

**UNIEVANGÉLICA**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**JOÁS DE SOUSA PIRES DA PENHA**

**MATHEUS RIBEIRO MOURA**

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

**ANÁPOLIS / GO**

**2020**

**JOÁS DE SOUSA PIRES DA PENHA  
MATHEUS RIBEIRO MOURA**

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

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO  
AO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA  
UNIEVANGÉLICA**

**ORIENTADOR: EDUARDO MARTINS TOLEDO**

**ANÁPOLIS / GO: 2020**

## FICHA CATALOGRÁFICA

PENHA, JOÁS DE SOUSA PIRES DA/ MOURA, MATHEUS RIBEIRO

Reaproveitamento de água da chuva para fins não potáveis

74P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2020).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| 1. Importância da água    | 2. Considerações iniciais |
| 3. Aproveitamento da água | 4. Implantação do sistema |
| I. ENC/UNI                | II. Bacharel (10º)        |

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

PENHA, Joás de Sousa Pires da; MOURA, Matheus Ribeiro. Reaproveitamento de água da chuva para fins não potáveis. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 74p. 2020.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Joás de Sousa Pires da Penha

Matheus Ribeiro Moura

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

Reaproveitamento de água da chuva para fins não potáveis

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2020

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos.

O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Joás de Sousa Pires da Penha

joasgiks@gmail.com



Matheus Ribeiro Moura

mmoura359@gmail.com

**JOÁS DE SOUSA PIRES DA PENHA  
MATHEUS RIBEIRO MOURA**

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

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA O OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

**APROVADO POR:**

---

**EDUARDO MARTINS TOLEDO, Mestre (UniEvangélica)  
(ORIENTADOR)**

---

**FILIFE FONSECA GARCIA, Especialista (UniEvangélica)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**JOÃO SILVEIRA BELÉM JÚNIOR (UniEvangélica)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

**DATA: ANÁPOLIS, 10 DE JUNHO DE 2020.**

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer primeiramente a Deus por me proporcionar todas as oportunidades e experiências que tive em toda minha vida e principalmente nesses últimos 5 anos, por ter me dado saúde e força para superar todas dificuldades que vieram aparecer, agradecer meus pais que sempre me ajudaram e incentivaram em todos planos e projetos que tive em minha vida, sempre buscaram me ajudar da melhor forma possível e de todas as maneiras. Agradeço também toda minha família por me apoiar quando decidi pela escolha da engenharia civil.

Quero agradecer também meu professor orientador Eduardo Toledo, pela orientação, apoio e confiança, sempre esteve muito disposto e presente a nos ajudar, e também quero agradecer a todos professores que tive nesses últimos 5 anos por todo conhecimento adquirido através deles. Aos meus amigos e colegas durante todo curso que sempre estiveram presente ao meu lado. Quero agradecer também minha namorada que esteve ao meu lado em todos momentos felizes e tristes que vieram a me acontecer nesses últimos dois anos e mais difíceis, sempre esteve disposta e presente a me ajudar.

Quero agradecer também a todos que diretamente ou indiretamente me ajudaram na minha formação, o meu muito obrigado a todos vocês.

Joás de Sousa Pires da Penha

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer em primeiro lugar a Deus, por ter me ajudado em cada etapa dessa conclusão de curso, a minha família que me ajudou bastante, dando total apoio e não deixou a desejar hora nenhuma.

Quero agradecer também ao meu professor e orientador Eduardo Toledo, pela paciência e dedicação que teve com a realização da monografia, e todos os professores do curso por estar ajudando sempre da melhor forma possível para conclusão desse curso.

Por fim não menos importante quero agradecer minha namorada por ter me ajudado em toda minha caminhada e ter me dado força para continuar com o curso.

Matheus Ribeiro Moura

## RESUMO

O desperdício de água é um dos fatores mais prejudiciais a população nos dias atuais. Para uma residência, é notável o desperdício de água potável através do mau uso dos componentes hidráulicos de uma casa, desde uso de água potável em bacias sanitárias, como em tarefas domésticas externas na residência, com uma maior contribuição para o desperdício de água potável. Tendo em vista o aproveitamento de água para fins não potável, a importância de poupar essa água da concessionária para fins mais importante. O presente trabalho objetiva-se no estudo de poupar água potável por meio de uma captação da água da chuva, coletada através do telhado da residência unifamiliar, fazendo assim essa ser destinada para fins não potável, um objeto de estudo na cidade de Anápolis-GO. O sistema terá como finalidade poupar a água potável, para que posteriormente seja usada essa em todas as bacias sanitárias da residência, e para uso de lavagem de roupa. Esse projeto mostrará todos gastos com o sistemas de instalação, trazendo a lista de materiais com seus respectivos valores e gastos com a mão de obra. Obteremos o valor gasto sem o sistema e com o sistema, fazendo que possamos saber o tempo de retorno de todo o dinheiro investido. Esse nos permitirá proporcionar uma melhoria no uso de água potável causando uma interferência menor na natureza.

**Palavra chave:** Águas Pluviais. Aproveitamento. Armazenamento. Captação.

## **ABSTRACT**

The waste of water is one of the most damaging factors to the population today. For a residence, the waste of drinking water through the misuse of the hydraulic components of a house is notable, from the use of drinking water in sanitary basins, as well as in external domestic tasks in the residence, with a greater contribution to the waste of drinking water. In view of the use of water for non-potable purposes, the importance of saving this water from the concessionaire for more important purposes. The present work aims to study drinking water by capturing rainwater, collected through the roof of the single-family residence, thus making it intended for non-drinking purposes, an object of study in the city of Anápolis-GO. The purpose of the system is to save drinking water, so that it can later be used in all sanitary basins in the residence, and for washing clothes. This project will show all expenses with the installation systems, bringing the list of materials with their respective values and expenses with labor. We will get the amount spent without the system and with the system, making it possible for us to know the return time of all the money invested. This will allow us to provide an improvement in the use of drinking water causing less interference in nature.

**Key words:** Rainwater. Use. Storage. Capture.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Índice de disponibilidade de água per capita (m <sup>3</sup> , pessoa, ano) .....	20
Figura 2 – Perdas na distribuição de água .....	21
Figura 3 – Brasil: Agência Nacional de Águas .....	22
Figura 4 – Resultados das contas da água no Brasil .....	23
Figura 5 – Tubo de limpeza .....	25
Figura 6 – Detalhamento e funcionamento da instalação .....	30
Figura 7 – Dispositivo de rejeição da água de limpeza do telhado.....	31
Figura 8 – Dispositivo para remoção de sólidos grosseiros.....	32
Figura 9 – Passagem da água até a chegada na cisterna.....	34
Figura 10 – Projeto demonstrativo do funcionamento de um projeto.....	35
Figura 11 – Área da região de Anápolis-Goiás.....	38
Figura 12 – Vista da residência.....	40
Figura 13 – Vista pavimento térreo.....	41
Figura 14 – Vista pavimento superior.....	41
Figura 15 – Vista da cobertura da residência.....	42
Figura 16 – Reservatório.....	44
Figura 17 – Detalhamento da laje da residência.....	45
Figura 18 – Detalhamento do filtro.....	46
Figura 19 – Filtro VF1.....	50
Figura 20 – Sifão Ladrão.....	50
Figura 21 – Freio D'água.....	51
Figura 22 – Boia Sucção.....	51

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 – Eventos de cheia no Brasil por região de 2015 a 2017.....	19
Gráfico 2 – Perdas na distribuição de água no Brasil.....	24
Gráfico 3 – Volume reaproveitado em FURNAS, Subestação de Jacarepaguá.....	28
Gráfico 3 – Distribuição do consumo de água nas residências.....	46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas brasileiras.....	18
Tabela 2 – Distribuição mensal das precipitações de Anápolis-Go.....	39
Tabela 3 – Dimensionamento do reservatório.....	48
Tabela 4 – Lista de materiais.....	52
Tabela 5 – Custo da mão de obra.....	53
Tabela 6 – Tarifas de água em Anápolis – GO.....	53
Tabela 7 – Sem a utilização do sistema.....	53
Tabela 8 – Com a utilização do sistema.....	54
Tabela 9 – Tempo de retorno após implantação do sistema.....	54

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ONU	Organização das Nações Unidas
PIB	Produto Interno Bruto
PHI	Programa Hidrológico Internacional
UNESCO	Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para Infância
ACBMAC	Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva
TWDB	<i>Texas Water Development Board</i>
NOX	Número de Oxidação
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
CEBDS	Centro Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	15
1.2 OBJETIVOS.....	15
<b>1.2.1 Objetivo geral.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.2 Objetivo específicos.....</b>	<b>15</b>
1.3 METODOLOGIA.....	16
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	16
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>17</b>
2.1 IMORTÂNCIA DA ÁGUA.....	17
2.2 ESCASSEZ E DESPERDÍCIO.....	19
2.3 REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA.....	24
<b>2.3.1 Reaproveitamento de água no Brasil.....</b>	<b>26</b>
2.4 PRINCÍPIO BÁSICO DE COMO FUNCIONA UM RESERVATÓRIO.....	29
<b>2.4.1 Calhas e condutores verticais.....</b>	<b>30</b>
<b>2.4.2 Remoção de sólidos grosseiros.....</b>	<b>32</b>
<b>2.4.3 Tratamento da água.....</b>	<b>33</b>
2.5 RESERVATÓRIO COMO ALTERNATIVA PARA APROVEITAMENTO DA ÁGUA PROVENIENTE DE CHUVAS.....	34
2.6 QUALIDADE DE ÁGUA DE CHUVA.....	35
<b>3 ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>37</b>
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	37
3.2 ÁREA DE ESTUDO.....	37
3.3 OBJETO DE ESTUDO.....	38
3.4 LEVANTAMENTO DE DADOS.....	38
3.5 PARAMETROS DE PROJETOS.....	39
<b>3.5.1 Planta baixa.....</b>	<b>40</b>
<b>3.5.2 Planta de cobertura.....</b>	<b>42</b>
3.6 DIMENSIONAMENTO.....	43
<b>3.6.1 Cálculo do reservatório.....</b>	<b>43</b>
<b>3.6.2 Detalhamento do sistema.....</b>	<b>44</b>
<b>3.6.3 Demanda do reservatório.....</b>	<b>46</b>

3.7	IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA.....	49
<b>3.7.1</b>	<b>Lista de materiais.....</b>	<b>49</b>
3.8	COMPARATIVO DO SISTEMA COM O USO DA ÁGUA DA CONCESSIONÁRIA.....	53
3.9	PONTOS NEGATIVOS.....	55
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>56</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

O elemento essencial no nosso dia a dia é a água, uma molécula simples que é fundamental para nossa vida. Esse líquido é tão importante, que os gregos antigos acreditava ser um dos elementos fundamentais da matéria. Por mais de 2000 anos ainda se pensou que a água era um elemento, somente no século XVIII, é que experimentos evidenciaram que a água era um composto, contendo hidrogênio e oxigênio (QMCWEB, 2004). Diante disso podemos ter uma reflexão sobre a grande importância da água no critério de sobrevivência na Terra.

A população vem crescendo, com isso o consumo de água aumenta gradativamente, o consumo médio anual para uma pessoa adulta é aproximadamente de 5 a 10 vezes a massa do corpo, o que dá uma média de 450 litros/ano (300-600L/ano) (LIMA,2004). Com uma população que consome bastante, vem o desperdício, o uso inadequado desse pode gerar a falta em algumas regiões podendo haver uma má distribuição.

Com uma boa quantidade de água doce presente no Brasil, a má distribuição desse líquido vem afetando algumas partes no nosso país. No nordeste a água é um grande problema para pessoas daquela região, onde a seca predomina por se tratar de uma baixa concentração de água presente, enquanto a região norte possui cerca de 68,5% das reservas de água no nordeste esse número é de apenas 3,3% em uma população três vezes maior que a do norte (TOMAZ, 2001), esse problema é alimentado por se tratar de uma região que recebe pouca massa de ar úmido.

O uso de água sem fiscalização é outro grande problema que nosso país sofre, diante de lixos que são descartados diariamente em rios e lagos por produtores da agricultura e pelas indústrias, vem poluindo cada vez mais nossa água doce e deixando ela sem aproveitamento. May (2004) afirma que os sistemas de coleta e aproveitamento de água de chuva vem de muito tempo atrás. O setor da construção civil gera muito gasto com água, desde a construção de uma residência até a habitação de pessoas, que irá consumir e utilizar água diariamente para fazer as necessidades básicas. Embora a água que chega nas torneiras das casas não ser uma água pura, e apresentar algumas substâncias, ela deve ser totalmente preservada para melhor aproveitamento da mesma. Logo a construção civil pode ter uma detenção das águas de chuva coletando das coberturas das construções, esse conceito mostra uma alternativa plausível para satisfazer demandas mais restritas,

liberando a água de boa qualidade para fins mais nobre dentro de casa, é a água de qualidade inferior para uso menos restritivo, uma lavada de carro, ou mesmo uma descarga no vaso sanitário, com isso a população ajuda no combate ao desperdício.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Diante da escassez da água, é fundamental que tenhamos uma maneira de poupar água potável, uma maneira seria aproveitar a água da chuva. É importante a população poupar recursos hídricos, para que não venha faltar nas gerações futuras, diante desses estudos, uma alternativa seria reservar a água da chuva para fins não potáveis, onde seria mais fácil as tarefas de casa com o intuito de deixar a água potável para utilização mais específicas.

A viabilidade da execução dos sistemas de aproveitamento de água de chuva possibilita além do uso da água de chuva, um recurso prontamente disponível pela natureza, excluindo os custos relacionados ao tratamento e adequação da água pela empresa local, como também proverá a demanda por serviços de instalação e manutenção de tais sistemas, com a geração de emprego e renda na região.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo verificar a economia de água potável obtido através de um sistema de captação de águas pluviais para fins não potáveis em uma residência, localizada em Anápolis-GO.

### 1.2.2 Objetivo específicos

- Projetar um sistema de aproveitamento de águas pluviais;
- Analisar do sistema de reaproveitamento de águas pluviais;
- Comparativo do consumo final de água entre modelo proposto e o modelo convencional;



### 1.3 METODOLOGIA

O trabalho será elaborado por meio de estudos bibliográfico, relacionando autores importante dessa área, além de apresentar uma facilidade de execução que proporciona uma economia da água da concessionária. Através de livros e artigos obtidos, foi realizado um comparativo em relação ao desperdício da água, mostrando uma maneira de poupar gastos da água potável.

Foi realizado um estudo em uma residência para mostrar os gastos de água antes e depois do projeto de poupar água para fins não potáveis.

### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Diante do primeiro capítulo que se refere a introdução do assunto abordado nesse estudo de caso de maneira geral, tal como os objetivos gerais e específicos desse trabalho e a motivação que levou para a elaboração, contendo nesse trabalho a quantidade de 6 capítulos.

Capítulo 2 é abordado sobre a importancia da água em nossas vidas.

Capítulo 3 é apresentada a escassez e o desperdício da água.

Capítulo 4 fala sobre o aproveitamento da água da chuva, dando todo detalhamento do tratamento dessa água.

Capítulo 5 relata como é um reservatório de água da chuva.

Capítulo 6 mostra como a água da chuva pode ser aproveitada para fins não potáveis.

Capítulo 7 é apresentação de como deve estar a qualidade da água da chuva.

Capítulo 8 desenvolvimento do estudo de uma residência utilizando o sistema.

Por fim, são listadas as referências bibliográficas.

Todos os respectivos projetos utilizados para elaboração desse projeto.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 IMPORTÂNCIA DA ÁGUA

A água possui uma grande importância no nosso dia-a-dia, sendo na geração de energia elétrica, abastecendo residências, consumo diário do ser humano, produção de alimentos, limpeza e abastecimento de cidades, construção civil e muito mais. A entrada de água no ciclo hidrológico é feita fundamentalmente pela água da chuva. Quando chove uma parte infiltra no solo, um pouco evapora ou é transpirada por plantas e outra parte escorre pelos rios que pode ser usada de diversas maneiras até chegar no mar, onde irá evaporar e reiniciar seu ciclo novamente (MMA, 2008).

A água é um dos principais recursos naturais para a sobrevivência dos seres humanos e de todas espécies de animais. 70% da superfície terrestre é constituída de água salgada sendo apenas 2,5% de água doce, e desses 2,5% de água doce está situado em forma de água subterrânea de difícil acesso. O ciclo hidrológico faz com que esse volume de água permaneça sempre ele tornando-se assim um recurso natural mais abundante no mundo (SAVEH, 2016).

Além de ser um solvente universal, a água compõe cerca de 70% do nosso corpo e regula nossa temperatura corporal, dessa forma devemos nos atentar ao consumo de água de boa qualidade pois a água pode ser misturar com poluentes como bactérias, fungos e outros, sendo assim a água pode ser saudável ao nosso corpo ou nociva. Durante o período de poucas chuvas o problema de contaminação de agrava mais pois além da contaminação nas beiras dos rios uma menor quantidade de água em seu leito dificulta a dissolução de poluentes. Os maiores problemas de poluição em nossos rios estão relacionados a desmatamento, atividades agropecuárias (MARIN-MORALES et al., 2016)

Atualmente os seres humanos encontram sempre novos usos para água e isso cresce de forma descontrolada, sem dar importância a qualidade da água e as consequências ao meio ambiente, atualmente estamos ameaçados por uma crise hídrica em nosso país que pode ser uma das maiores crises de todos os tempos em nosso mundo (BACCI e PATACA, 2008).

Apesar de ser um dos recursos mais quantitativos no nosso planeta um sexto da população mundial não tem acesso a água potável (estimativa de 2013, 7 bilhões

população mundial e cerca de 6 mil pessoas morrem diariamente devido a doenças causadas devido ao uso e consumo de água inapropriada, e segundo a ONU se o atual nível de consumo de água persistir, duas em cada três pessoas no mundo todo sofrerá de escassez moderada ou grave de água.

A Tabela 1 demonstra sobre a disponibilidade hídrica no Brasil, bacias do Brasil e população.

**Tabela 1. Disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas brasileiras (Setti et al. 2000).**

Bacias Hidrográficas	População 1996		Disponibilidade hídrica		
	milhões	%	km³/ano	%	per capita (mil m³/hab.ano)
Amazônica	6,7	4	4200	73	629
Tocantins	3,5	2	372	6	106
Atlântico Norte - Nordeste	31,3	20	285	5	9
São Francisco	11,7	7	90	2	8
Atlântico Leste	35,9	23	137	2	4
Paraguai *	1,8	1	41	1	22
Paraná*	49,9	32	347	6	7
Uruguai	3,8	2	131	2	34
Atlântico Sudeste	12,4	8	136	2	11
<b>Brasil</b>	<b>157</b>	<b>100</b>	<b>5750</b>	<b>100</b>	<b>37</b>

Fonte: SIH/ANEEL, 1998.

