



FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE TEÓFILO OTONI
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

HUGO TANAN MACHADO

**VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS PROVENIENTES DE
PRECIPITAÇÕES PARA FINS RESIDENCIAIS NÃO POTÁVEIS.**

TEÓFILO OTONI - MG

2019

HUGO TANAN MACHADO

**VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS PROVENIENTES DE
PRECIPITAÇÕES PARA FINS RESIDENCIAIS NÃO POTÁVEIS.**

Artigo apresentado à Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo aluno Hugo Tanan Machado, orientado pelo Bruno Balarini Gonçalves.

Aprovado em __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Prof. Orientador Bruno Balarini Gonçalves

Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

Prof. Luísa Cangussú Fagundes Salomão

Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

Prof. Felipe Moreira Lagoas

Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

RESUMO

A água é um bem finito que deve ser utilizada da maneira mais consciente e racional possível, e suas fontes devem ser as mais variadas para que o risco de escassez seja cada vez menor. Nesse pensamento dentre as várias prováveis fontes renováveis de água destaca-se o aproveitamento de água proveniente da chuva que pode e deve ser reaproveitada para usos domésticos não potáveis, uma vez que este gera um volume extremamente alto e possibilita que o consumo de água potável diminua. Entretanto estas adaptações nas residências e edificações devem ser feitas por um profissional capacitado que irá se atentar a todas as normas e etapas construtivas para que se aproveite ao máximo todos os recursos sem riscos de contaminação da água ou algum tipo de incidente. Conclui-se então que quanto maior a quantidade de fontes hídricas menor serão os riscos de insuficiência deste bem que é essencial para a vida na Terra e que esta fonte citada é extremamente viável quando considerado todos os seus benefícios.

Palavras-chave: Água; consumo; escassez; fontes renováveis; reaproveitamento.

ABSTRACT

Water is a finite good that must be used as consciously and rationally as possible, and its sources must be varied to minimize the risk of scarcity. In this thought, among the several probable renewable sources of water, we highlight the use of rainwater that can and should be reused for non-potable domestic uses, since it generates an extremely high volume and allows the consumption of drinking water to decrease. However, these adaptations in homes and buildings must be made by a qualified professional who will pay attention to all standards and construction steps to make the most of all resources without risk of water contamination or any type of incident. It is concluded that the greater the amount of water sources the lower the risks of insufficiency of this good that is essential for life on Earth and that this source is extremely viable when considering all its benefits.

Keywords: Water; consumption; scarcity; renewable sources; reuse.

1. INTRODUÇÃO

A água apresenta propriedades únicas e diferentes de qualquer outra matéria em suas propriedades físicas e pode ser definida como essencial para a o surgimento e manutenção da vida, é utilizada em todas as suas formas e cada uma das suas propriedades tem a devida finalidade o que possibilita diversas atividades humanas, desde o próprio consumo, higiene, irrigação, produção de alimentos, dentre outros (DUARTE, 2014).

Encontrada na forma potável com abundância em algumas regiões do Brasil este bem infelizmente ainda é escasso em algumas áreas, regiões estas que em período de seca enfrentam uma grande dificuldade relacionada ao abastecimento de água potável e em virtude da desigualdade social este fator tende a se agravar cada vez mais (DE MENEZES OLIVO, 2014).

E para assegurar a disponibilidade de água no futuro e presente foi criada a Lei federal 9.433/97 conhecida como lei das águas, que dentre outras coisas tem o objetivo de propor o uso racional dos recursos hídricos, incentivarem a preservação e aproveitamento de águas pluviais para que não haja escassez deste recurso natural limitado que é dotado de valor econômico (LEI FEDERAL 9.433/97).

A agência nacional de águas (ANA, 2019) estima que 97,5% da água presente no mundo é salgada e não é adequada ao consumo direto nem à irrigação de plantação. Dos 2,5% de água doce, a maior parte (69%) é de difícil acesso, pois está concentrada nas geleiras, 30% são águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos) e 1% encontra-se nos rios.

