CAPACIDADE DE 300 LITROS	2,00	DIA	80,00	160,00
1,02	LOCAÇÃO DE COMPACTADOR DE SOLO TIPO "SAPO"	2,00	DIA	100,00	200,00
1,03	CIMENTO CPIII, SACO COM 50KG	15,00	SC	23,90	358,50
1,04	AREIA MÉDIA LAVADA	3,00	M <sup>3</sup>	95,00	285,00
1,05	BRITA 01 PARA CONCRETO	2,00	M <sup>3</sup>	110,00	220,00
1,06	BRITA 01 PARA LASTRO (E= 5,00CM)	1,00	M <sup>3</sup>	110,00	110,00
1,07	TELA SOLDADA Q-138 MALHA (10x10)CM DIAM. 4,2MM, PAINEL (2,45X6,00)M	2,00	PAINEL	61,30	122,60
1,08	TABUA DE CEDRINHO COM 4,00M, DE DIMENSÃO COM 2,50CM DE ESPESSURA E 20 CM DE LARGURA	4,00	PÇ	57,12	228,48
1,09	CAIBRO DE CEDRINHO COM 4,00M, DE DIMENSÃO COM 2,50CM DE ESPESSURA E 5,00CM DE LARGURA	4,00	PÇ	7,60	30,40
<b>TOTAL</b>					<b>1.714,98</b>
<b>2,00</b>	<b>SERVIÇOS HIDRÁULICOS</b>				
2,01	CARRINHO PARA ENROLAR MANGUEIRA, CAPACIDADE DE 100 METROS DE MANGUEIRA	1,00	CJ	239,00	239,00
2,02	MANGUEIRA DE JARDIM COR LARANJA DIAM. 1/2" REFORÇADA	100,00	M	2,65	265,00
2,03	MANGUEIRA PARA IRRIGAÇÃO DA HORTA DIAM. 1/2" (ROLO COM 25,00M)	5,00	ROLO	74,90	374,50
2,04	EMENDA PARA MANGUEIRA PARA IRRIGAÇÃO DA HORTA DIAM. 1/2"	5,00	UNID.	3,15	15,75
2,05	TUBO PVC PARA ESGOTO DIAM. 4" (BARRA COM 3,00M)	8,00	BR	33,90	271,20
2,06	TEE PVC PARA ESGOTO DIAM. 4"	2,00	UNID.	54,90	109,80
2,07	CURVA PVC PARA ESGOTO DIAM. 4" 45°	8,00	UNID.	13,29	106,32
2,08	CURVA PVC PARA ESGOTO DIAM. 4" 90°	6,00	UNID.	13,29	79,74