A água está relacionada em nossa vida de uma forma tão grande que reflete até em nossa renda e no desenvolvimento do país. Na Europa uma pessoa gasta em média 150 litros de água por dia e um Indiano consome 25 litros, a ONU aponta que 40 litros de água por dia já é o bastante para um ser humano (ONU, 2018).

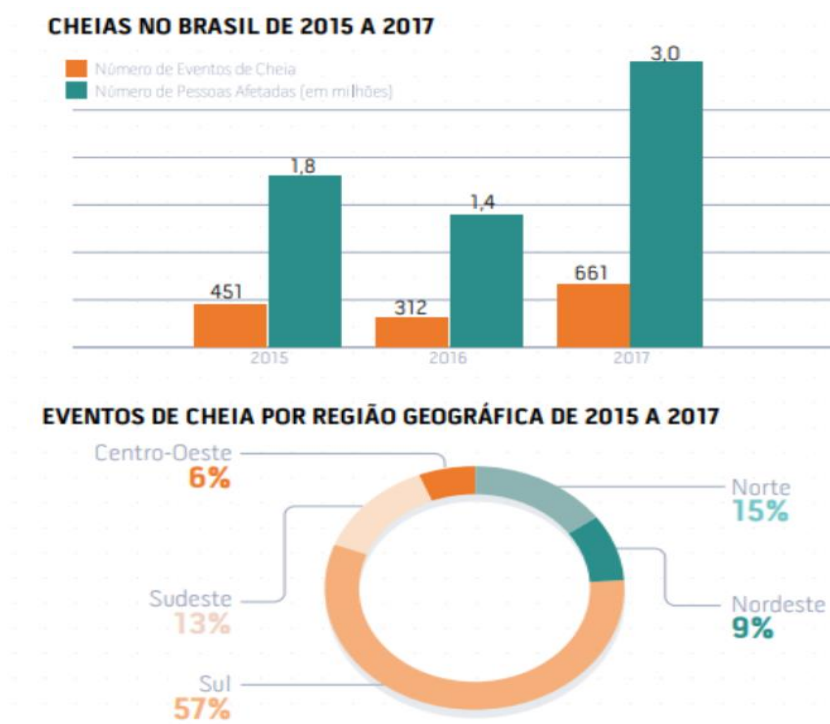
A principal energia que é gerada no país, cerca de 62% vem das usinas hidrelétricas, e mesmo com um cenário futuro não muito animador sobre os recursos hídricos, as usinas hidrelétricas continuará entregando cerca de 57% da energia consumida no Brasil. A maior parte da água destinada ao consumo no Brasil é usada na agricultura que é responsável por 8,4% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, apenas 20% da área de terras irrigáveis no nosso país não usam água para a produção (ONU, 2016).

A quantidade elevada de chuvas atualmente também é um risco a população devido ao desmatamento desregulado, Lixos descartados irregularmente e casas construídas em lugares inapropriados. Por conta das cheias devido à grande quantidade de chuva, no período de 2003 a 2017 pelo menos 2.680 decretaram emergência ou estado

de calamidade pública, um número bastante elevado visto que nosso território possui 5.570 municípios. Dos 2.680 municípios afetados 2.375 (89%) se encontram na região Nordeste, Sudeste e Sul (ANA, 2018).

Alagamentos, enxurradas e inundações afetaram 3 milhões de pessoas em 2017 no Brasil, onde a maior parte se encontra na região sul do país (S2ID, 2017). O Gráfico 1 demonstra as cheias no Brasil de 2015 a 2017.

**Gráfico 1. Eventos de cheia no Brasil por região de 2015 a 2017.**



Fonte: S2ID, 2017.

## 2.2 ESCASSEZ E DESPERDÍCIO

A crise da água pode ser por vários fatores, como, por exemplo, a falta de investimento em infraestrutura hídrica, desmatamento e a poluição do planeta que desregula o ciclo hidrológico levando a alteração das chuvas anuais que por sua vez interferem nas vazões dos rios e nos níveis de reservatório que abaixam, isso tudo leva a má distribuição da água em nosso país (ANA, 2015).

Mesmo abrigando um quinto das reservas hídricas do mundo, no Brasil quase a metade da população não possui rede de esgoto (48,6% da população) e as residências que têm seus rejeitos tratados são apenas 39%. Na América latina é estimado que cerca

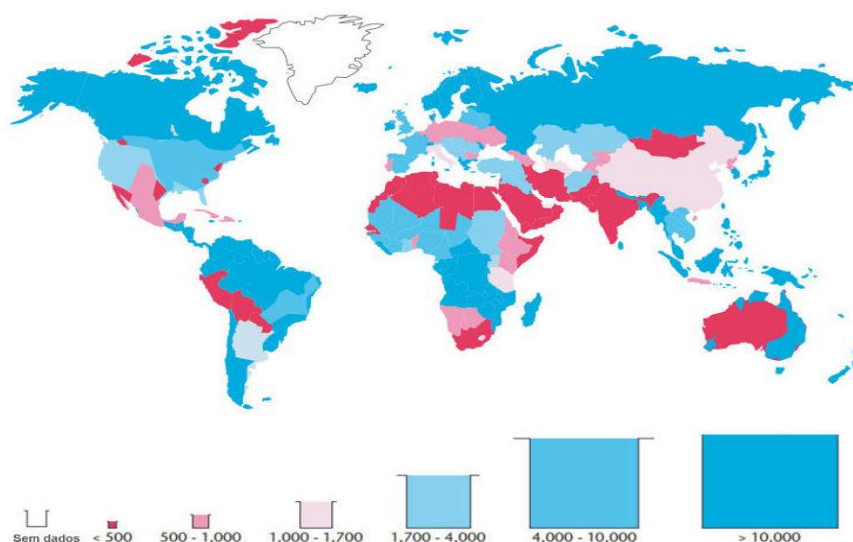
de 100 milhões de pessoas não possuem acesso a saneamento básico e 70 milhões não obtém água encanada (ONU BRASIL, 2018).

Podemos observar que o Brasil tem uma boa disponibilidade comparando com os outros países do mundo além de possuir um dos maiores reservatórios subterrâneos de água no mundo: O Aquífero Guarani, superfície de 1,2 milhões de km<sup>2</sup>, localizado em 4 países (Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai) no Brasil ele está localizado nos estados de Mato grosso, Goiás, Minas Gerais, Santa Catarina, São Paulo, Paraná e Rio grande do Sul (ANA, 2010).

Visando fornecer dados mais preciso sobre a qualidade da água no mundo o Programa Hidrológico Internacional (PHI) das Organização das Nações Unidas para a educação, e Ciência e Cultura (UNESCO), lançou um portal que fala sobre a qualidade da água doce no mundo em escala global, o sistema utiliza dados de sensoriamento remoto. O site fornecera dados sobre 7 bacias e os recursos hídricos serão analisados sobre todo o planeta, no Brasil os reservatórios de Itaipu e Bacia do Paraná serão monitorados (ONU BRASIL, 2018).

A Figura 1 mostra o índice de disponibilidade de água per capita (m<sup>3</sup>, por ano) em todo o mundo.

**Figura 1. Índice de disponibilidade de água per capita (m<sup>3</sup>, por ano).**



Fonte: (Revenga, C., 2000) em UN Water, 2006.

Algumas regiões do Brasil sofrem uma ameaça hídrica mesmo possuindo esse recurso em abundância no nosso país (MMA, 2008), O Brasil é o 5º país com maior

população do mundo com cerca de 190 milhões de habitantes (IBGE, 2010) e também o 5º com maior extensão no planeta com uma área de aproximadamente 8.514.876 km<sup>2</sup> (IBGE, 2013). Por ser um país de grande extensão algumas regiões no Brasil sofrem com a falta de água, o desperdício e o crescente consumo e necessidades de água para diversas atividades ocasionam na falta desse recurso (MMA,2008).

A Figura 2 mostra as perdas na distribuição de água, um efeito que ocorre frequentemente nas cidades do Brasil.

**Figura 2. Perdas na distribuição de água.**

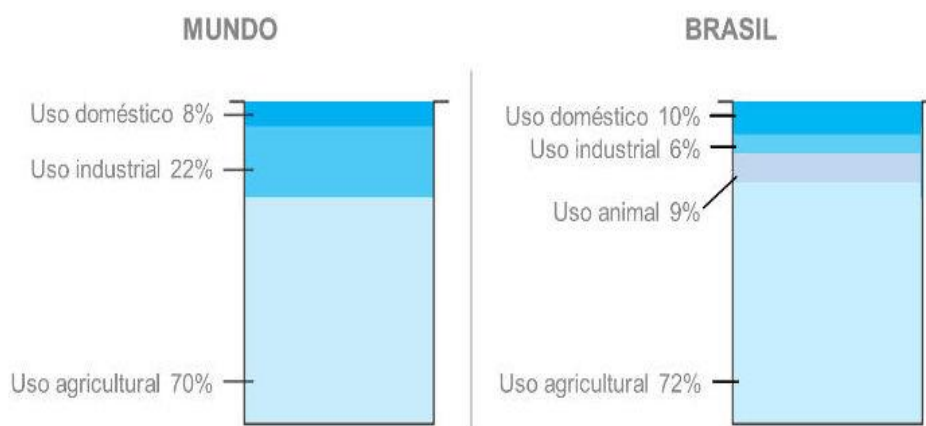


Fonte: ONU Brasil, 2018.

Vários são os motivos pelo qual devemos economizar água, de acordo com dados da ONU 3 em cada 4 empregos dependem da disponibilidade de água para o ofício e sendo assim estão em risco quanto a casos de escassez de água. Caso ocorra uma grande escassez de água obrigaria empresas a comprarem água de fontes mais caras ou resultaria a captação de água de fontes com maiores custos de tratamentos da água captada. Evitar gastos excessivos e gerenciar melhor o uso da água seja pela própria empresa ou cidades ao entorno resultaria em vários benefícios a todos como a economia de recursos financeiros, melhor visibilidade pública da empresa e a redução do impacto da fábrica no meio ambiente (SAVEH, 2016).

Quanto a distribuição cerca de 70% é destinada e consumida pela agricultura, o setor industrial consome 22% e 8% são usados em tarefas domésticas (MMA,2005). A Figura 3 mostra o uso do mundo e do Brasil no consumo de água.

**Figura 3. Brasil: Agência Nacional de Águas.**



Fontes: UNESCO, 2003.

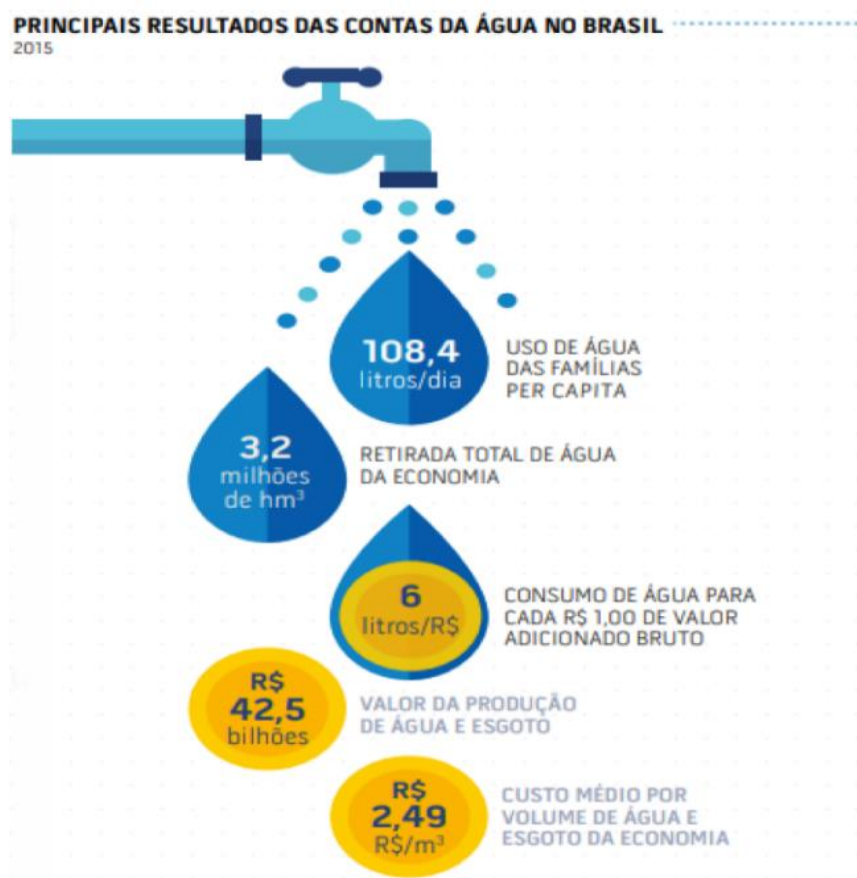
Em 2016 o Brasil teve uma perda de 23% a mais que os países desenvolvidos no mundo que tiveram em média 15%, apenas em 2016 a perda de água foi maior que no período de 2012 a 2015 gerando uma perda financeira que chegou a 10 bilhões de reais, as causas desse desperdício foram por roubos, vazamentos em tubulações, fraudes e fraudes. Nos últimos anos foram poucos os avanços para evitar a perda de água no Brasil (SNIS, 2016).

Um cenário otimista no futuro seria que em 2033 a perda de água em nosso país chegasse a 15% com um ganho bruto de R\$75,2 bilhões e com uma redução de 61% em perdas hídricas. Em uma perspectiva neutra quanto a perda, nossas perdas chegariam a 20%, faturando R\$59,2 bilhões em 2033. Na perspectiva menos animadora nossa perda hídrica cairia de 35% para 25% ocasionando um ganho de R\$43,2 bilhões de reais (SNIS, 2016).

A escassez de água podemos dizer que é um problema antigo, atual e futuro seguindo na maneira como a usamos, muito disso se deve ao seu desperdício, poluição e depreciação dos mananciais e o crescimento acelerado da população mundial. A atual situação sobre a poluição em todo nosso planeta também reflete nas mudanças climáticas interferindo diretamente na precipitação de chuva anualmente e causando alterações climáticas em todo planeta (ONU, 2018).

A seguir na Figura 4 são apresentados os resultados das contas da água no Brasil.

Figura 4. Resultados das contas da água no Brasil.



Fonte: CEAA, 2015.

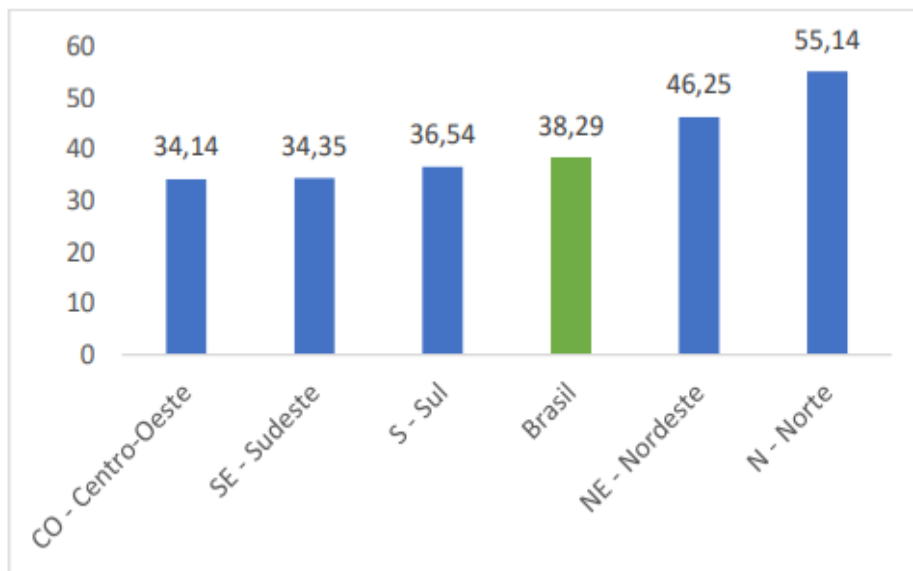
De acordo com o instituto Trata Brasil no norte do país 57,49% da população possui água tratada, mas seu desperdício chega a 55,14% de água potável. A região nordeste 73,25% da população é abastecida com água tratada, porem seu desperdício chega a 46,25% de toda essa água tratada. O maior índice de abastecimento de água no Brasil é da região sudeste, o número chega a 91,25% da população com água tratada em suas residências, e a perda de água antes de chegar em suas casas é de 34,35%. Analisando a região sul a taxa de abastecimento é de 89,68% e a perda chega a 36,54%. No Centro-Oeste 90,13% da população possui água tratada, e antes de chegar a residências possui uma perca de água de 34,14%. Analisando os números de perca de água no país podemos ver o quanto de água que é desperdiçado, a média de desperdiço nacional chega a incríveis 38,29% (TRATA BRASIL, 2018).

O Gráfico 2 apresenta o Ranking de perdas de água por regiões, relatando um desperdício pelo Brasil todo. A região Norte lidera essa ranking deixando um elevada taxa de desperdício, já a região do Centro-Oeste na qual estamos localizada tem uma



baixa perda de água. Diante desses fatos veremos que o Brasil existe bastante desequilíbrio por região.

**Gráfico 2. Perdas na distribuição de água no Brasil.**



Fonte: TRATABRASIL (SNIS), 2018.

### 2.3 REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

O ato de se reaproveitar água da chuva já é uma realidade para 1,3% da população mundial de acordo com a UNICEF, 76 milhões de pessoas atualmente dependem da água da chuva e é usada principalmente para uso doméstico e jardinagem, ao usar água das chuvas para essas atividades a água potável para consumo é poupada (HEIJNEN, 2012). Existem substâncias na atmosfera que contaminam as águas das chuvas por isso ela não é recomendável para o consumo de pessoas, quando o combustível é queimado libera substâncias tóxicas que contaminam a água da chuva. Mesmo em cidades pequenas longe dos grandes centros urbanos, o ar pode conter substâncias que irão contaminar a água que cai com a chuva (HAYRTON, 2019).

Com o tratamento adequado o reaproveitamento da água da chuva é uma prática ecologicamente muito benéfica ao nosso planeta. A água captada das chuvas pode ser utilizada para lavar automóveis, calçadas e pisos, irrigar áreas verdes, dar descarga em vaso sanitário e lavar roupas. A captação da água da chuva é muito importante, algumas residências chegam a economizar 50% do seu consumo total de água, isso favorece

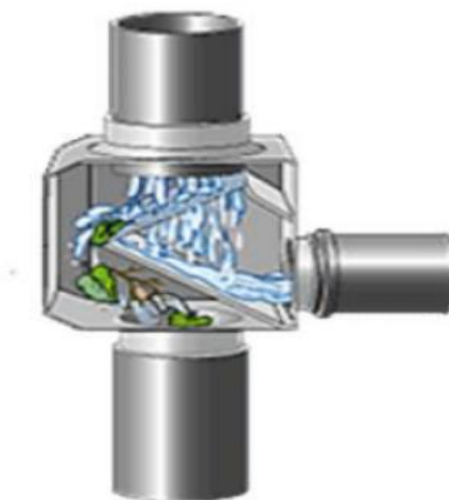
também indústrias, shoppings e hipermercado que possuem uma extensa área que favorece na captação de águas pluviais (HAYRTON, 2019).