Ainda segundo a ANA, o Brasil é o país com maior quantidade de água doce disponível no mundo, cerca de 12%. Entretanto a distribuição deste bem não tem equilíbrio, uma vez que a região norte do país que contem 5% da população brasileira desfruta de 80% de água disponível, já nas regiões próximas ao oceano Atlântico possuem cerca de 45% da população e podem contar com menos de 3% dos recursos hídricos do país, estas áreas estão entre as que mais sofrem com a falta de água no país.

A lei responsável pela criação da Agencia Nacional de Águas ANA é a Lei nº 9.984 – 2000, que se baseia na lei (LEI FEDERAL 9.433/97) onde esta menciona que a água é um bem de domínio público além de ser um recurso limitado, dotado de valor econômico e essencial para a vida de todos os seres vivos e que por ser um bem de domínio público seu acesso é regulado pelo governo federal e os estaduais, promovendo o uso múltiplo e sustentável das atuais e futuras gerações.

Desta forma a falta deste bem deve ser levada a um nível alto de preocupação uma vez que várias regiões do Brasil vivem uma crise hídrica considerável e a cultura do desperdício infelizmente ainda reina e para que esta situação não se generalize é de suma importância procurar e executar atividades que reaproveite o máximo deste bem e a busca por soluções deve ser incessante.

Com o intuito de minimizar os efeitos negativos da falta de água, várias medidas podem ser tomadas, dentre elas o reaproveitamento de água das precipitações, se mostra eficiente e economicamente viável, uma vez que as adaptações para esta finalidade não dispõem de grandes investimentos.

A busca por novos meios de abastecimento de água tem despertado a atenção do mundo inteiro, exemplo disso é a Organização das Nações Unidas (ONU 2019) que disponibilizou em seu site 17 objetivos para transformar o mundo melhorando a vida das pessoas mundo e dentre estes objetivos o 6º é assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos. Neste objetivo vale ressaltar algumas partes que mostram o quão promissor é buscar novos meios de abastecimentos de água, uma vez que a ONU impõe como metas melhorias neste tema. Entre os objetivos estão:

“- Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água;

- Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso;

- Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento “(ONU 2019).

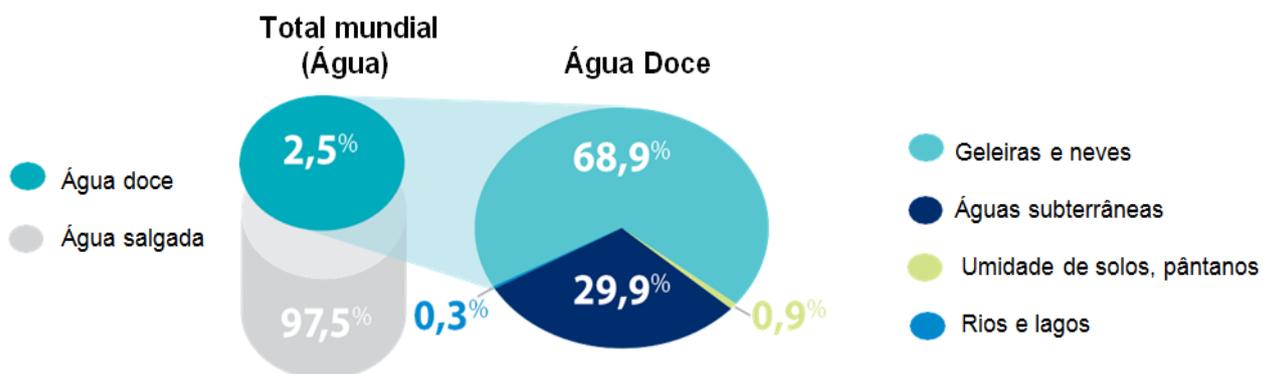
2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 DISTRIBUIÇÕES DA ÁGUA NO PLANETA

Segundo o ministério do meio ambiente (MMA, 2019) cerca de 70% da superfície da Terra é constituída por água, um valor que não varia consideravelmente com o passar do tempo. Ainda segundo o ministério do meio ambiente de toda água presente no planeta 97,5% é salgada. Dos 2,5 % de água doce, 68,9% são encontradas em geleiras ou em neves externas,

as águas subterrâneas representam 29,9%, a umidade dos solos e dos pântanos é quantificada em 0,9% e apenas 0,3% da água doce está disponível em rios e lagos. Abaixo na figura 1 o gráfico representa a distribuição de água no mundo.