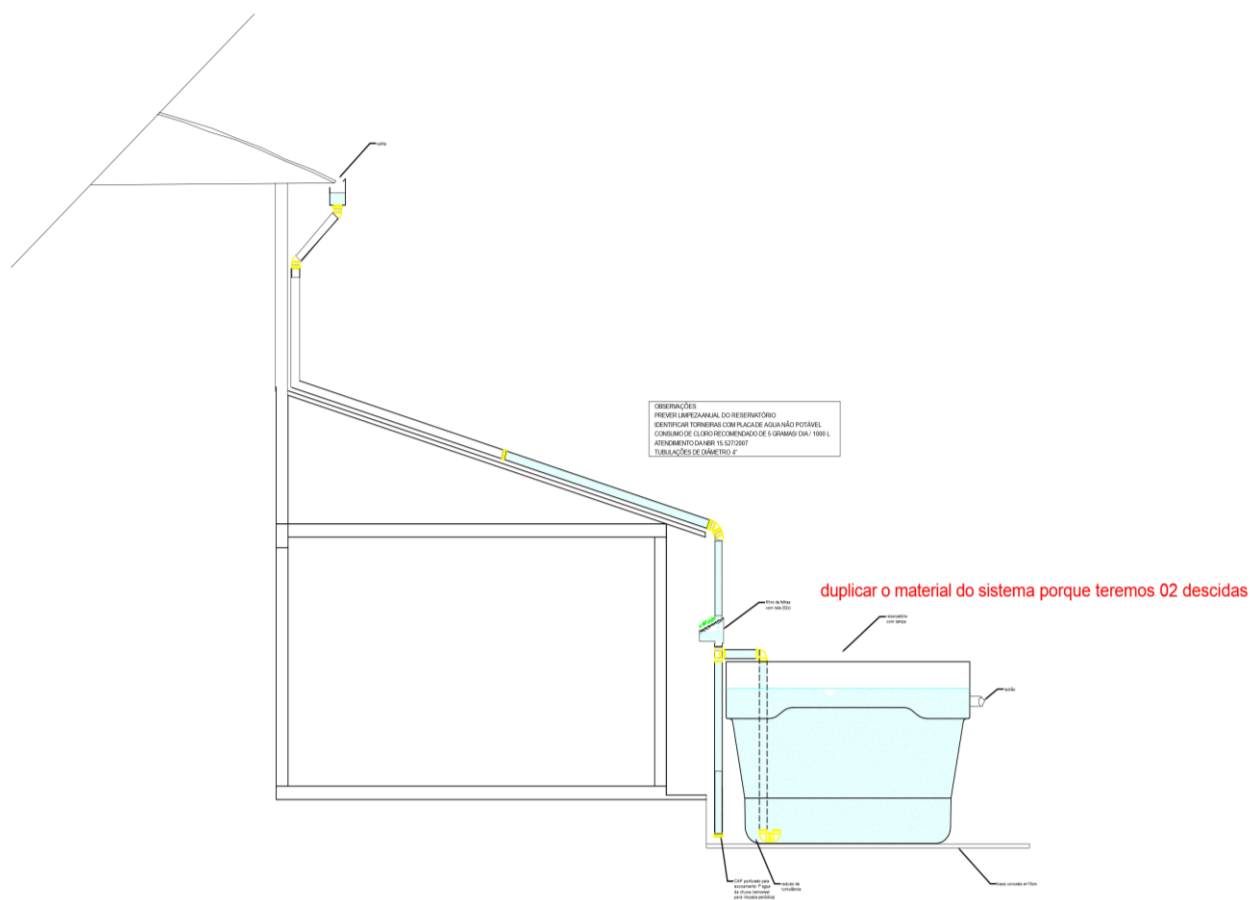
2,09	LUVA DE CORRER PVC ESGOTO DIAM. 4"	4,00	UNID.	15,90	63,60
2,10	CAP PVC ESGOTO DIAM. 4"	2,00	UNID.	8,10	16,20
2,11	FILTRO DE FOLHA	2,00	CJ	300,00	600,00
2,12	PLACA DE IDENTIFICAÇÃO: "AVISO AGUA NÃO POTÁVEL" DE DIMENSÃO (25X18)CM DE PLASTICO RIGIDO COM 2,00MM DE ESPESSURA	2,00	UNID.	10,70	21,40
2,13	REGISTRO BRUTO DE 1" DE GAVETA	2,00	UNID.	49,51	99,02
2,14	UNIAO SOLDAVEL DE PVC MARROM DE 1"	2,00	UNID.	12,16	24,32
2,15	ADAPTADOR SOLDAVEL DE PVC MARROM 1"	4,00	UNID.	0,98	3,92
2,16	FLANGE DE 1" MARROM	1,00	UNID.	29,06	29,06
2,17	ADAPTADOR DE 3/4" MARROM	6,00	UNID.	0,55	3,30
2,18	TEE MARROM DE 1"	2,00	UNID.	2,09	4,18
2,19	MASSA DE CALAFETAR TIPO MACARRÃO, EMBALAGEM DE 350G	1,00	PCT	6,90	6,90
<b>TOTAL</b>					<b>2.333,21</b>
<b>3,00 SERVIÇOS ELÉTRICOS</b>					
3,01	BOTOEIRA LIGA/ DESLIGA, GRAU DE PROTEÇÃO IP65	1,00	CJ	96,00	96,00
3,02	ELETRODUTO PVC RIGIDO ANTI CHAMA DE DIAMETRO 3/4" BARRA COM 3,00M	5,00	BR	3,79	18,95
3,03	BOIA DE NIVEL	1,00	CJ	48,90	48,90
3,04	CABO ELETRICO 2,5MM <sup>2</sup> , COM 100 METROS	1,00	RL	69,90	69,90
<b>TOTAL</b>					<b>233,75</b>
<b>TOTAL GERAL</b>					<b>4.281,94</b>