No Brasil, a população do interior é a que mais faz uso do sistema de captação de águas pluviais, em alguns outros países esse método também é crucial como na Etiópia, Austrália, China e outros. No nordeste brasileiro possui pouco investimento público e poucas famílias têm acesso a água potável. Algumas regiões do Brasil possuem legislações sobre o uso de água coletada das chuvas, por exemplo, nos municípios de São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba e nos estados de Goiás, Maranhão, Paraná e outros (ROSSE et al., 2019).

Deve-se tomar vários cuidados com o sistema de captação de águas pluviais, o telhado e as calhas devem ser limpos periodicamente para retirar sujeiras como galhos de árvores e folhas que podem comprometer na prática de reaproveitamento de água pluvial (OMS, 2011).

A Figura 5 apresenta um filtro de limpeza para água que desce do telhado e passa pela calha e desce pelo tubo, a água que é recolhida do telhado trás com ela sujeira como folha e pedaços de galhos que com esse sistema é separada a água desses dejetos fazendo com que os resíduos grosseiros sejam eliminados.

**Figura 5. Tubo de limpeza.**



Fonte: GRAFWATER, 2008.

A técnica de reaproveitamento de água já é uma prática antiga, alguns relatos mostram que na Grécia e Palestina já utilizavam a 4000 mil anos atrás o reaproveitamento de água pluvial UNEP 2000 (apud CORDOVA, 2009). Os governos devem incluir em

suas políticas uma melhor gestão dos recursos hídricos, para que o reaproveitamento da água da chuva seja feito de uma maneira mais eficaz e segura para garantir o bem-estar das famílias. Empresas do ramo, governos e ONGs podem promover a população mais informações sobre o assunto sobre a gestão de recursos hídricos para que mais pessoas possam ter conhecimento sobre o assunto e ser beneficiadas (HEIJNEN, 2012).

Atualmente no estado de Goiás várias cidades já enfrentam o racionamento de água no período de seca, como por exemplo, Ouro Verde, Nerópolis, Inhumas, Damolândia, Itauçu e Brazabrantes. Todas essas cidades são abastecidas pela bacia do Rio Meia Ponte. Devido a orientação do governo para a economia de água, a medida de racionamento é aplicada somente no período de estiagem (GOVERNO DE GOIÁS, 2019).

No estado de São Paulo constataram que em 4 cidades que foi realizado o procedimento de reaproveitamento de água pluvial, foi constatado que foi economizado no mês uma média de 39,4% de água potável Ortiz et al. (2009) (apud Nascimento et al., 2016).

### **2.3.1 Reaproveitamento de água no Brasil**

Atualmente 11 milhões de pessoas vivem no Brasil em cidades onde não há acesso a água através da rede pública de abastecimento, isso mostra a enorme carência nos setores de saneamento e abastecimento de água tratada no Brasil (MMA, 2019). O Brasil sendo um país muito grande em relação aos outros poderia potencializar o reaproveitamento de água através das várias escolas, shoppings e indústrias que o país possui, isso seria bastante favorável pois esses lugares possuem grandes telhados com boa capacidade de captação. Nos dias atuais no Brasil já existe a Associação Brasileira de Manejo e captação da água da chuva (ACBMAC) que divulga pesquisas e estudos além de reunir equipamentos, instrumentos e vários outros serviços do assunto (ACBMAC, 2007).

Em Santa Catarina, na cidade de Blumenau, um hotel instalou um sistema de reaproveitamento de água pluvial com uma área de captação ou área de cobertura com cerca de 569.50m<sup>2</sup>, a cisterna possui um volume de 16.000 litros e a estimativa anual de economia de água potável foi de 684.000 litros (BELLA CALHA, 2007).

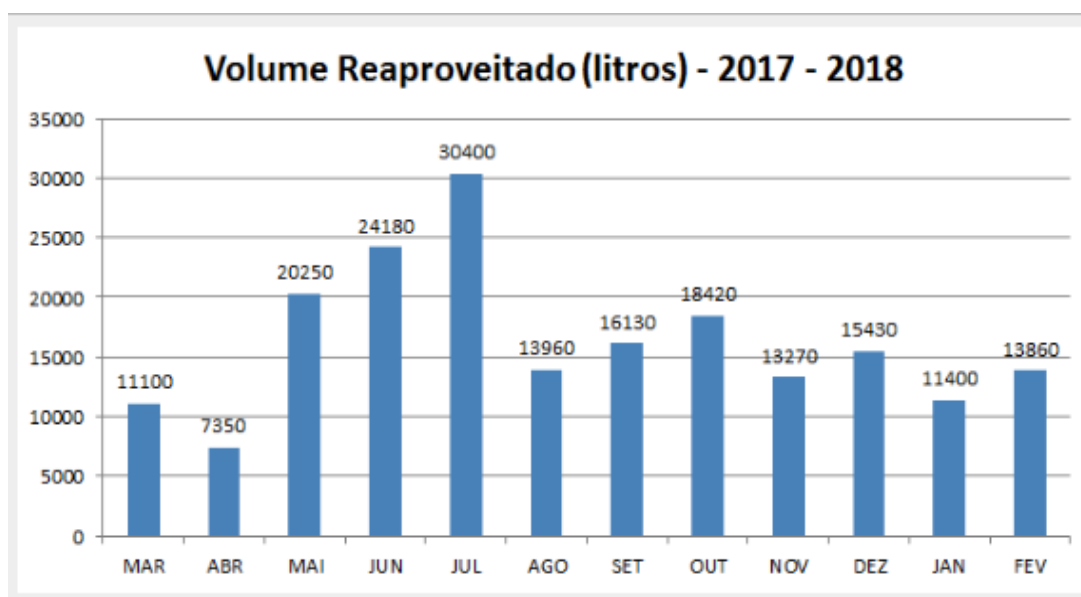
O Brasil além de enfrentar o problema de ainda não possuir em grande quantidade sistemas de reaproveitamento de água, de acordo com o instituto Trata Brasil o país possui um enorme consumo diário de água por habitante que chega a 153,6 litros por habitante dia, sendo que o recomendado para atender todas as necessidades de uma pessoa por dia é de 110 litros. A população do país consome uma grande quantidade a mais do que a recomendada e isso é um grande problema já que o país enfrenta escassez de água em várias regiões e poucas pessoas fazem a reutilização de água. No estado do Rio de Janeiro a situação se complica um pouco mais pois são usados cerca de 248,3 litros/dia por habitante, mais que o dobro recomendado e que poderia facilmente atender duas pessoas diariamente (TRATA BRASIL, 2018)

No dia 31 de outubro de 2017, o Diário Oficial da União publicou a lei nº 13.501/2017, que acrescentou um objetivo a Política Nacional dos Recursos Hídricos. A nova medida, a Lei nº 9.433/97, conhecida como lei das águas, passou a ter o objetivo: incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais (ANA, 2017).

Em FURNAS, subestação de Jacarepaguá no Rio de Janeiro adotou um sistema de reaproveitamento de água da chuva e a água que era descartada de seus aparelhos de ar-condicionado, a água capitada é usada em suas instalações para uso não potável. Com isso tem um melhor aproveitamento da água potável fazendo com que essa tenha um uso melhor, deixando assim a água de reaproveitamento para usos que não há necessidades de desperdício da água potável. Com isso o consumo econômico gerado beneficia FURNAS para esse dinheiro possa ser utilizado de maneira melhor, trazendo benefícios para o mesmo (CEBDS, 2018).

A Gráfico 3 abaixo mostra a economia de água no período de março de 2017 a fevereiro de 2018, onde foi economizado cerca de 200 mil litros de água em FURNAS, como mostra a figura abaixo, dando todo o parecer de que o sistema tem um aproveitamento eficiente trazendo um ótimo benefícios para economia de água potável, poupando para uso mais específicos.

**Gráfico 3. Volume reaproveitado em FURNAS, Subestação de Jacarepaguá.**



Fonte: CEBDS, 2018.

O projeto implementado foi de baixo custo onde possui duas caixas de 500 litros para a captação da água dos aparelhos de ar condicionado e águas pluviais, o sistema abastece banheiro, torneiras e outros. A Subestação serve de exemplo para outras empresas e incentivam outras empresas a fazerem o mesmo (CEBDS, 2018).

O Brasil possui uma extração de águas de poços (17,580 Mm<sup>3</sup>/ano), essa quantidade é suficiente para abastecer a população de todo o país por 1ano. De acordo com o instituto Trata Brasil cerca de 5.570 municípios do Brasil são abastecidos por águas subterrâneas e existem mais de 2,5 milhões poços tubulares pelo país, onde 88% dos poços são irregulares. No Brasil os gastos em poços tubulares chegam a R\$75 milhões, esse valor equivale a 6,5 anos de investimentos em águas e esgotos no Brasil. 18% da água subterrânea é usada no abastecimento urbano (TRATA BRASIL, 2018).

Os esgotos que chegam no subsolo do país chegam a 4.329 Mm<sup>3</sup> por ano, e quando é analisado os aquíferos e águas subterrâneas do estado de São Paulo, o número de áreas e aquíferos contaminados chega a 6 mil (TRATA BRASIL, 2018).

No ano de 2017 a lei das águas (Lei n° 9.433/97) completou 20 anos. Este instrumento que que instrui a gestão dos recursos hídricos considera a água um recurso natural limitado de valor econômico e é um bem do domínio público. A Lei n° 9.433/97 também estabelece que em casos de escassez a prioridade no uso da água é para consumo humano e para matar a sede de animais (ANA, 2017).

## 2.4 PRINCÍPIO BÁSICO DE COMO FUNCIONA UM RESERVATÓRIO

Em primeiro lugar o reservatório tem como objetivo de armazenar a água que escoar no percurso, porém a finalidade deste armazenamento pode haver distintos para beneficiar a população como uma forma de polpa água potável, e utilizar para fins de tarefas que não precise de água potável (C&C, 2014).

Quase sempre o interesse na construção de um reservatório é de caráter público social, já que geralmente os benefícios estendem-se para uma parcela de cidadãos, quando não para todos de uma nação, como é o caso da geração de energia alimentando um sistema de transmissão que interliga todas as suas regiões (C&C, 2014).

Os reservatórios podem ser classificados por suas características físicas ou construtivas, tais como capacidade de armazenamento, altura do barramento e tempo de residência médio de uma parcela de água no seu interior (CGA, 2015).

Normalmente a água da chuva passa pelas calhas e é levada a um filtro, que faz a limpeza da água tirando todos os dejetos como folhas e resíduos que são levadas para o reservatório. Nesse contém um dispositivo para quando o reservatório estiver em sua capacidade máxima automaticamente um cifrão é ligado fazendo com que não entre em excesso (C&C, 2014).

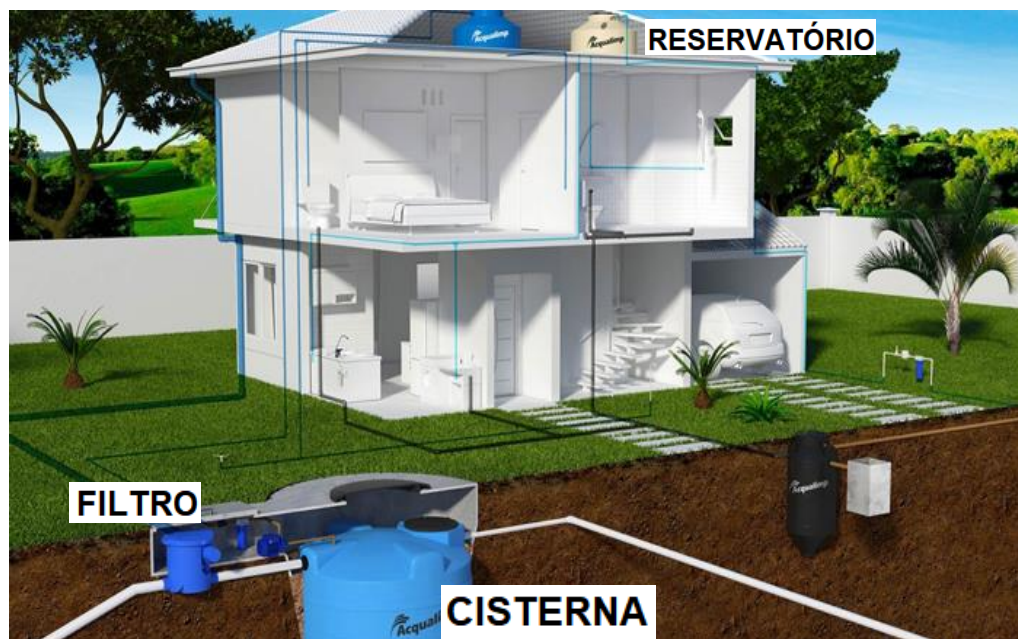
Essa água captada pode ter finalidades como descargas de banheiros, regadores de jardim, lavagem de carros ou pisos, dentre outras finalidades. Um alerta bastante importante em relação a essa água, pois pode parecer potável, porém ela carrega partículas de poeiras, fuligem, nitrato, sulfato dentre outras impurezas. Por esses aspectos essa água é totalmente voltada para uso domésticos, tarefas mais simples dentro de uma residência, a Figura 6 ilustra como é composto esse projeto e um breve detalhamento sobre o seu funcionamento (C&C, 2014).

A seguir veremos a lista de todos os materiais para um bom aproveitamento desse sistema:

- **Filtro de Água da Chuva:** é responsável pela filtragem da água e direcionar a quantidade que irá para a cisterna enviando o excedente para a galeria pluvial.
- **Cisterna:** componente responsável pelo armazenamento da água coletada da chuva.
- **Sifão Ladrão:** tem como finalidade impedir que a cisterna transborde, além de barrar a passagem de pequenos animais para dentro da cisterna.

- **Freio D'água:** faz a redução da velocidade da água que entra na cisterna e evita o revolvimento das partículas finas decantadas no reservatório.

**Figura 6: detalhamento e funcionamento da instalação.**



Fonte: C&C, 2014.

O funcionamento acontece da seguinte forma, primeiramente a água da chuva é captada pelo telhado da residência. Logo em seguida essa água passa por um filtro grosseiro na qual é separada toda água dos restos de galhos e folhas, levando assim uma água mais limpa para o filtro. Na passagem do filtro essa água recebe um tratamento na qual faz a filtragem melhor, retirando assim a coloração de barro, é todos resíduos possíveis para assim chegar no reservatório. Essa água tem um tratamento somente para retirada de barro e sujeiras, essa ainda continua sem condições para fins potáveis, levando em conta apenas para o uso não potáveis, levando ela para o uso de vaso sanitário, irrigação de jardim e lavagem de carro.

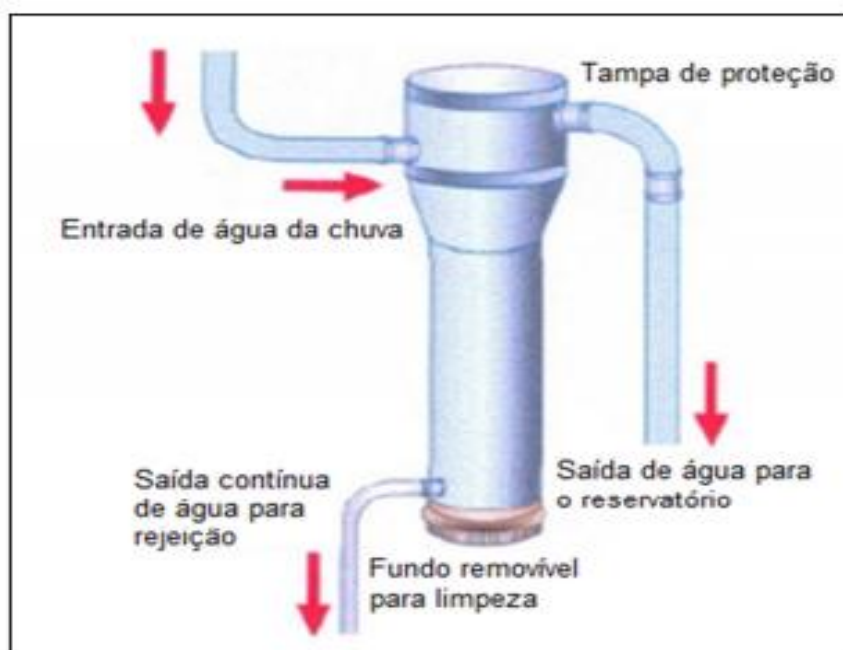
#### **2.4.1 Calhas e condutores verticais**

As calhas e os condutores verticais têm a importância de conduzir a água precipitada na superfície de captação até o dispositivo de descarte da primeira chuva (HAGEMANN, 2009).

Em algumas épocas do ano ocorrem períodos extensos sem precipitações, de forma que proporcionam um acúmulo de sujeira nos telhados. Quando chove, junto com a água escoam toda a sujeira contida na superfície. Por esse motivo, aconselha-se descartar as águas iniciais, para que essas impurezas menores não fiquem contidas no sistema de captação (FLESCHE, 2011).

A Figura 7 apresenta um sistema básico de descarte de escoamento inicial.

**Figura 7 – Dispositivo de rejeição da água de limpeza do telhado.**



Fonte: May (2004, p. 52).

Conforme Texas Water Development Board (2005), o cobre não pode ser utilizado como material de tubulação no sistema de aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis e para telhados que sejam lavados periodicamente, grades de retenção de sólidos grosseiros e bueiros são suficientes.

Caso a água da chuva seja utilizada para fins potáveis, é necessária a realização de tratamento mais detalhado, no qual tem que passar por um processo mais completo para a filtragem da água. É necessário passar por um filtro de areia ou carvão ativado. A água deve ainda passar por uma etapa de desinfecção para tirar todas as impurezas químicas presente na água, podendo assim levar a água para a torneira da casa podendo usar de forma potável, seja ela para lavar um alimento, tomar um banho ou até mesmo para preparo de comida. Outra forma de tratamento com alta eficiência e alto custo é



através de membrana composta por Ozônio (O<sub>3</sub>) e desinfecção com cloro (FLESCHE, 2011).

#### 2.4.2 Remoção de sólidos grosseiros

Em um sistema de captação da água de chuva é necessário um dispositivo que faça a separação de sólidos grosseiros. É bastante comum no telhado das residências a presença de folhas, pedaços de madeira de árvores, e dejetos de animais e insetos. Ao acumular no período da seca, eles são lavados na chuva afetando a qualidade da água a ser resgatada para o reservatório. Além disso, pode ocorrer o processo de obstruir para o dispositivo de transporte de água, prejudicando a eficiência de captação (ANECCHINI, 2005).