Fonte: Planilha de gastos implantação da cisterna – Excel 2019

#### **OBSERVAÇÕES DO SISTEMA:**

- 1) Consumo de cloro: 75g/dia, clorador flutuante.
- 2) O reservatório será reaproveitado.
- 3) O extravasor encaminha a água para um curso d'água próximo a captação, não sendo descartado na rede pública.
- 4) Bombeador DARKA CA-6 será reaproveitado.

Esquema representativo de instalação do projeto:



Fonte: Projeto representativo da cisterna – Autocad 2018

#### 6.4. REDUÇÃO NO CONSUMO DE ÁGUA

O atendimento da cisterna pode não ser total, visto que além da irrigação das áreas verdes também contempla irrigação das hortas, campo de futebol e até mesmo a lavagem do próprio ginásio. Porém pôde proporcionar uma redução significativa no consumo de água vindo a atingir 10% do valor total, financeiramente falando de acordo com os dados de cobrança da concessionária local de R\$ 52,57/m<sup>3</sup> ao mês, temos:

15.000 litros = 15m<sup>3</sup> de água

15m<sup>3</sup> x R\$ 52,57 = R\$ 788,55 reais, considerando que cisterna foi totalmente preenchida somente uma vez no mês.

Notícia: “A redução do valor do consumo de água também foi de 10%. As captações de quinze mil litros de águas pluviais irrigam hortas, jardins e campos de futebol, no Parque Industrial, zona sul.”

Fonte: <https://www.sjc.sp.gov.br/noticias/2018/marco/14/fundhas-economiza-r-2-mi-e-ainda-aumenta-em-30-o-atendimento>

### **6.5.1. PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE TODA EXTENSÃO DO TELHADO**

Aumentando a área de captação do telhado, como nova proposta, uma vez que o mesmo possui 1000m<sup>2</sup> e apenas um quarto de sua área está sendo utilizada, podemos acrescentar os dados de economia, sendo assim:

Área do telhado restante = 750m<sup>2</sup>

Quantidade de chuva (média dos índices mais baixos - Quadro 1) = 45mm/mês

Considerando que 1 mm de chuva em 1 metro quadrado de telhado é igual a 1 litro, logo teremos disponível no mês para serem armazenados:

1mm = 1 litro/m<sup>2</sup>

45mm = 45 litros/m<sup>2</sup>

45 litros x 750m<sup>2</sup> = 33.750 mil litros de água.

Logo, a economia somaria:

33.750l litros de água = 33,75 m<sup>3</sup> de água

33,75 m<sup>3</sup> x R\$ 52,57 = R\$ 1.774,24 reais

### **6.5. BOMBA DE PRESSURIZAÇÃO X LAVADORA DE ALTA PRESSÃO**

O sistema de pressurização é uma ferramenta instalada em uma fonte de abastecimento de água para garantir uma pressão de água uniforme nos pontos de consumo. Esse sistema é composto por um motor elétrico e um rotor, que faz o impulsionamento da água com maior pressão. Geralmente possuem comandos automáticos, funcionando de acordo com a vazão x pressão definidas pelo equipamento, tamanho das tubulações e tipo de pressão.

A lavadora de alta pressão também é uma máquina que bombeia água sob pressão através de uma tubulação, para a limpeza de superfícies com um jato de água a alta velocidade, ideal para limpeza de grandes áreas como Chácaras, quintais grandes entre outros.

Explorando a bomba pressurizadora instalada na cisterna, podemos perceber que dispõe da mesma finalidade que a lavadora utilizada na empresa para a limpeza dos pátios e calçadas. Por conseguinte, podemos gerar um comparativo do consumo de energia elétrica entre as duas bombeadoras.