Para um bom funcionamento desse projeto, devemos sempre tomar os cuidados básicos, evitando o acúmulo de sujeiras nos telhados e calhas. Uma boa alternativa para a retirada de sólidos grosseiros é a colocação de grades, Figura 8, isso dá uma amenizada na sujeira presente nos telhados, fazendo com que essa sujeira fique retida, liberando somente a passagem da água para assim ser levada com menos sujeira para o reservatório, dando uma limpeza maior para a água (LEROYMERLIN, 2011).

**Figura 8. Dispositivo para remoção de sólidos grosseiros**



Fonte: LEROYMERLIN, 2011

Os dispositivos para a remoção de sólidos grosseiros são compostos por grades e filtros. O projetista dimensiona o dispositivo de acordo com as necessidades de cada caso, tendo que analisar o clima, vegetação e local. Já o material mais comum para esse serviço são o aço galvanizado, PVC, e tela de arame. Também podendo haver filtros para retenção de pequenos vestígios que contamina a água, fazendo assim o descarte de sujeira (LEROYMERLIN, 2011).

Na norma NBR 15527/07 recomenda inspeção mensal e limpeza desse reservatório, para manter um bom funcionamento, é melhorar a coleta da água da chuva.

### **2.4.3 Tratamento da água**

Após o descarte, a água presente nas calhas contém muitas substâncias que vem com a sujeira. Diante disso a utilização de dispositivos para a filtragem é fundamental, fazendo a retirada das impurezas, deixando a água pronta para a utilização (TEKHOUSE, 2009).

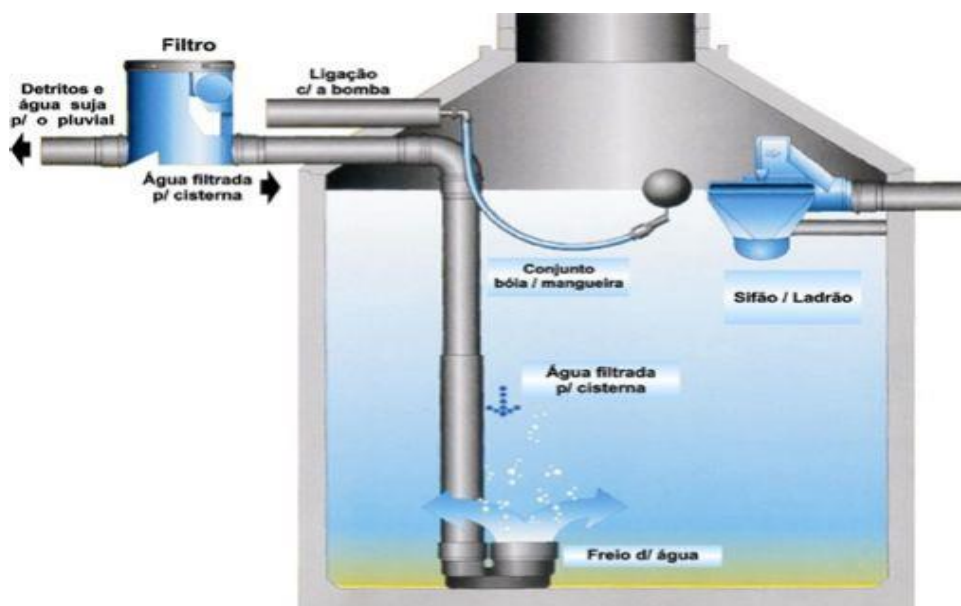
Segundo Texas Water Development Board (2005), o sistema de aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis e para telhados que sejam lavados periodicamente, grades de retenção de sólidos grosseiros e bueiros são suficientes.

No tratamento da água da chuva o filtro é um dos principais elementos para se ter um ótimo aspecto da água, é nessa tecnologia autolimpante que será descartada todas as impurezas presentes. O filtro será capaz de deixar a água com uma coloração mais transparente, pois nele ficara todo o barro trazido pela água com a lavagem dos telhados (TEKHOUSE, 2009).

No entanto se a água coletada for para fins potáveis é necessária a realização de tratamento mais elaborado, tendo em vista uma desinfecção, normalmente realizada a cloração da água ou mesmo uma fervura para retirada de todas as substâncias presente, nesse caso só é recomendado para fins importante, pois o seu custo é bastante elevado e requer uma manutenção mais detalhada no sistema (DIGIMED,2017).

Uma boa explicação desse sistema pode ser esclarecida na Figura 9, onde mostra com detalhes como o percurso da água é feita, desde a passagem pelo filtro, passando pelo freio d'água até a chegada na cisterna, onde será armazenada já com uma qualidade bem melhor com relação a coleta feita pelos telhados da residência (TEKHOUSE, 2009).

Figura 9: Passagem da água até a chegada na cisterna.



Fonte: TEKHOUSE, 2009.

## 2.5 RESERVATÓRIO COMO ALTERNATIVA PARA APROVEITAMENTO DA ÁGUA PROVENIENTE DE CHUVAS

Algibe é uma cisterna que serve como reservatório que captura a água, e armazena para uso doméstico geral, que é um sistema de aproveitamento da água da chuva com economia de água potável para usos restritos no ambiente doméstico. O uso de cisternas é eficaz alternando quando o assunto é economia de água e elas são disponíveis em diversos modelos tamanhos e formatos, podendo ser instaladas em casas, condomínios e apartamentos (ECYCLE, 2018).

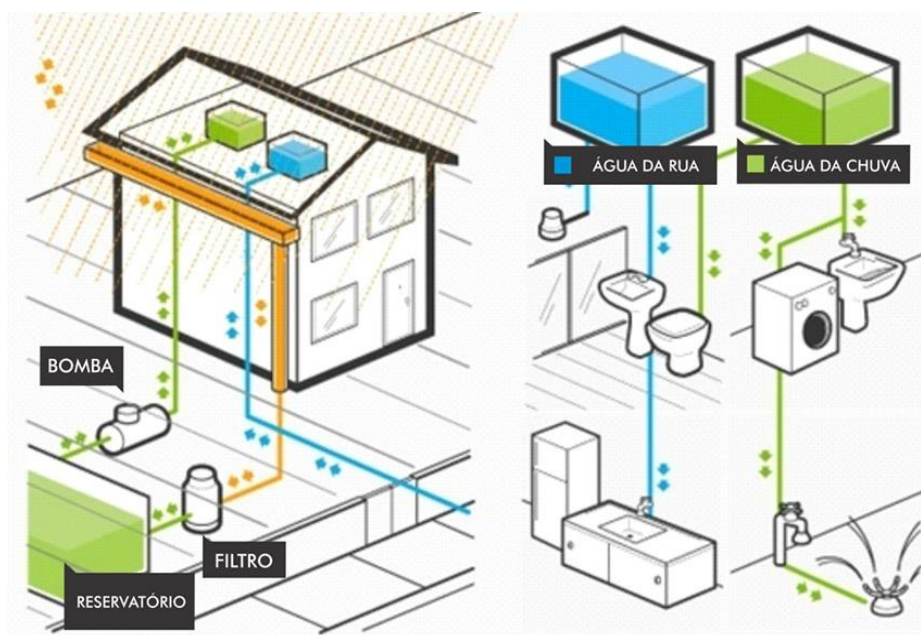
A cisterna é formada por os seguintes pontos: a água da chuva é levada pelas calhas da telha para um filtro, que eliminará todas impurezas presente na água, como folhas, plásticos e outros dejetos. Um freio presente nesse sistema impede a entrada de dejetos sujos, como materiais sólidos presente na água suja de impurezas (ECYCLE, 2018).

Por se tratar da água da chuva, é captura dessa água não é considerada potável, ou seja, pode conter partículas de poeira, barro, fuligem, ou até mesmo algumas substâncias químicas de perigo ao ser humano. Essas atividades têm como objetivo realizar as tarefas domésticas que mais gasta água, que não necessita de água potável para

a realização de atividades, como por exemplo lavar a calçada, o carro, dar descarga no vaso sanitário, dentre outras tarefas (HIDROQUIM, 2016).

Entretanto temos que ter um bom projeto para realizar esse reservatório, para não haver conflitos entre as águas potáveis e a do reservatório na troca das torneiras dentro de casa. A Figura 10 detalha como funciona um projeto, como a água da chuva e da rua é distribuída (HIDROQUIM, 2016).

**Figura 10. Projeto demonstrativo do funcionamento de um projeto.**



Fonte: HIDROQUIM, 2016.

O detalhamento mostra como é o aproveitamento da água da chuva, na qual a água é coletada através do reservatório fazendo assim o bombeamento para o reservatório destinada para água da chuva. A água levada para o uso de vaso sanitário, tanque da área de serviço e irrigação de jardim é uma tubulação específica na qual as águas da rua e da chuva não se misturam.

## 2.6 QUALIDADE DE ÁGUA DE CHUVA

A adoção de práticas de manutenção e limpeza do sistema de captação de água pluvial, a inserção de grades e filtros e o descarte dos primeiros momentos de chuva, contribuem para a qualidade da água que será armazenada. Outros equipamentos podem ser adotados para melhorar a qualidade dela, entretanto, dependerá da finalidade de

utilização da água, pois poderá acarretar a inviabilidade do sistema em função de custos investidos (STANT, 2017).

A qualidade da água da chuva varia tanto com o grau de poluição do ar como também com a limpeza do sistema de captação. Tomaz (2003) comenta que em áreas muito urbanizadas e polos industriais, devido a poluentes presentes no ar, 31 como dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NOX) ou ainda chumbo, zinco e outros, ocasionam alterações nas concentrações naturais da água de chuva.

Com a utilização da água pluvial como fonte alternativa em crescimento, aumenta a preocupação da qualidade desta água. Os centros urbanos é uma grande preocupação cuja poluição atmosférica é elevada podendo influenciar negativamente na qualidade da água coletada para os reservatórios (ANECCHINI, 2005).

A qualidade da água da chuva ao chegar na superfície chega com alterações causada na atmosfera quanto após o contato com a captação dos reservatórios. Esse processo carrega substâncias contaminadas, modificando a qualidade da água fornecendo para o consumidor um aproveitamento menor sobre o aproveitamento (UFPE, 2016).

Melo (2007) avaliou a qualidade da água da chuva após passar pela superfície de captação e nos reservatórios de armazenamento e concluiu que as amostras de água coletadas nos reservatórios de acumulação apresentaram melhores resultados em relação as amostras coletadas do telhado. Segundo o autor isso ocorre devido ao descarte da primeira chuva, a retirada do material orgânico grosseiro como folhas, restos de animais, galhos e sedimentos particulado proveniente do telhado.

### 3 ESTUDO DE CASO

#### 3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para verificação do potencial da economia da água potável obtido através de um sistema de aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis, para o uso dos vasos sanitários, em uma casa localizada em Anápolis, dividiu-se a metodologia do trabalho em duas etapas.

Na primeira metodologia compreende as seguintes etapas: descrição do objeto de estudo, levantamento de dados referentes ao consumo de água, dados pluviométricos da região. Na segunda etapa determinamos as áreas de cobertura, dimensionamento do reservatório para aproveitamento de água pluvial e análise econômica da viabilidade de implantação do sistema.

#### 3.2 ÁREA DE ESTUDO

O município de Anápolis, com uma área de 933,2 km<sup>2</sup>, está localizado entre as coordenadas 16° 19' 33" S 48° 57' 10" O.

Anápolis é um município brasileiro do interior do estado de Goiás, Região Centro-Oeste do país. O Clima do município é do tipo tropical de altitude. A temperatura, ao longo do ano, oscila entre 8°C (junho-julho) a 33°C (janeiro-março), mas a média fica entre 18°C e 23°C. O período mais frio vai de maio a setembro, e o mais quente, de outubro a abril. Existem duas estações distintas, a da seca, que coincide com o período de frio, e a das chuvas, que coincide com o período de calor (PREFEITURA ANAPOLIS, 2018).

Na primavera, são registradas as maiores temperaturas. Há casos em que as temperaturas máximas podem alcançar ou ultrapassar os 35°C. Os meses de Agosto e Setembro são muito secos costumam ser quentes apesar do inverno. As primeiras chuvas após o tempo de seca chegam com a entrada da primavera, variando de um ano pro outro (PREFEITURA ANAPOLIS, 2018).

A Figura 11 mostra como é representada a área da cidade de Anápolis, podendo assim ter um melhor estudo sobre a área. A cidade tem uma região bastante extensa, e bastante irregular.

**Figura 11. Área da região de Anápolis-Goiás**



Fonte: GOOGLEMAPS, 2020.

### 3.3 OBJETO DE ESTUDO

O objeto do estudo é definindo a média de habitantes por uma residência, a classificação financeira e o consumo médio residencial, elaborar um projeto de captação e armazenamento de águas pluviais, na zona urbana do município de Anápolis/GO, com o intuito de proporcionar uma economia tanto financeira quanto ecológica, através da redução do consumo de água potável.

### 3.4 LEVANTAMENTO DE DADOS

Para realizar a estimativa dos usos finais de água e a análise de viabilidade econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para residência em Anápolis, foi necessário realizar levantamentos de dados pluviométricos entre outros.

Para demonstrar a variação entre os meses e não apenas os totais mensais, mostramos a precipitação de chuva acumulada durante um período contínuo de 31 dias ao redor de cada dia do ano. Anápolis tem variação sazonal extrema na precipitação mensal de chuva (WEATHERSPARK, 2019).

O período chuvoso do ano dura 9,5 meses, de 18 de agosto a 2 de junho, com precipitação de chuva de 31 dias contínuos mínima de 13 milímetros. O máximo de

chuva ocorre durante os 31 dias ao redor de 27 de dezembro, com acumulação total média de 237 milímetros (WEATHERSPARK, 2019).

O período sem chuva do ano dura 2,5 meses, de 2 de junho a 18 de agosto. O mínimo de chuva ocorre por volta de 9 de julho, com acumulação total média de 120 milímetros (WEATHERSPARK, 2019).

A Tabela 2 a seguir, representa as chuvas em Anápolis-GO, com chuva calculada em milímetros.

**Tabela 2. Distribuição mensal das precipitações de Anápolis-Go em milímetros.**

<b>MÊS</b>	<b>CHUVA (mm)</b>
janeiro	245
fevereiro	195
março	191
abril	110
maio	29
junho	7
julho	7
agosto	16
setembro	48
outubro	149
novembro	201
dezembro	243

Fonte: Adaptado de WEATHERSPARK, 2019.

### 3.5 PARAMETROS DE PROJETOS

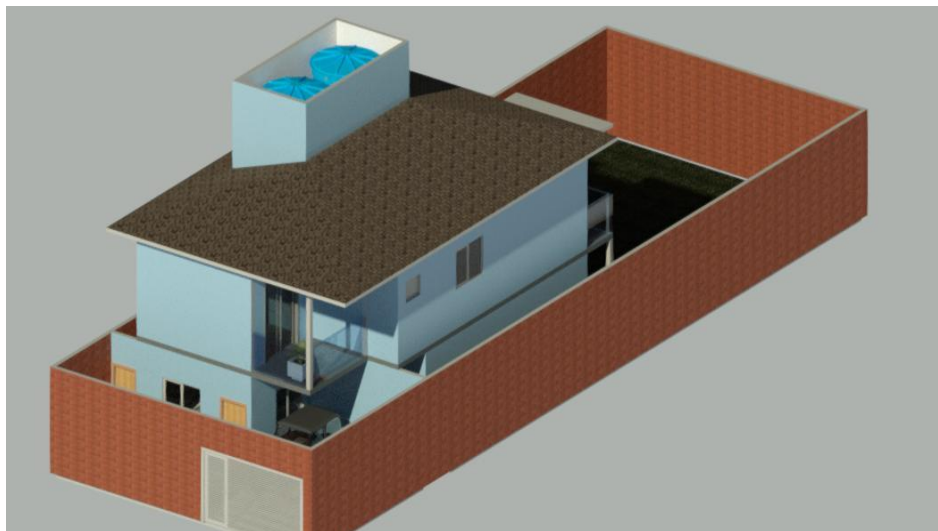
A realização desse projeto teve autoria própria, desenvolvido desde o começo da construção até o final para assim atender a demanda desse projeto. Trara de uma residência unifamiliar de 2 pavimentos, com os devidos reservatórios na parte superior da laje, podendo assim atender melhor a demanda de bastecimento da mesma com uma melhor facilidade, já podendo recolher toda água do telhado.

A Figura 12 apresenta uma visão melhor da residência para melhor entendimento do mesmo, fazendo assim uma análise do tamanho da residência. A representação mostrada nessa figura mostra uma visão sobre o posicionamento dos reservatórios, nas quais está descoberto para melhor visualização, portanto no projeto real o mesmo será



totalmente coberto para melhor atender a captação da água da chuva podendo assim ter um melhor aproveitamento.

**Figura 12. Vista da residência.**



Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

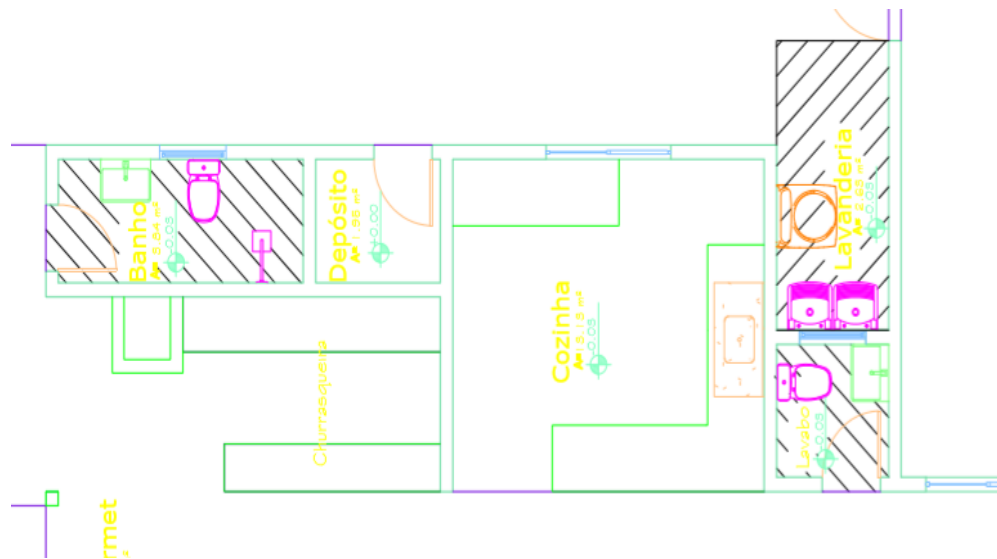
### **3.5.1 Planta baixa**

A planta baixa tem como finalidade mostrar todos os lugares a receber esse projeto, na qual foi realizada em 2 pavimentos. No pavimento térreo haverá dois ambientes propicio a receber esse sistema que será o banheiro localizada na área gourmet, o lavabo localizada no interior da casa e a área de lavanderia. Já no pavimento superior haverá 3 suítes, onde cada quarto vão receber um sistema de aproveitamento da água da chuva.

Atendendo uma família de classe média, a casa foi projetada para atender todas as condições e conforto para abrigar os moradores.

Com isso a Figura 13 apresenta parte da planta do pavimento térreo, representado pela área hachurada todos os ambientes que receberá água de aproveitamento da chuva, para fins não potáveis. Assim poderemos entender melhor o funcionamento do sistema a fim de abastecer as áreas cuja necessidade dos ambientes que vão necessitar desse aproveitamento podendo assim deixar a água potável para utilização em outras parte da casa.

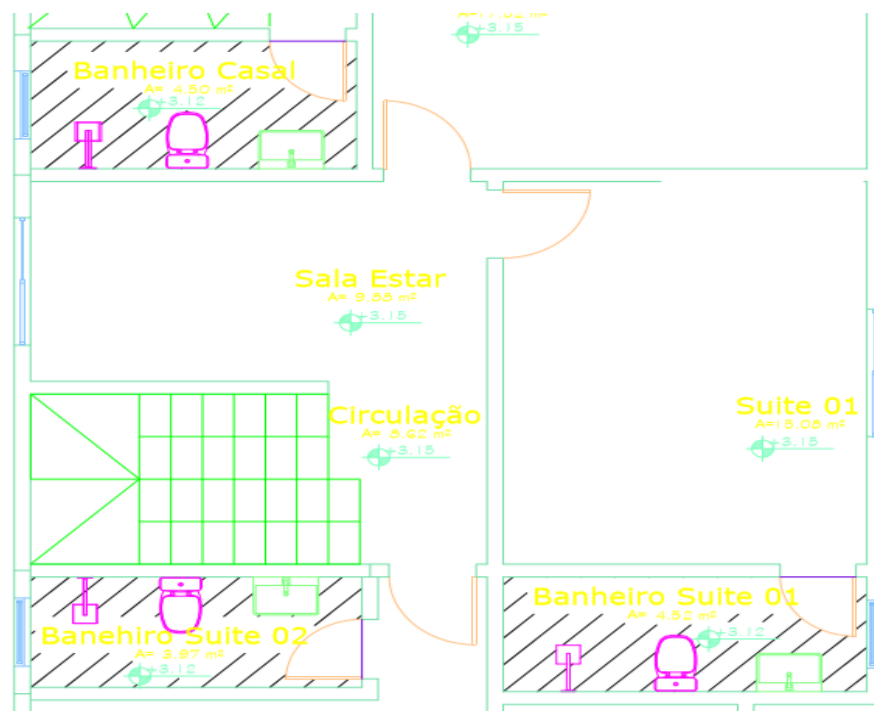
**Figura 13. Vista pavimento térreo.**



Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

Parte da planta superior representada na Figura 14 mostra todos os lugares que vão receber esse sistema, os ambientes com hachura será os que receberá o sistema de aproveitamento da água da chuva no pavimento superior.

**Figura 14. Vista pavimento superior.**



Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

### 3.5.2 Planta de cobertura

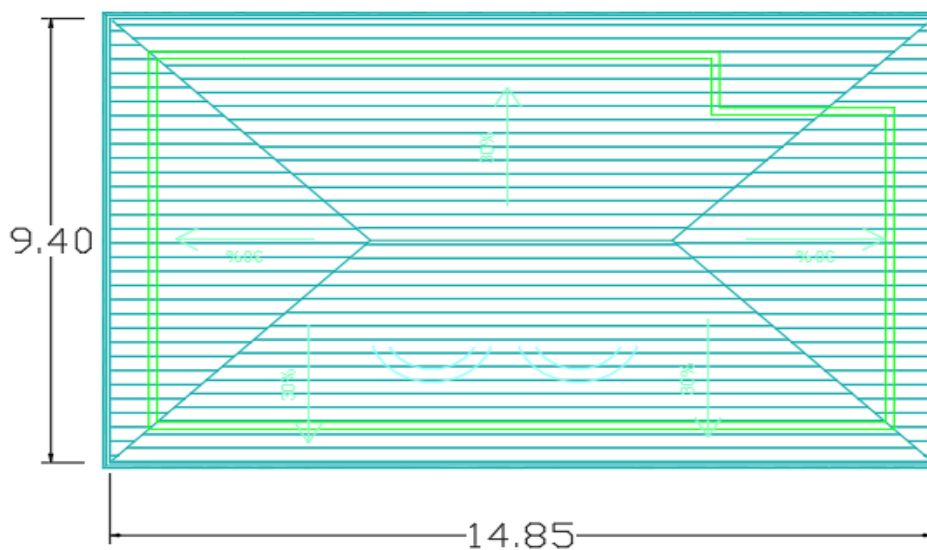
A planta de cobertura, será a principal desse sistema, pois diante dela será feita a área de captação da água levando assim a mesma ao reservatório para aproveitamento da água.

A residência presente tem telhado retangular, o que será mais facilmente fazer a área de captação. Os cálculos presente para determinar a área do telhado será:

$$\text{Lado} \times \text{Lado} = \text{Área do telhado}$$

Observando a Figura 15 vamos pegar os seguintes dados para efetuar a área de captação:

**Figura 15. Vista da cobertura da residência.**



Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

$$9,40 \times 14,85 = 139,59m^2$$

A cobertura presente contém uma área de 139,59 m<sup>2</sup> fazendo assim a coleta da água através das calhas presente em todo lado do telhado, levando assim a mesma para o reservatório.

### 3.6 DIMENSIONAMENTO

Para o estudo, foi elaborada uma planta com uma área de telhado de aproximadamente 139,59 m<sup>2</sup>, referente a uma moradia sendo três suítes. Foi feito um levantamento da média de consumo de água distribuída pela empresa Companhia Saneamento de Goiás (SANEAGO) no perímetro urbano do município, definindo assim, a média de consumo para essa residência.

#### 3.6.1 Cálculo do reservatório

Esse consumo médio diário pode variar de 150 litros/pessoa no caso para residências, conforme a concessionária de abastecimento fornece. Diante desses fatores e após definir o consumo médio, o cálculo da caixa d' água e a definição do seu tamanho é simples, basta seguir o formulário:

$$N^{\circ} \text{ de pessoas} \times \text{Litro/pessoa} \times \text{dias de reserva} = \text{Tamanho ideal}$$

Com isso buscamos os calculos de uma residência feita para 3 quartos, não sabendo quantas pessoas irão residir no local, recomenda fazer os calculos da seguinte forma.

$$(N^{\circ} \text{ Quarto} \times N^{\circ} \text{ Pessoas}) + (1 \text{ para quarto da empregada}) = N^{\circ} \text{ Pessoa}$$

Sabendo que contém 3 quartos é não haverá quarto da empregada, levaremos em conta uma reserva de 300 Litros no final da escolha do reservatório:

$$(3 \times 2) + 0 = 6 \text{ Pessoas}$$

Já o dias de reserva será calculada para 3 dias, sendo assim um período com bastante folga para melhor aproveitar a falta de água vindo da concessionária e melhor aproveitamento do nosso sistema de reaproveitamento da água da chuva.

$$6 \times 150 \times 3 = 2700L$$

Dessa forma o reservatório somado com os calculos mais a consição adicional da empregada de 300 Litros, ideal deverá ter 3000 Litros. Sendo assim, de acordo com as dimensões padrão do reservatório, poderemos chegar em uma conclusão de escolha das caixas atendendo assim uma demanda de 3 dias aproximados reaproveitando a água da chuva, sendo esse que uma chuva durante esse período de dias irá beneficiar nosso sistema e assim alimentando por mais dias em tempo de seca.

A Figura 16 apresenta uma representação das dimensões do reservatório, podendo assim ter uma melhor especificação da mesma. O reservatório escolhido tem as seguintes dimensões, na base possui 1,65 metros, na altura maior tem a dimensão de 1,36 metros considerando a tampa de fibra, já a largura maior é de 2,66 considerando o topo do reservatório, fazendo que essa seja a melhor escolha para atender a demanda da residência, tanto para a água da concessionária quanto para a água que sera captada para o reaproveitamento da água para fins não potáveis.

**Figura 16. Reservatório.**



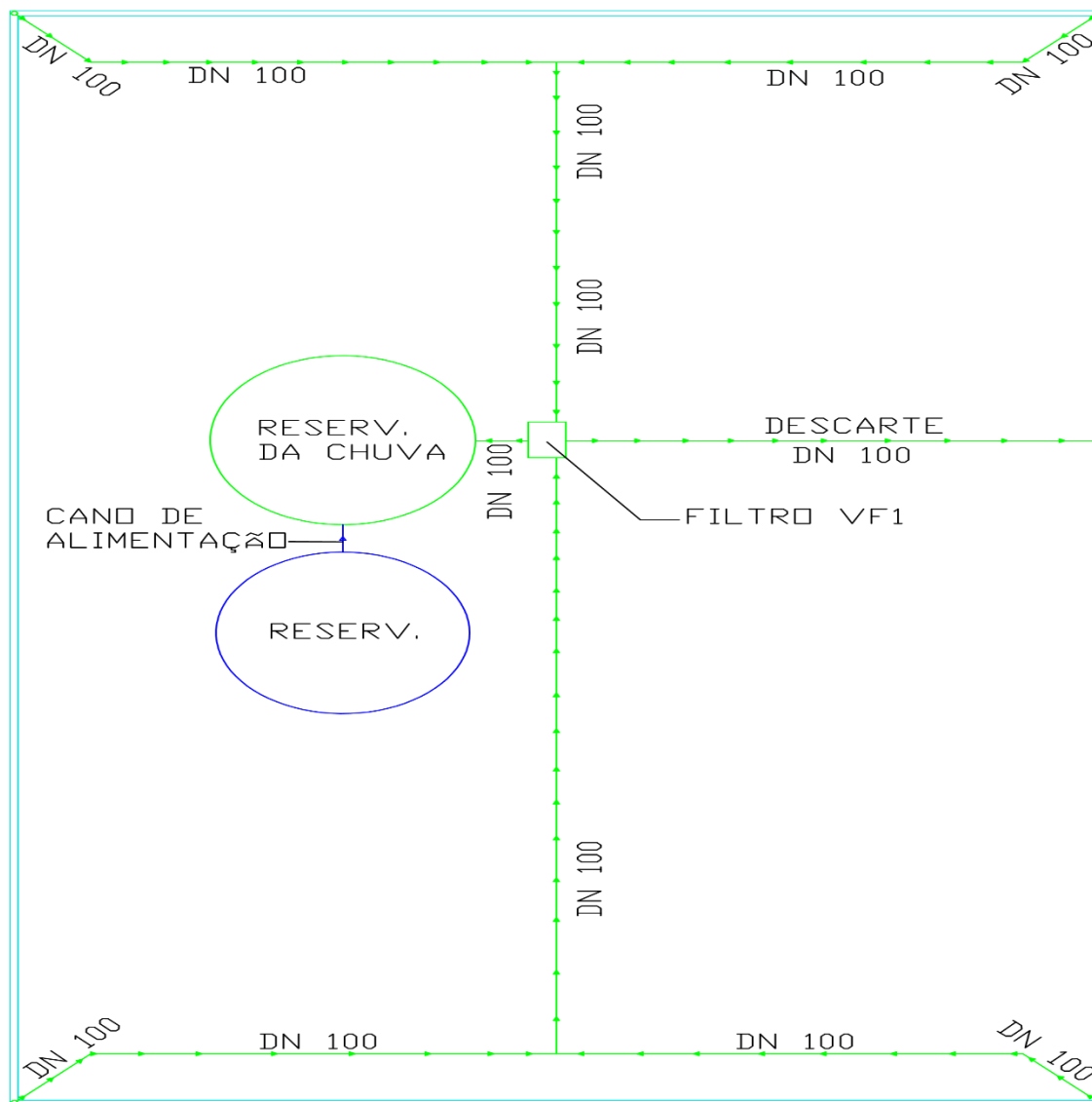
Fonte: FIBERLIGHT, 2020.

### 3.6.2 Detalhamento do sistema

O detalhamento da Figura 17, mostra como será o enchimento do reservatório vindo das calhas da residência. O detalhamento tem como função mostrar todo o caminho que essa água irá fazer até chegar no reservatório para assim essa água ser distribuída para os banheiros e área de serviço da casa. Em tempo de seca o reservatório será preenchido pelo reservatório da água da rua (azul) através de um alimentador colocado a

30 cm acima do reservatório, esse terá finalidade de sempre manter o reservatório com nível mínimo de água além de não deixar o reservatório sujo.

**Figura 17. Detalhamento da laje da residência.**



Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

O sistema apresenta a instalação do filtro o reservatório da água da chuva e o reservatório da SANEAGO, onde elas são interligadas para sempre conter água no reservatório de aproveitamento, podendo assim atender a casa em tempo de seca.

O filtro tem como função limpar a água que chega do telhado e eliminar a água quando o reservatório estiver cheio eliminando assim essa para descarte no poço de recarga. O filtro escolhido atenderá perfeitamente a demanda da filtragem da água, eliminando todos os sólidos. A Figura 18 representa como é o funcionamento desse filtro.

**Figura 18. Detalhamento do filtro.**



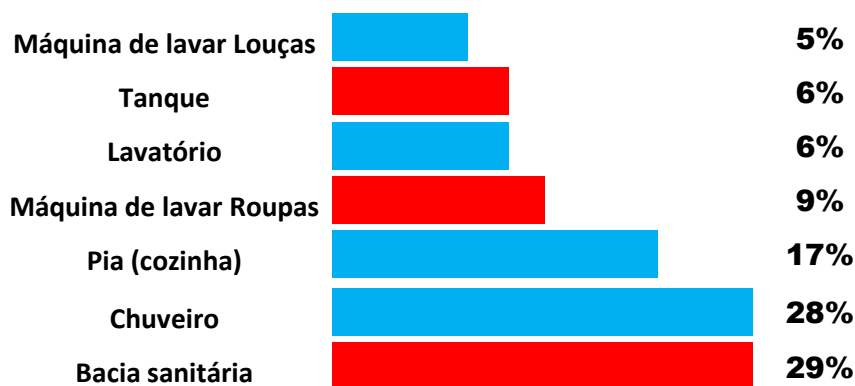
Fonte: ECOSUSTENTAVEL, 2020.

### 3.6.3 Demanda do reservatório

Para calcular a demanda do reservatório, é necessário lembrar que será para fins não potáveis, ou seja a demanda será para o uso de todos os vasos sanitários que tem na residência, tanto nos quartos quanto nos banheiros na parte inferior da casa.

Como visto os calculos acima, a demanda dessa casa será de 900 Litros por dia para atender os moradores, ou 0,9 m<sup>3</sup> por dia. Portanto esse valor é apresentado para todo o consumo da residência, então para separar o consumo do vaso sanitário chegaremos a Gráfico 4, mostrando assim o que é para o consumo do nosso reaproveitamento, onde é separada por demanda do consumo de água.

**Gráfico 4. Distribuição do consumo de água nas residências.**



Fonte: Adaptado de TIJOLOETECIDO, 2020.

Analisando o gráfico chegaremos que será aproveitado 44% da água utilizada na casa será para fins de reaproveitamento, ou seja esse será para utilização do vaso sanitário da casa, tanque e máquina de lavar roupa na lavanderia. Esse valor representa 0,39 m<sup>3</sup> por dia e 11,7 m<sup>2</sup> ao mês.

Para saber a demanda desse reservatório foi desenvolvido uma tabela com posse desses dados e dos valores de precipitação, foi montada uma planilha Tabela 3 para o dimensionamento do reservatório. Explicando as colunas da tabela a seguir (Tabela 3).

- Coluna 1: É o período de tempo que vai de Janeiro a Dezembro.
- Coluna 2: Nesta coluna estão as chuvas médias mensais em milímetros do município de Anápolis-GO.
- Coluna 3: Demanda mensal calculada de acordo as necessidades (44% do consumo residencial, correspondente a porcentagem do consumo de água destinadas a fins não potáveis que podem ser substituídos por águas pluviais).
- Coluna 4: Área de captação de água da chuva.
- Coluna 5: Volumes mensais disponíveis da água de chuva. Obtido multiplicando a Coluna 2 pela Coluna 4 e pelo coeficiente de Runoff, e dividido por 1000 para que o resultado do volume seja em metros cúbicos.

\*Coeficiente de Runoff – Conforme Tomaz (2003), em telhas cerâmicas esse coeficiente pode variar de 0,80 a 0,90. Adotou-se o valor de 0,80 (pior situação).

- Coluna 6: Diferença entre volume de chuvas mensal menos a demanda. Obtido subtraindo o valor da Coluna 3 da Coluna 5. Quando o resultado for positivo, o volume de água captado foi maior que o utilizado e quando for negativo, o volume de água captado não foi suficiente para o consumo mensal.
- Coluna 7: Volume acumulado do sistema limitado à 3,0 m<sup>3</sup> (volume do reservatório), obtido somando o valor da Coluna 7 do mês anterior com o valor da Coluna 6 do mês atual. Quando essa soma ultrapassar os 3,0 m<sup>3</sup> o excedente irá para o extravasor, sendo descartada para o coletor conforme norma da prefeitura da cidade.
- Coluna 8: Essa coluna apresenta a situação do reservatório em cada mês. E = Água escoando pelo extravasor, ou seja, o reservatório está cheio, e o excedente está sendo descartado. D = Nível de água baixando, significa que o volume de água captado é menor que o volume utilizado. S = Nível de água subindo. O



volume de água captado é maior que o utilizado, ou seja, o excedente está sendo armazenado.

**Tabela 3. Dimensionamento do reservatório.**

Meses	Chuva Média Mensal (mm)	Demanda Constante Mensal (m <sup>3</sup> )	Área de Captação (m <sup>2</sup> )	Volume de Chuva Mensal X Coeficiente Runoff (0,8) (m <sup>3</sup> )	Diferença entre: Vol. de Chuvas Mensal - Demanda (m <sup>3</sup> )	Volume Acumulado da Diferença (m <sup>3</sup> )	Obs.
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8
Janeiro	245	3	139,59	27,36	24,36	3,0	E
Fevereiro	195	3	139,59	21,78	18,78	3,0	E
Março	191	3	139,59	21,33	18,33	3,0	E
Abril	110	3	139,59	12,28	9,28	3,0	E
Mai	29	3	139,59	3,24	0,24	3,0	E
Junho	7	3	139,59	0,78	-2,22	0,78	D
Julho	7	3	139,59	0,78	-2,22	-1,44	D
Agosto	16	3	139,59	1,79	-1,21	-2,65	D
Setembro	48	3	139,59	5,36	2,36	-0,29	S
Outubro	149	3	139,59	16,64	13,64	3,0	E
Novembro	201	3	139,59	22,45	19,45	3,0	E
Dezembro	243	3	139,59	27,14	24,14	3,0	E
	1441	36		160,92			

E: Água escoando pelo extravasor D: Nível de água baixando S: Nível de água subindo

Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

Os dados pluviométricos foram analisados para que o proprietário possa executar o projeto de uma forma mais econômica possível, para que uma pessoa de baixa renda possa ter acesso a esse reaproveitamento da água pluvial. Diante dos dados levantados e pelo conhecimento da população que reside nessa região, ocorre um período de estiagem, o que pode haver comprometimento na manutenção do reservatório, que pode apresentar problemas após longos períodos sem uso. Pensando neste problema, e conseguindo evitar, será feita a ligação com a rede de fornecimento de água da concessionária (SANEAGO) para que esse reservatório mantenha um nível mínimo de água, caso as chuvas não aconteça como planejado.