Fórmula de cálculo do consumo de energia elétrica:

$$\mathbf{Econsumida = (P/1000)*t}$$

Onde:

Econsumida= energia consumida(dado em KWh)

P= Potência (Watts [W])

T= tempo(dado em hora).

Obs: Devido as cobranças das concessionárias ser em KNh faz-se necessário a divisão da potência por 1000 para que o resultado já esteja convertido corretamente para KWh. Da mesma forma o tempo devera ser dado em hora.

Fórmula para o cálculo do custo da energia elétrica:

$$\mathbf{Custo = Econsumida*Tarifa}$$

Onde:

Custo = valor total pago pelo consumo de energia elétrica(dado em R\$).

Econsumida = energia consumida.

Tarifa = valor do KWh cobrado pela concessionaria(dado em R\$).

- **Custo da Bomba Darka CA-6**

Na tabela correspondente a Bomba CA-6, temos 2CV.

$$1CV = 735,49875*2=1470,9975W$$

$$Econsumida = 1470,9975w*1/1000= 1,47KWh$$

$$Custo = 1,47KWh*(0,27440) = R\$00,40$$

- **Custo da lavadora de alta pressão Premium 2600 (WAP)**

$$Econsumida = 1900w*1h/1000= 1,9KWh$$

$$Custo= 1,9KWh*(0,27440) = R\$00,52$$



Conseguimos verificar que o consumo de energia elétrica da bomba pressurizadora é razoavelmente baixo em relação a lavadora, no quesito custo. Porém essa comparação esta apenas para uma hora de uso, em grande utilização podemos sentir a diferença no valor final.

## **6.6. RESERVATÓRIO MÓVEL**

Visto o capítulo anterior, em que concluímos o uso da bombeadora mais econômico, a implementação é parcialmente aceita em virtude de que a sede da FUNDHAS possui ampla extensão, impossibilitando que uma mangueira conectada a cisterna alcance todos os locais.

Com o mesmo objetivo, visando utilizar materiais já existentes na empresa e maior aproveitamento do sistema de captação de água da chuva no tema redução de custos, foi implantado também um sistema de reservatório móvel, seu transporte é realizado por um quadriciclo, onde a água da chuva contida na cisterna é colocada num reservatório menor permitindo assim o acesso da lavadora até outros jardins mais distantes da matriz implantada no ginásio, sem utilizar água da concessionária.

## **6.7. TRATAMENTO DA ÁGUA COM CLORO**

Para não proliferação de contaminantes na água, é utilizado um clorador flutuante. Durante o tratamento, o cloro é utilizado para combater bactérias e microrganismos. Junto com variáveis como o pH e a alcalinidade, é responsável pela qualidade da água. Os cloradores flutuantes não substituem o tratamento regular, mas são de grande ajuda no dia a dia.

Seu mecanismo é composto por uma caixa plástica, no que se introduz um tablete de cloro, também chamado de cloro estabilizado. Segundo os fabricantes, o uso de qualquer outro tipo de cloro pode provocar reações químicas adversas.

Conhecido também como margaridas, ao flutuar pela cisterna, o tablete vai derretendo aos poucos, mantendo o residual do cloro da cisterna por mais tempo. O resultado é uma água mais cristalina e segura.

### **6.7.1. PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DA ÁGUA TRATADA NOS SANITÁRIOS**

Segundo a norma após tratamento adequado, a água da chuva pode ser utilizada em descargas de bacias sanitárias.

A FUNDHAS utiliza o sistema de descargas por caixa acoplada da marca DECA. Segundo especificações do fornecedor a mesma é preparada para a utilização com sistema de descarga com tecnologia Duo, com dois botões: descarga completa: 6 litros (limpeza total) e descarga com volume reduzido: 3 litros (troca de líquidos). Garantindo assim uma economia de água de até 60%.

Visto que o modelo já possui uma proposta de economia, podemos acrescentar a proposta de utilização desta água tratada da chuva, com isto diminuiríamos a taxa cobrada pela concessionária do uso de água por m<sup>3</sup>, restando somente a taxa de esgoto, contemplando assim redução financeira.