Recomenda-se fazer a limpeza do reservatório antes do início das chuvas, a partir de outubro ou novembro, pois para a limpeza, o reservatório deverá ser esvaziado, ou

seja, se ele estiver cheio, a água será desperdiçada e poderá não compensar a utilização do sistema, não proporcionando acúmulo de água para o período de estiagem. Fazendo a limpeza no período recomendado (o mês de novembro representa o início das chuvas), diminuirá o risco de não conseguir fazer o sistema funcionar de maneira satisfatória, ou seja, possuindo uma reserva durante a maior parte do ano.

### 3.7 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

Foi elaborado nesse projeto, uma captação através do telhado da residência e transporte pelas calhas até o reservatório, passando por um filtro grosseiro para retirada de folhas e pedaços de galhos que fica acumulado no telhado da edificação, logo após é feita uma filtragem básica. Logo após os processos de filtragem da água, é armazenada no reservatório, podendo estar enterrado ou não.

O reservatório escolhido para esse projeto foi um de tampa de 1,36 metros de altura, diâmetro de 1,65 metros na base e 2,06 metros na tampa, com capacidade de 3000 litros, igual ao reservatório da concessionária. Por não se tratar de um reservatório que não necessita de ser enterrado, ele ficará localizado ao lado do reservatório abastecido pela concessionária para economizar mais nos materiais e na mão de obra.

No presente modelo foi utilizado um reservatório de fibra com tampa, com volume de 3000 litros, todo lacrado evitando a entrada de mosquitos e contando também com um extravasor de água (ladrão). A captação de águas pluviais é simples e com certeza contribuirá com a economia diminuindo os transtornos causados em dias de chuvas rápidas e de grande volume.

#### 3.7.1 Lista de materiais

Inicialmente foi desenvolvido um levantamento dos materiais necessários para realização desse sistema de aproveitamento de águas pluviais e os custos de sua implantação.

Os materiais serão os seguintes:

- Filtro de Água da Chuva: esse será responsável por filtrar a passagem da água da chuva até o reservatório além de eliminar a água para o poço de recarga. Representa o modelo escolhido na Figura 19.

**Figura 19. Filtro VF1.**



Fonte: ECOSUSTENTAVEL, 2020.

- Reservatório: é onde a água será armazenada. O reservatório será do mesmo modelo já dimensionado acima para água da concessionária.
- Sifão Ladrão: tem como finalidade impedir que pequenos animais entrem no reservatório, e não deixe o reservatório transbordar. Representa o modelo escolhido na Figura 20.

**Figura 20. Sifão Ladrão.**



Fonte: ECOSUSTENTAVEL, 2020.

- Freio D'água: tem como função freiar a água que chega no reservatório, fazendo com que essa não fique suja. Representa o modelo escolhido na Figura 21.

**Figura 21. Freio D'água.**



Fonte: ECOSUSTENTAVEL, 2020.

- Boia Sucção: promove o encerramento automático da vazão de água quando a caixa d'água se enche. Representa o modelo escolhido na Figura 22.

**Figura 22. Boia Sucção.**



Fonte: ECOSUSTENTAVEL, 2020.

Os condutores verticais e horizontais (calhas) e estrutura de telhado (área de captação) não estão relacionados no comparativo de viabilidade econômica, por se tratar de uma inclusão na estrutura da casa. Portanto a aplicação dessa calha na residência ficará em torno de R\$ 2500,00 (HABITISSIMO, 2020).

A lista de materiais com os preços foi desenvolvida com um melhor custo benefício para atender perfeitamente o projeto, na Tabela 4 cada item e seu respectivos valores. Todos os preços foi retirada do site de materiais de construção (FERREIRACOSTA), buscando os melhores preços.

**Tabela 4. Lista de materiais.**

<b>MATERIAIS</b>	<b>PREÇO</b>
Caixa d'água de fibra com tampa (3000 litros)	R\$ 918,00 a R\$1100,00
Filtro VF1	R\$ 1.390,00 a R\$1500,00
Sifão Ladrão 100mm	R\$ 270,00 a R\$ 350,00
Freio D'água 100mm	R\$ 179,00 a R\$ 225,00
Boia de Sucção	R\$ 215,00 a R\$ 290,00
Boia Deca	R\$ 85,00 a R\$ 95,00
Registro Gaveta 3/4	R\$ 35,00 a R\$ 45,00
Cano PVC Branco 100mm - 7 barras de 6 metros (39 metros)	R\$ 245,00 a R\$ 300,00
Cano PVC soldável (marrom) de 25 mm - 2 barras	R\$ 30,00 a R\$ 40,00
Cano PVC Branco 40 mm – 4 barras de 6 metros (22 metros)	R\$ 68,00 a R\$ 80,00
Joelho 45º de 100 mm – 4 unidades	R\$ 32,00 a R\$ 45,00
Joelho 90º de 100 mm – 4 unidades	R\$ 24,00 a R\$ 30,00
Joelho 90º de 40 mm – 2 unidades	R\$ 5,00 a R\$ 8,00
Adesivo plástico para PVC – 4 unidades	R\$ 64,00 a R\$ 75,00
Tê em PVC Branco 100 mm – 2 unidades	R\$ 23,00 a R\$ 35,00
Tê em PVC Branco 40 mm – 3 unidades	R\$ 5,00 a R\$ 8,00
<b>TOTAL MÉDIO</b>	<b>R\$ 3.588,00</b>

Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

Entretanto o custo da mão de obra será considerada apenas a realização da instalação do sistema que recolhe a água do telhado e leva ao reservatório, o restante já estará estimado no próprio valor da construção da residência. O custo com o engenheiro para elaboração desse projeto conforme o regulamento SENGE-GO, projeto hidráulico complexo incluindo água fria e nosso sistema, foi estudada com uma implantação desse sistema que será representada na Tabela 5.

**Tabela 5. Custo da mão de obra.**

SERVIÇOS	PREÇO
Custo da mão de obra – 2 dias de trabalho	R\$ 250,00
Custo de projeto Hidráulico Complexo	R\$ 1.500,00

Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

### 3.8 COMPARATIVO DO SISTEMA COM O USO DA ÁGUA DA CONCESSIONÁRIA

A seguir na Tabela 6 é mostrada a faixa de consumo de água em uma residência normal, segunda a SANEAGO.

**Tabela 6. Tarifas de água em Anápolis - GO.**

CATEGORIA	FAIXA DE CONSUMO (m <sup>3</sup> )	VALOR (R\$/m <sup>3</sup> )
<b>Residencial Normal</b>	1 - 10	4,44
	11 - 15	5,03
	16 - 20	5,74
	21 - 25	6,52
	26 - 30	7,36
	31 - 40	8,4
	41 - 50	9,5
	+ 50	10,83

Fonte: Adaptado de SANEAGO, 2019.

Como a tabela mostra acima Tabela 6, refere-se aos valores cobrados pela concessionária de água responsável pelo município de Anápolis, a SANEAGO, de acordo com a categoria de consumo referente a uma residencia normal. A empresa cobra pelo serviço de esgoto que ainda está sob o incluso de outras taxas, portanto os cálculos será realizados somente sob o consumo da água.

O consumo da residência do projeto terá um consumo de 27m<sup>3</sup> ao mês conforme demonstrado nos cálculos anteriormente. Dessa aos seguintes gastos na Tabela 7.

**Tabela 7. Sem a utilização do sistema.**

<b>SEM A UTILIZAÇÃO DO SISTEMA</b>		
Consumo SANEAGO (m <sup>3</sup> )	Valor mensal	Valor Semestral
27	R\$ 198,72	R\$ 1.192,32

Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

Com a utilização do sistema, o consumo médio ao ano chegaremos a uma economia de três vezes o nível do reservatório, com isso devemos descontar a água completada pela concessionária, chegando a um consumo de 20m<sup>3</sup> ao mês. A Tabela 8 representa dos valores dos gastos da concessionária após a implantação do sistema.

**Tabela 8. Com a utilização do sistema.**

<b>COM A UTILIZAÇÃO DO SISTEMA</b>		
Consumo SANEAGO (m <sup>3</sup> )	Valor mensal	Valor Semestral
20	R\$ 114,80	R\$ 688,80

Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

Fazendo um comparativo do valor gasto total com o projeto, R\$5.338,00 reais, com a demora para retorno diante dos gastos apresentado acima teremos o tempo de retorno na Tabela 9.

**Tabela 9. Tempo de retorno após implantação do sistema.**

<b>TEMPO DE RETORNO APÓS IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA</b>		
TEMPO	ECONOMIA (MÉDIA)	VALOR ACUMULADO
1º mês	R\$ 83,92	R\$ 83,92
2º mês	R\$ 83,92	R\$ 167,84
3º mês	R\$ 83,92	R\$ 251,76
4º mês	R\$ 83,92	R\$ 335,68
5º mês	R\$ 83,92	R\$ 419,60
6º mês	R\$ 83,92	R\$ 503,52
7º mês	R\$ 83,92	R\$ 587,44
8º mês	R\$ 83,92	R\$ 671,36
9º mês	R\$ 83,92	R\$ 755,28
10º mês	R\$ 83,92	R\$ 839,20
11º mês	R\$ 83,92	R\$ 923,12
12º mês	R\$ 83,92	R\$ 1.007,04
2 anos	R\$ 1.007,04	R\$ 2.014,08
3 anos	R\$ 1.007,04	R\$ 3.021,12
4 anos	R\$ 1.007,04	R\$ 4.028,16
5 anos	R\$ 1.007,04	R\$ 5.035,20
5 anos e 1 mês	R\$ 83,92	R\$ 5.119,12
5 anos e 2 meses	R\$ 83,92	R\$ 5.203,04
5 anos e 3 meses	R\$ 83,92	R\$ 5.286,96
5 anos e 4 meses	R\$ 83,92	R\$ 5.370,88

Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

Como pode ser observado, o tempo de retorno desse projeto será de 5 anos e 4 meses. O sistema requer um investimento relativamente alto, pois os valores mensais vão depender da demanda da chuva no ano, no período da estiagem melhores serão os resultados da diminuição na conta de água. Entretanto por outro lado o sistema não apenas contribui para o sistema econômico, mas também no ambiental, onde uma água que seria destinada somente a coletores como norma da cidade de Anápolis, ela será aproveitada e o restante sim passara para o poço de recarga.

### 3.9 PONTOS NEGATIVOS

Os pontos negativos desse sistema poderá ser considerada a manutenção que o proprietário desse sistema terá que fazer ao longo dos anos. Para um bom funcionamento o recomendável seria uma lavagem do telhado após o período da seca na qual essa lavagem possibilitara uma melhor coloração da água.

Outro ponto seria a limpeza do filtro, na qual receberá muitos dejetos ao longo do tempo fazendo com que fique sujo podendo ocasionar um entupimento fazendo com que o sistema não seja aproveitado na sua melhor performance.



#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de águas de chuva traz várias vantagens, como redução do custo e do consumo de água potável, evitando que a mesma seja usada em situações em que sua potabilidade não seja necessária. Também ajuda a conter as enchentes, já que a água captada pelo telhado seria direcionada para a rua ou o esgoto e mais, encoraja a conservação de água, a autossuficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da cidade.

Apesar de dispender um alto investimento inicial de R\$5.338,00 reais, o aproveitamento de águas de chuva para fins não potáveis proporciona um retorno financeiro em longo prazo, nesse projeto o sistema trará o valor de volta em 5 anos e 4 meses, além de proporcionar uma economia no uso de água potável, causando uma interferência menor na natureza.

Constata-se que operações simples e práticas como a que se propõe esse trabalho, viabilizam importantes ações de economia de água potável. Sendo assim, é necessário fomentar estudos e técnicas de reprodução que mobilizem pessoas, grupos e poder público a se envolverem nas lutas pela utilização parcimoniosa da água, o que significa garantir a sobrevivência na terra.

Para uma futura melhoria desse sistema, seria viável uma melhoria no sistema de filtragem, fazendo assim uma filtragem mais detalhada deixando assim essa água potável, podendo atender toda a água fria da residência.

## REFERÊNCIAS

ABCMAC: Associação Brasileira De Captação e Manejo de Água de Chuva. Relatório sobre a oficina Avanços nos Estudos Sobre Cisternas: Qualidade de Água e Cisterna tipo Alambrado. Embrapa Semi-árido, Petrolina-PE, 2006. Disponível em: <[http://www.abcmac.org.br/files/downloads/ABCMAC\\_Relatorio\\_Oficina\\_Abril\\_2006.pdf](http://www.abcmac.org.br/files/downloads/ABCMAC_Relatorio_Oficina_Abril_2006.pdf)> . Acesso em 11/10/2019

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conservação e reuso da água em edificações**. São Paulo, 2015 151p.

ANA, Aquífero Guarani, o gigante subterrâneo, 2010. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/aquafero-guarani-o-gigante-subterraneo.2019-03-14.4597033604>> Acesso em 16/08/2019.

ANNECCHINI, K. P. V. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES)**. 150f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

AQUASTOCK, Água da Chuva. **Sistema de Reaproveitamento da Água da Chuva**. 2008. Disponível em: <<http://engeplasonline.com.br>> Acesso em 22/11/2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527** Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro 2007.

BELLA CALHA, **Como funciona a tela Anti-Folhas**, 2007. Disponível em <<https://bellacalha.com.br/como-funciona-tela-anti-folhas/>> Acesso em 10/08/2019.

CAVALEIRO, Antônio. **Reuso de águas cinzas e águas pluviais em edifícios residenciais**. São Paulo, 2014. 163f (Dissertação mestrado). Acesso em 10/08/2019. Disponível em: [http://www.usjt.br/biblioteca/mono\\_disser/mono\\_siss/2014/283.pdf](http://www.usjt.br/biblioteca/mono_disser/mono_siss/2014/283.pdf)

CEAA, **Brasil consome 6 Litros de Água para casa R\$ 1 produzido pela Economia**, 2015. Disponível em < <https://saaeipueiras.ce.gov.br/informa.php?id=4>> Acesso em 19/10/2019.

CEBDS, **A Experiência de Furnas com Reaproveitamento da Água**, 2018. Disponível em <<https://cebds.org/experiencia-de-furnas-com-o-reaproveitamento-da-agua/#.XqmwV2hKjIU>> Acesso em 11/08/2019.

CGA, **Qualidade de águas em reservatórios**, 2015. Disponível em <[https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/74/2/Unidade\\_1.pdf](https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/74/2/Unidade_1.pdf)> Acesso em 18/07/2019.

C&C, **Cisterna: Como Funciona a Captação da Água da Chuva**, 2014. Disponível em < <https://www.cec.com.br/blog/cisterna-como-funciona-a-captacao-de-agua-da-chuva?postId=120>> Acesso em 20/10/2019.

ECOSUSTENTAVEL, **Filtro e acessórios para reaproveitamento da água da chuva**, 2020. Disponível em <[https://www.ecosustentavel.eng.br/filtro-vf1?gclid=Cj0KCQjwka\\_1BRCPARIsAMIUmEr\\_Fb5v1BkjZfQAvRSSJtm1joK9-Ix1P2Q4eQny-mnw\\_aqgm1czCqMaAsB5EALw\\_wcB](https://www.ecosustentavel.eng.br/filtro-vf1?gclid=Cj0KCQjwka_1BRCPARIsAMIUmEr_Fb5v1BkjZfQAvRSSJtm1joK9-Ix1P2Q4eQny-mnw_aqgm1czCqMaAsB5EALw_wcB)> Acesso 15/03/2020.

FERREIRA, D. F. **Aproveitamento de Águas Pluviais e Reuso de Águas Cinzas para Fins não Potáveis em um Condomínio Residencial**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2005.

FIBRATEC. Disponível em: <http://www.fibratec.com.br>. Acesso em 10/10/2019.

GOOGLEMAPS, **Maps**, 2020. Disponível em <<https://www.google.com/maps/place/An%C3%A1polis+-+GO/@-16.3046545,-49.1125028,11z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x935ea3e36dec50a9:0xb214512881021608!8m2!3d-16.3286427!4d-48.9534334>> Acesso em 01/04/2020.

GRAFWATER, **A Captação da Água da Chuva: Aspectos e Qualidade da Água**, 2008. Disponível em <  
<http://www2.al.rs.gov.br/forumdemocratico/LinkClick.aspx?fileticket=Zv8iFiAtyTk%3D>> Acesso em 15/08/2019.

HABITISSIMO, **Preço para instalar calhas**, 2020. Disponível em <  
<https://www.habitissimo.com.br/orcamentos/instalar-calhas>> Acesso em 20/04/2020.

HANSEN, S. **Aproveitamento da Chuva em Florianópolis**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 1996.

HIDROQUIM, **Sistema e Equipamento Para Tratamento e Reutilização de Água da Chuva**, 2016. Disponível em < <http://www.hidroquim.com.br/produtos/tratamento-da-agua/sistemas-e-equipamentos-para-tratamento-e-reutilizacao-de-agua-da-chuva/>> Acesso em 11/08/2019.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em:  
<http://www.ibge.gov.br> Acessado em 16/11/2019.

LEROYMERLIN, **Tela Anti-Folhas**, 2011. Disponível em <  
[https://www.leroymerlin.com.br/tela-anti-folha-aluminio-3-pecas-1m-bella-calha\\_89471585](https://www.leroymerlin.com.br/tela-anti-folha-aluminio-3-pecas-1m-bella-calha_89471585)> Acesso em 10/08/2019.

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

Melo, L.R.C. NETO, C.O.A. Um amostrador automático simples para captação de água da chuva em seus diferentes estágios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007<sup>a</sup>, Belo Horizonte. ABES, 2007a.

MIELI, João Carlos de Almeida. **Reuso da Água Domiciliar**. Niterói, abr. 2001.

MMA/ANA, Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional de Águas. **GEO Brasil – Recursos Hídricos: Componente da série de relatórios sobre o estado e perspectivas do meio ambiente no Brasil**. MMA, ANA. Brasília, 2008. 264 p.