## 7. ANEXOS



Anexo 1. Montagem serviços hidráulicos.



Anexo 2. Base de concreto com reservatório.



Anexo 3. Telhado do ginásio esportivo FUNDHAS.



Anexo 4. Bomba para pressurização do sistema.





Anexo 5. Montagem registro do reservatório.



Anexo 6. Detalhes do descarte da primeira água.



Anexo 7. Botoeira liga/desliga.



Anexo 8. Utilizando reservatório móvel.



Anexo 9. Ladrão.



Anexo 10. Registro da cisterna.

Série	Modelo	CV	Bocais		Altura manométrica total em metros (MCA)															
			Suc.	Rec.	8	10	12	15	18	21	24	27	30	35	40	45	50			
					Vazão em metros cúbicos por hora															
CAE Rotor Noril	CAE-1	1/3	3/4"	3/4"	6,8	6,5	6,2	5,4	3,9											
	CAE-2	1/2			7,7	7,2	6,0	4,1												
	CAE-3	3/4	1"	1"	9,0	8,5	7,7	6,5	4,3											
	CAE-4	1			9,2	8,7	7,9	6,5	4,0											
	CAE-5	1,5			10,8	10,5	9,7	8,4	7,5	3,0										
	CAE-6	2			11,4	11,0	10,4	9,6	7,4	3,0										
	3500 RPM	CAE-7			3	12,0	11,9	11,0	9,3	6,2	0,8									
CA Rotor Fº Fº	CA-1	1/3	3/4"	3/4"	6,8	6,5	6,2	5,4	3,9											
	CA-2	1/2			7,7	7,2	6,0	4,1												
	CA-3	3/4	1"	1"	9,0	8,5	7,7	6,5	4,3											
	CA-4	1			9,2	8,7	7,9	6,5	4,0											
	CA-5	1,5			10,8	10,5	9,7	8,4	7,5	3,0										
	CA-6	2			11,4	11,0	10,4	9,6	7,4	3,0										
	3500 RPM	CA-7			3	12,0	11,9	11,0	9,3	6,2	0,8									

Anexo 11. Bomba Darka CA-6.



## Informações técnicas

<b>Garantia Legal + Contratual</b>	1 ano
<b>Tensão</b>	127V ou 220V Mono
<b>Pressão Máxima</b>	2400 PSI
<b>Vazão Máxima</b>	360 L/h
<b>Potência Máxima</b>	1900 Watts
<b>Motor</b>	Indução
<b>Comprimento mangueira de alta pressão</b>	5,5 Metros (com trama de aço)
<b>Cor</b>	Laranja e preto
<b>Peso Líquido</b>	15,2 kg
<b>Peso Total</b>	18 kg
<b>Cubagem (un)</b>	0,1040 m <sup>3</sup>
<b>Empilhamento Máximo (un)</b>	5
<b>Dimensões do produto</b>	34,5x26,5x74,5 cm
<b>Dimensões da caixa</b>	40x31,5x82,5 cm

Anexo 12. Lavadora de alta pressão Premium 2600.

edp

SUBGRUPO / CLASSE / SUBCLASSE	TARIFA DO USO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (TUSD) (R\$/ kw h)
<b>B1 - RESIDENCIAL</b>	<b>0,27440</b>
<b>B1 - RESIDENCIAL - BAIXA RENDA</b>	<b>0,21623</b>
Consumo mensal até 30kWh	0,07568
Consumo mensal entre 31kWh e 100kWh	0,12547
Consumo mensal entre 101kWh e 220kWh	0,19461
Consumo mensal superior 220kWh	0,21623
<b>B2 - RURAL</b>	<b>0,20854</b>
<b>B2 - COOPERATIVA DE ELETRIFICAÇÃO RURAL</b>	<b>0,20854</b>
<b>B2 - SERVIÇO PÚBLICO DE IRRIGAÇÃO</b>	<b>0,18659</b>
<b>B3 - DEMAIS CLASSES</b>	<b>0,27440</b>
<b>B4 - ILUMINAÇÃO PÚBLICA</b>	
Iluminação Pública (B4a)	0,15092
Iluminação Pública (B4b)	0,16464

Anexo 13. Informação de tarifa EDP.



## 8. CONCLUSÃO

Conclui-se que crescer e ajudar a mudar a visão futura do mundo é parte da função de um engenheiro, visando fundamentalmente a melhoria nas nossas vidas e assim entre tantas outras áreas, incluímos a consciência construtiva sustentável.

Este trabalho tem o intuito de mostrar a necessidade de incentivar a criação de projetos que atente para o desperdício de água potável, nomeadamente, a utilização de água de chuva tratada para o seu reuso em situações que poderia substituir com a segurança devida, a água fornecida pelas companhias de abastecimento.

O método sugerido e apresentado neste trabalho de conclusão de graduação, sugere a criação de perspectivas na área sustentável, procurando equilibrar as diferenças relativas ao consumo doméstico de água.

A base técnica fundamental proposta neste trabalho é a captação de água de chuva de um ginásio da FUNDHAS, contendo a aplicação do cloro como tratamento de purificação de água de chuva captada, podendo utilizar de vários modos e locais que desejam obter e efetuar essa ideia sustentável, obtendo a redução de custos financeiros podendo ser revertidos para outros gastos da fundação.

Está em nosso alcance a alternativa para um conceito acessível e sustentável para executar melhorias no mundo, assim as gerações futuras poderão ter um ambiente saudável para morar. Nos engenheiros projetamos com base na ciência, focando nas mudanças necessárias para o futuro, ajudando a humanidade a crescer e melhorar.

## 9. REFERÊNCIAS

ABCMAC. – Histórico. Disponível em:

< [Http://www.abcmac.org.br/index.php?modulo=historico](http://www.abcmac.org.br/index.php?modulo=historico) >

Acessado em: 20/03/2019.

AEC. – A moderna construção sustentável. Disponível em:

< [Https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel\\_589](https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel_589) >

Acessado em: 20/03/2019.

ALTOQI – Dimensionamento de reservatório de água da chuva pelo método de Ripley.

Disponível em:

< <https://maisengenharia.altoqi.com.br/hidrossanitario/dimensionamento-de-reservatorio-de-agua-da-chuva-pelo-metodo-de-rippel/> >.

Acessado em: 20/09/2019.

DARKA – Filtros e bombas. Disponível em:

< [http://www.darka.com.br/bombas/bombas\\_SerieCAE.html](http://www.darka.com.br/bombas/bombas_SerieCAE.html) >

Acessado em: 21/09/2019.

ECLYCLE. – Cisterna. Disponível em:

< [Https://www.ecycle.com.br/4200-sisterna-ou-cisterna-agua-cisternas](https://www.ecycle.com.br/4200-sisterna-ou-cisterna-agua-cisternas) >.

Acessado: 09/02/2019.

ECOEFICIENTES. – Cisterna. Disponível em:

< <http://www.ecoeficientes.com.br/oque-e-uma-cisterna/> >.

Acessado: 09/02/2019.

FUNDHAS – Institucional. Disponível em:

<<http://fundhas.org.br/v01/quem-somos/>>

Acesso em: 22/09/2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. – Construção Sustentável. Disponível em:  
<<https://www.mma.gov.br/cidadessustentaveis/urbanismosustentavel/constru%C3%A7%C3%A3osustent%C3%A1vel.htm>>.

Acessado em: 20/03/2019.

NORMA 15527 – Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos.

SÃO PAULO (Estado) - Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE. Banco de Dados Hidrometeorológicos do estado de São Paulo. Dados pluviométricos de São José dos Campos. São Paulo, 1999. Disponível em:

<<http://www.hidrologia.dae.sp.gov.br/>>

Acesso em: 21/09/2019.

SELEÇÃO NATURAL. – A importância das cisternas. Disponível em:

<<https://naturalselecao.wordpress.com/2011/04/13/a-importancia-das-cisternas/>>.

Acessado em: 09/02/2019.

WAP – Lavadoras. Disponível em:

<<https://wap.ind.br/produtos/lavadora-de-alta-pressao-premium-2600/>>

Acessado em: 21/09/2019.