ONU, **Até 2030 planeta pode enfrentar déficit de água de até 40%**, 2015. Disponível em < <https://nacoesunidas.org/ate-2030-planeta-pode-enfrentar-deficit-de-agua-de-ate-40-alerta-relatorio-da-onu/>> Acessado em 10/10/2019.

ONU BRASIL, **Brasil perde R\$ 10,5 bilhões em desperdício de água na distribuição, revela Pacto Global**, 2018. Disponível em < <https://nacoesunidas.org/brasil-perde-r-105-bilhoes-em-desperdicio-de-agua-na-distribuicao-revela-pacto-global/>> Acesso em 15/10/2019

ONU, **ONU e a água**, 2018. Disponível em <<https://nacoesunidas.org/acao/agua/>> Acesso em 15/10/2019.

PREFEITURA ANAPOLIS, **Aspectos Geográficos**, 2018. Disponível em < <http://www.anapolis.go.gov.br/portal/anapolis/aspectos-geograficos/>> Acesso em 02/03/2020.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, N° **9433/1997. Lei das águas**. Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm)> Acesso em 10/10/2019.

RAMOS, M. H. **Desenvolvimento de Alternativas para a Reutilização da Água no Serviço Público Municipal**, 2005. Disponível em: <[http://www.semasa.sp.gov.br/Documentos/ASSEMAE/Trab\\_55.pdf](http://www.semasa.sp.gov.br/Documentos/ASSEMAE/Trab_55.pdf)> Acesso em 15/10/2019.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação**. Escrituras ed., São Paulo 1999.

SABESP, **Dicas de economia em casa**, 2016. Disponível em <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=595>> Acesso em 20/02/2020.

SANEAGO, **Resolução Normativa N° 0152/2019- CR**, 2019. Disponível em [https://ri.saneago.com.br/fck\\_temp/1014\\_3/file/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20n%C2%BA%20152-2019%20-%20CR%20-%20AGR.pdf](https://ri.saneago.com.br/fck_temp/1014_3/file/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20n%C2%BA%20152-2019%20-%20CR%20-%20AGR.pdf)> Acessado em 20/02/2020.

TRATABRASIL. **Estudo de caso** Disponível em <http://tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/Estudo.pdf>. Acesso em 10/10/2019.

TRATABRASIL, **Perdas de água 2018 (SNIS 2016)**, 2018. Disponível em <http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/perdas-2018/estudo-completo.pdf>> Acesso em 19/10/2019.

TEKHOUSE, **Sistema de Captação Para Água da Chuva**, 2009. Disponível em <https://www.tekhouse.com.br/?item=sistema-de-captaa%EF%BF%BDa%EF%BF%BDdo-para-a%EF%BF%BDgua-da-chuva&go=produto&categoriaID=27&subcategoriaID=88&itemID=136>> Acesso em 10/08/2019.

TIJOLOSETECIDOS, **Vaso Sanitário com Duplo Acionamento**, 2020. Disponível em <https://tijolosetecidos.wordpress.com/2012/11/21/vaso-sanitario-com-duplo-acionamento/>> Acessado em 15/03/2020.

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

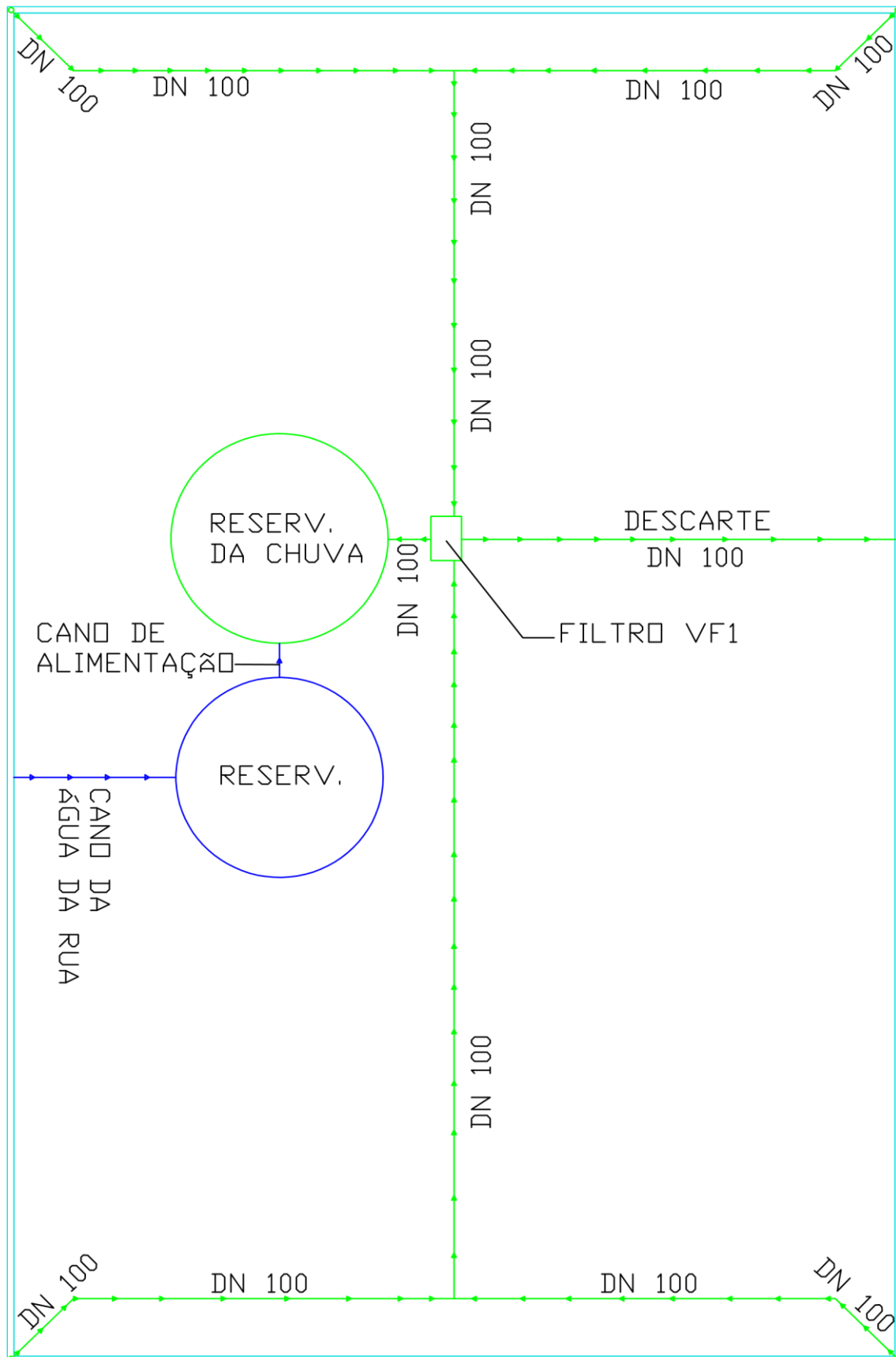
TOTALCONSTRUCAO, **Cálculo da Caixa D' Água - Dimensionamento**, 2020. Disponível em <https://www.totalconstrucao.com.br/calculo-caixa-dagua/>> Acesso em 15/04/2020.

UNESCO, **Conjuntura dos Recursos Hídricos**, 2003. Disponível em < <http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/informe-conjuntura-2016.pdf>> Acesso em 13/10/2019.

UN WATER, **A Disponibilidade de Água no Mundo**, 2006. Disponível em < [http://www.unwater.org/downloads/Water\\_facts\\_and\\_trends.pdf](http://www.unwater.org/downloads/Water_facts_and_trends.pdf)> Acesso em 13/10/2019.

VALLE, B. R. **La Casa Autossuficiente (1ed.) Espanha**: H. Blume Ediciones. 1981, p 49-60.

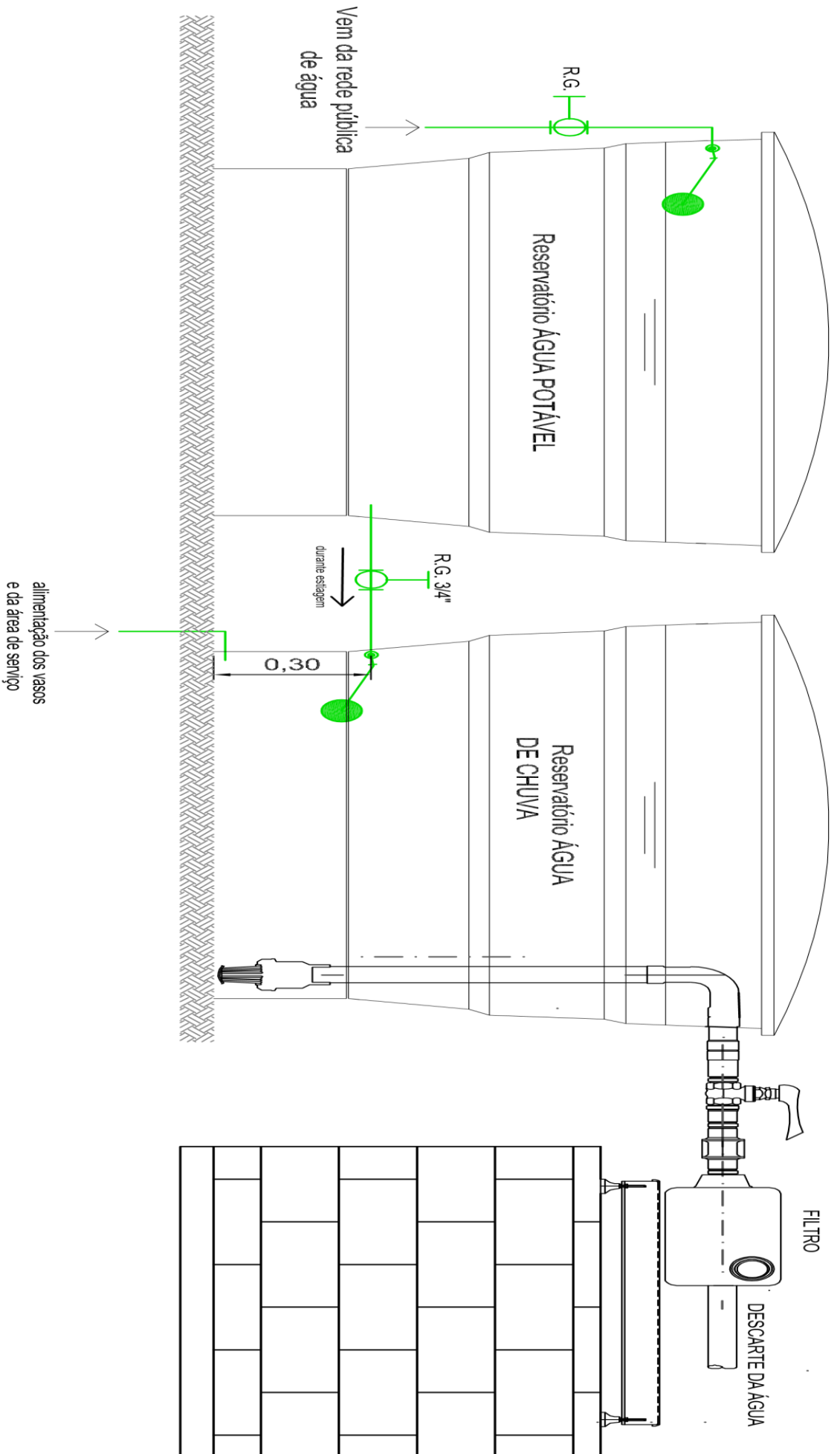
WEATHERSPARK, **Chuva em Anápolis**, 2019. Disponível em < <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/goias/anapolis-3192/>> Acesso em 02/02/2020.



PLANTA DE DETALHAMENTO DA LAJE

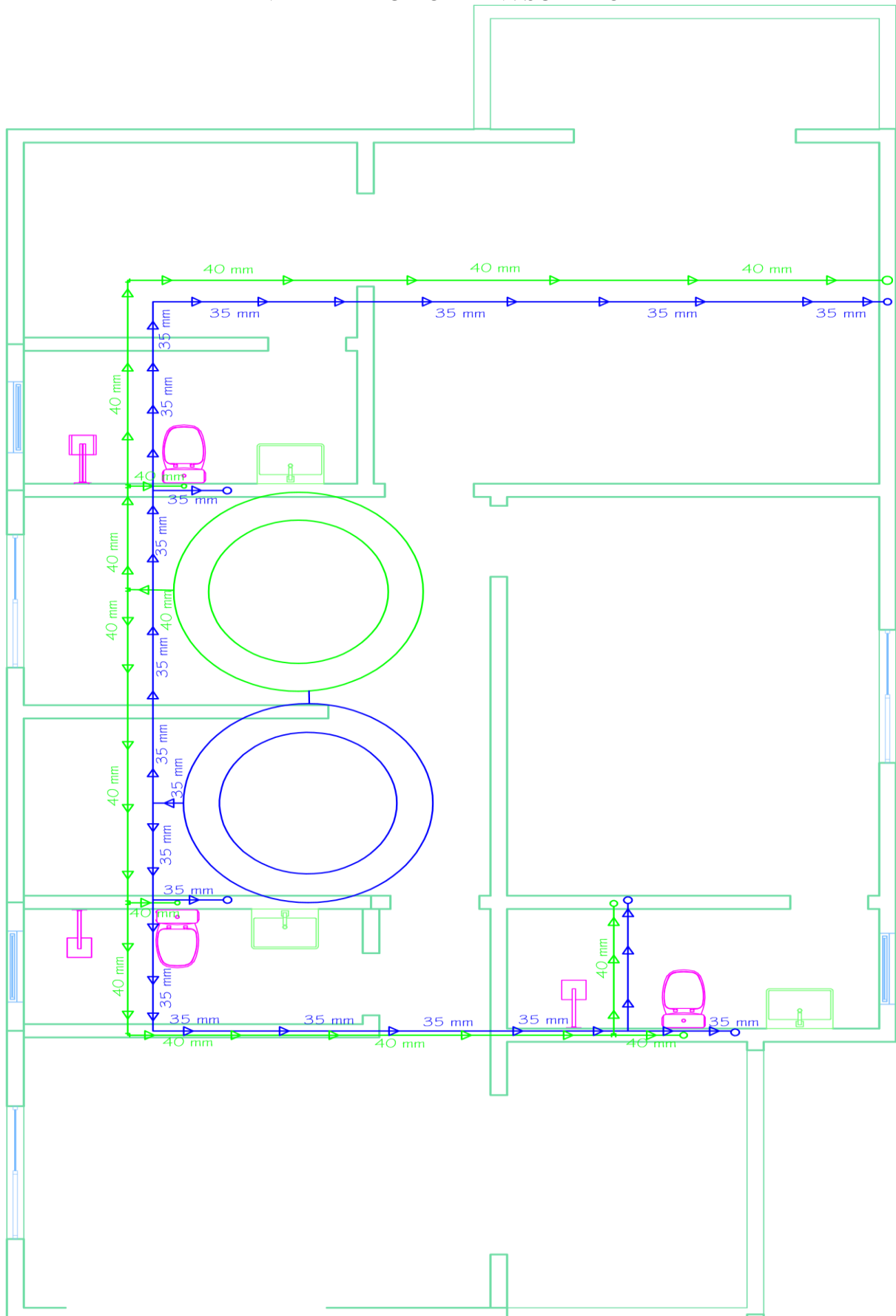


PLANTA DE DETALHAMENTO CAIXA D' ÁGUA

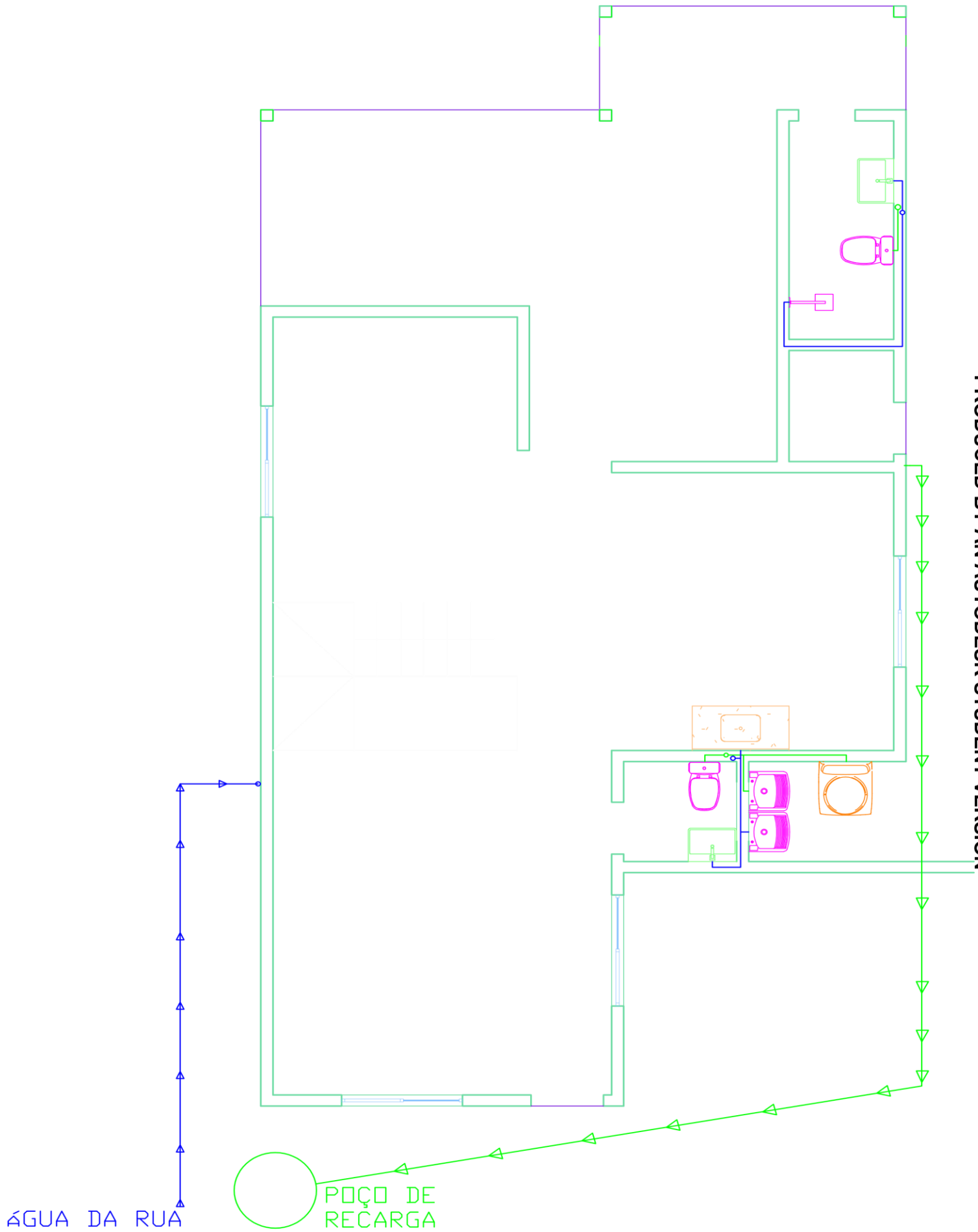


DETALHE EXECUTIVO HIDRAULICO  
LIGAÇÃO DAS CAIXAS D'ÁGUA

## PLANTA HIDRÁULICA PAV. SUPERIOR

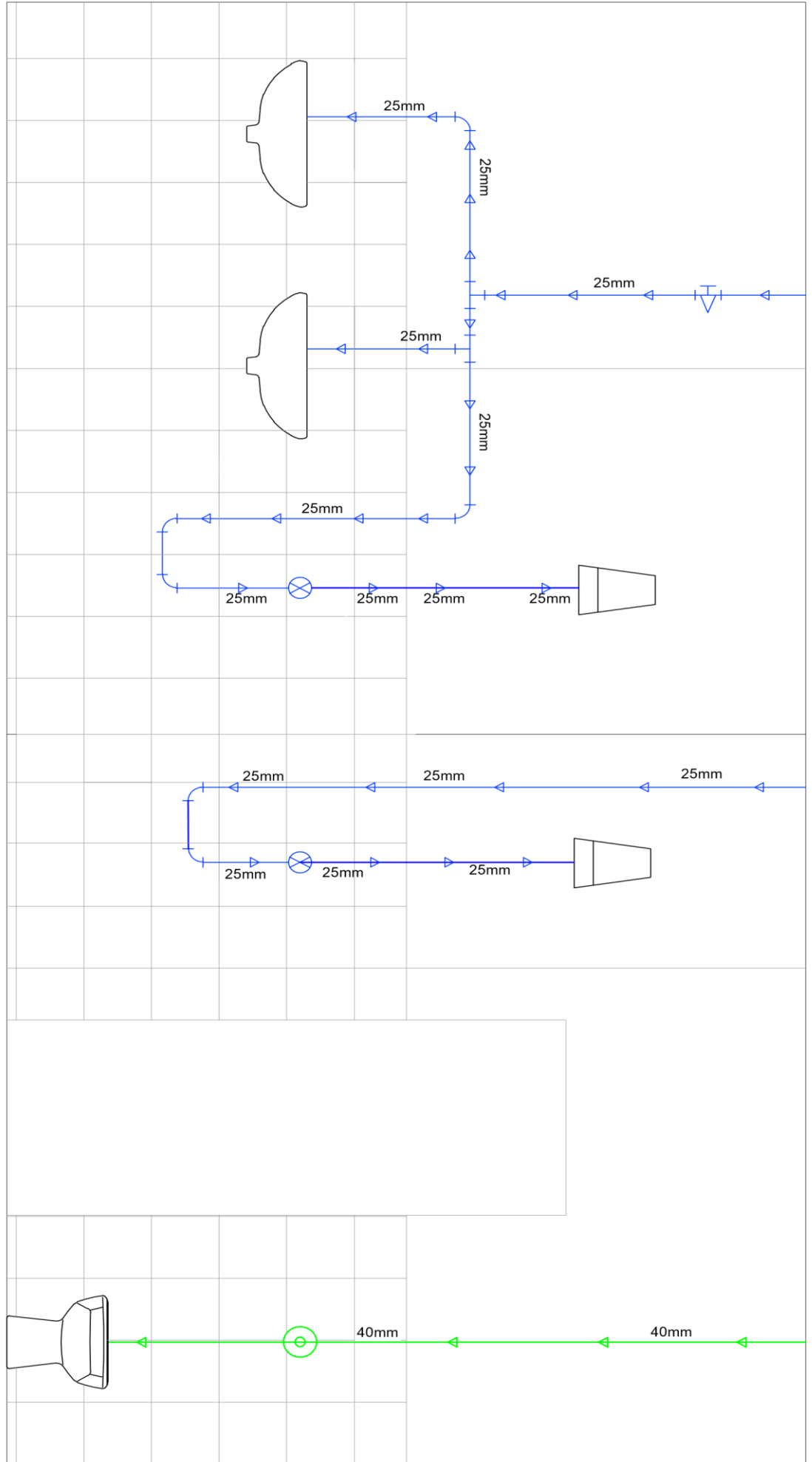


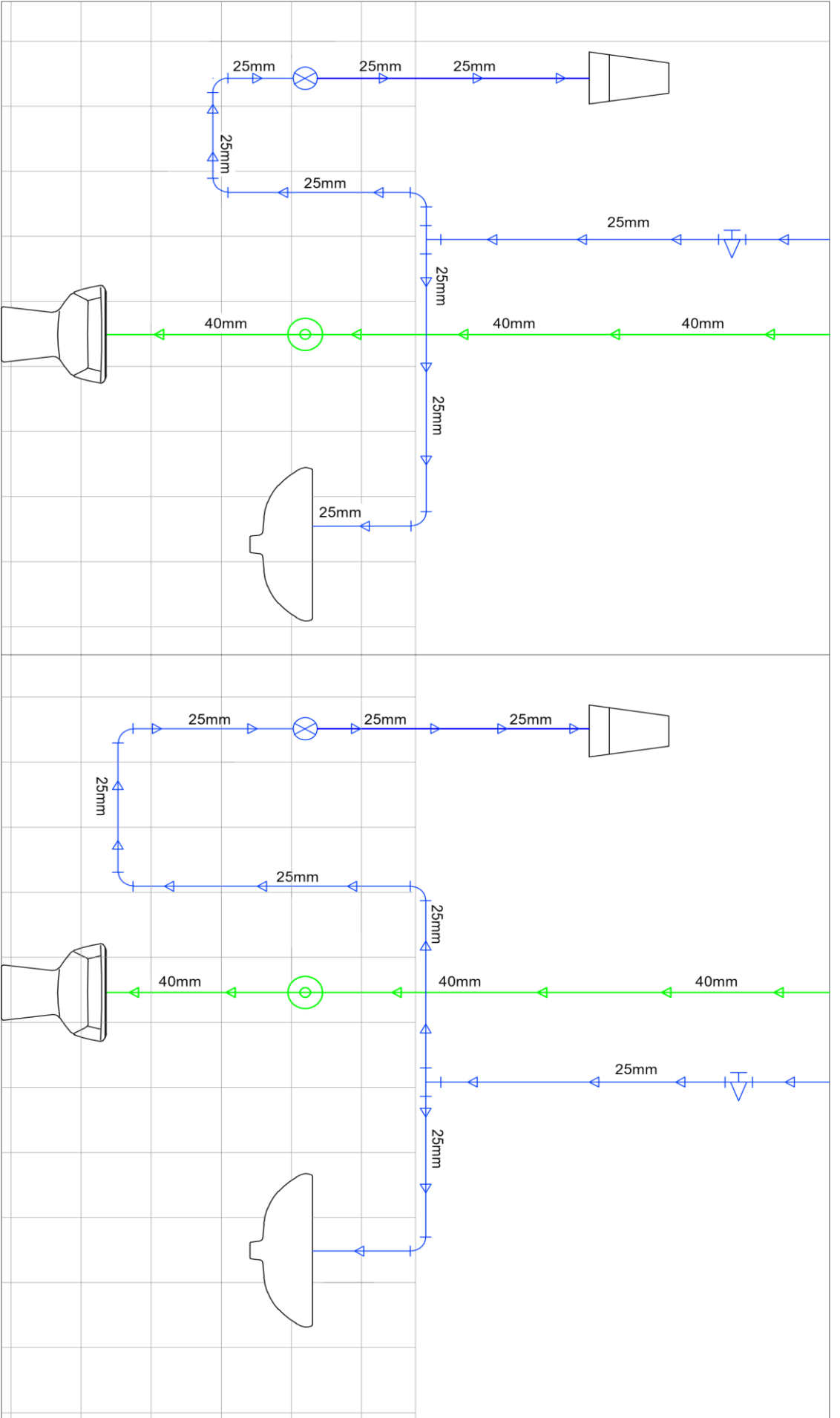
PLANTA HIDRÁULICA PAV. TÉRREO





# Banheiro Casal

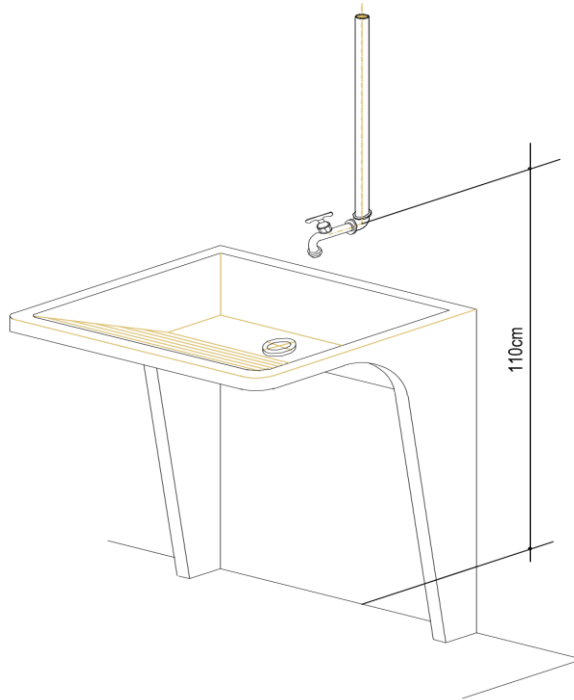




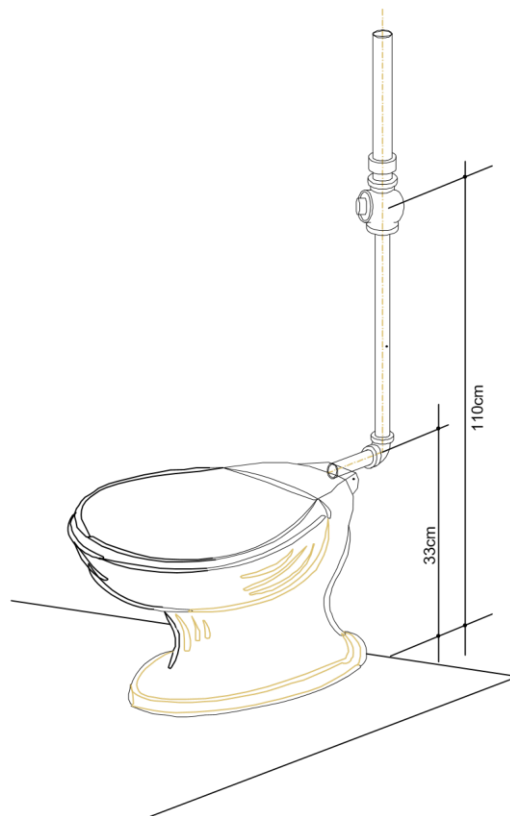
Banheiro Suíte 1

Banheiro Suíte 2



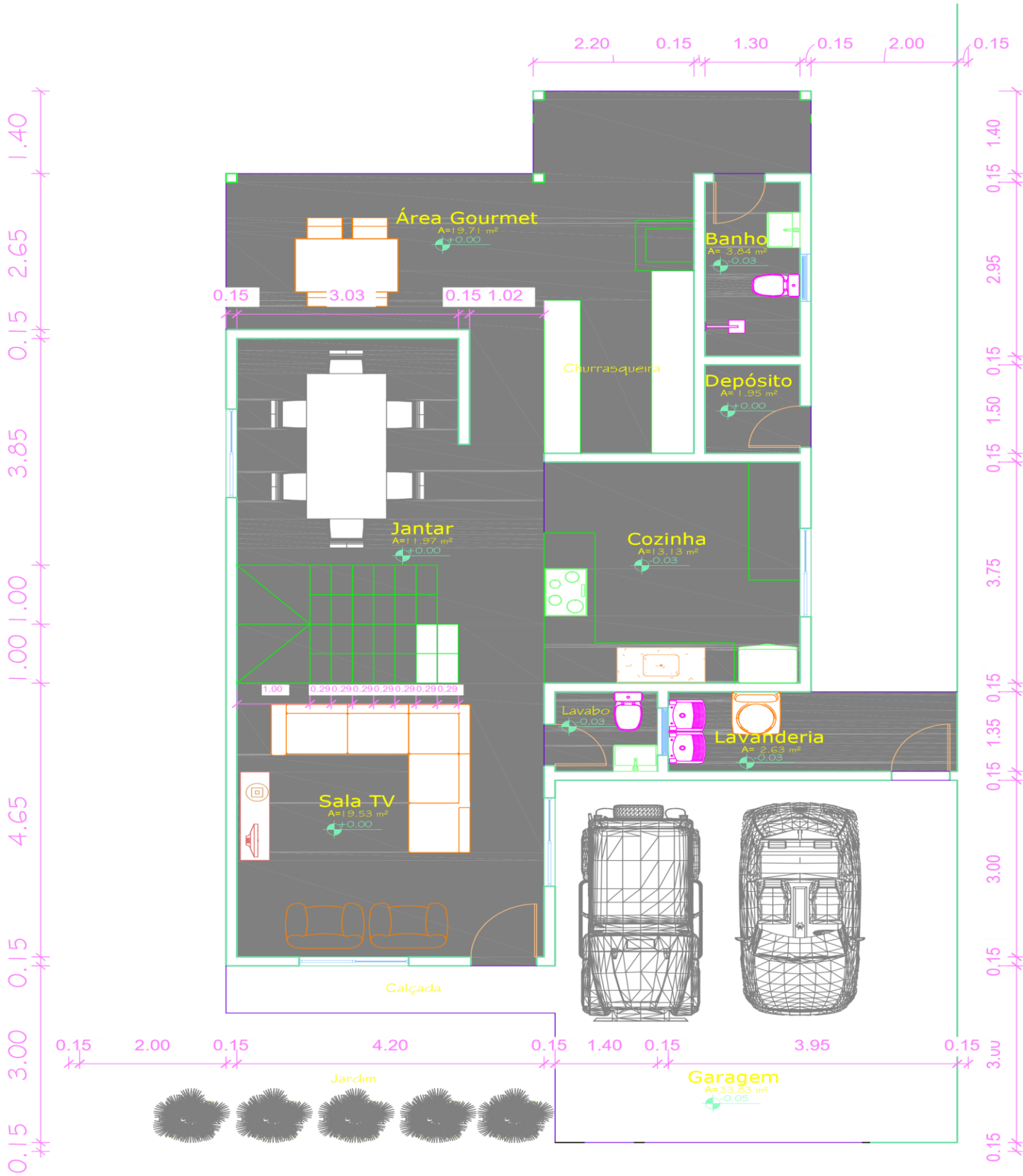


DETALHE EXECUTIVO HIDRAULICO  
RAMAL DO TANQUE



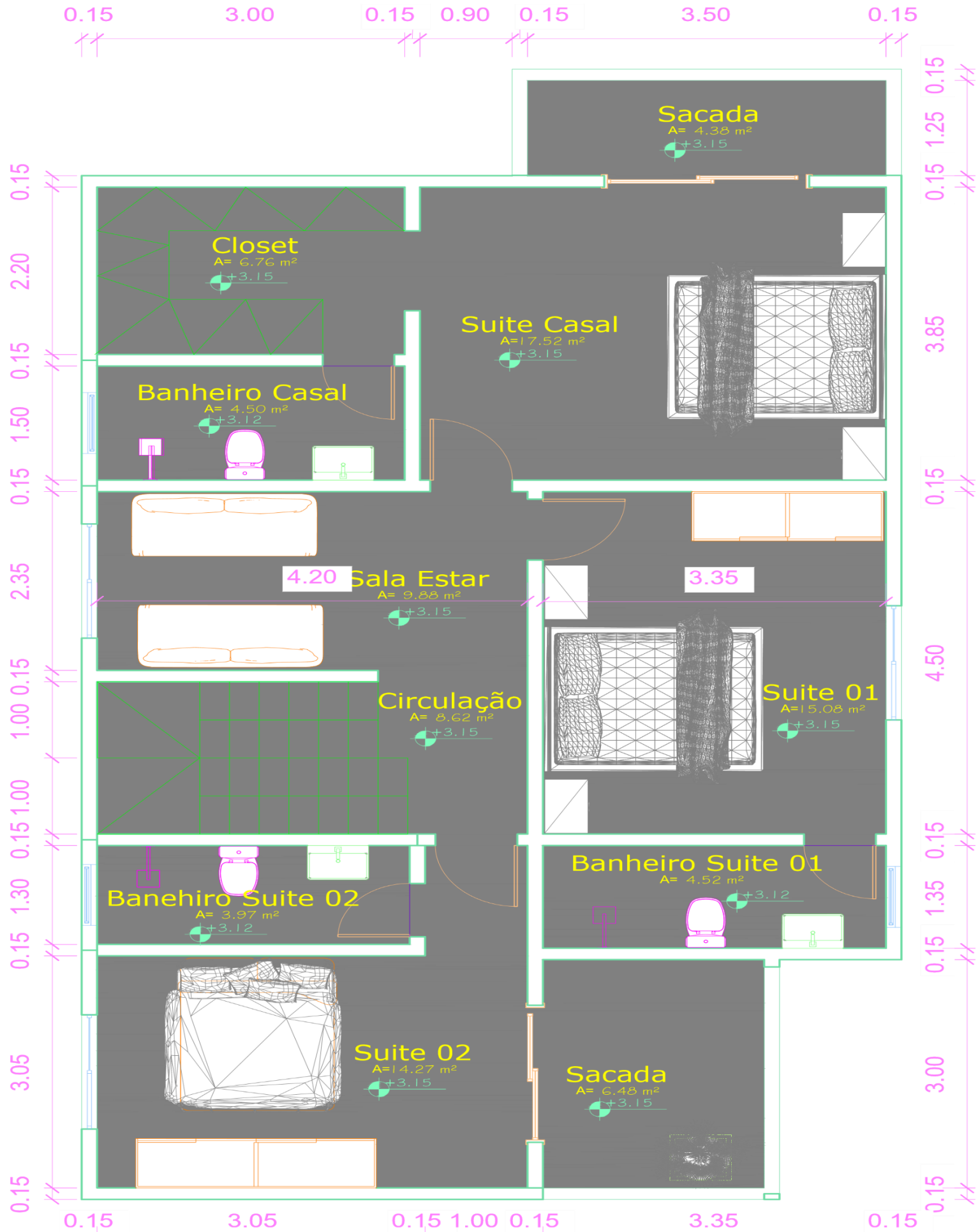
DETALHE EXECUTIVO HIDRAULICO  
RAMAL DO VASO

PLANTA BAIXA PAV. TÉRREO





## PLANTA BAIXA PAV. SUPERIOR



CORTE