Figura 1 - Água no planeta



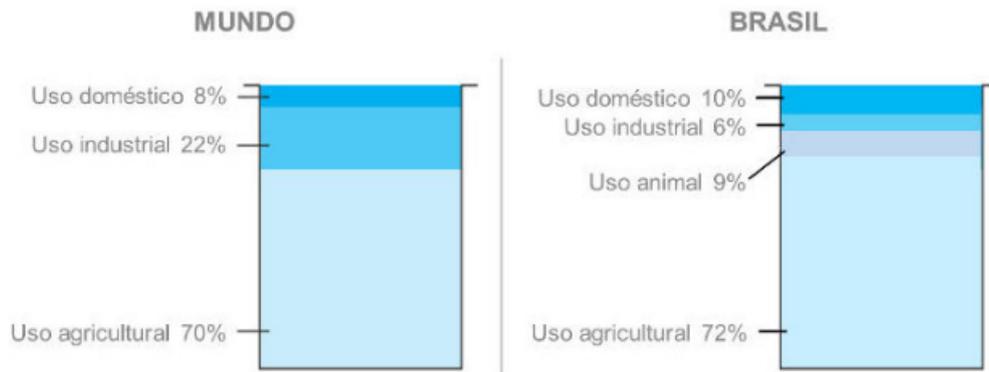
Fonte: Ministério do meio ambiente modificado 2019

2.2 USOS DA ÁGUA NO MUNDO E NO BRASIL

Se tratando de utilização da água a ANA divulgou em 2016 o índice de risco de escassez de água onde diz a nível mundial que cerca de 70% da água é utilizada em aplicações no setor de agricultura, a indústria é responsável por consumir aproximadamente 22% deste bem e o uso para fins domésticos compreende apenas 8%. No Brasil estes números não são muito diferentes, 72% da água são destinados para agricultura, 9% vai para dessedentação animal (em setores como a pecuária), 6% deste bem é utilizado na indústria e 10% tem fins domésticos. A figura 2 logo abaixo, representa as utilizações de água no Brasil e no mundo.

Figura 2 – Utilização da água no Brasil e no mundo

Índice de risco de escassez de água



Fontes: Mundo: "Water for People, Water for Life" United Nations World Water Development Report, UNESCO, 2003; Brasil: Agência Nacional de Águas, 2016

Fonte: ANA 2016

2.3 PRECIPITAÇÃO

O processo de precipitação consiste no retorno da água dissolvida na atmosfera para a superfície terrestre na forma líquida (chuvas) ou sólida (neve, granizo). Começando pelo processo de evaporação, quando a água passa da sua fase líquida para a fase vapor que se encontra na atmosfera na forma de nuvem e que quando tem perda na temperatura chega a seu ponto de orvalho que tem como característica a igualdade da pressão parcial é igual à pressão de vapor de água, fazendo assim acontecer o condensamento que formam as gotículas (SANTOS, 2016).

2.3.1 DADOS PLUVIOMÉTRICOS NA CIDADE DE TEÓFILO OTONI/MG

Através do site do Instituto Nacional de Meteorologia foram obtidos os valores das precipitações acumuladas mensal e anual entre os períodos de 01/01/1961 a 31/12/1990 representados na figura 3. Estudo feito em um período de 30 anos consecutivo todos os que ainda segundo o (INMET, 2018) são definidas pela Organização Meteorológica Mundial como padrões climatológicos normais para os valores médios calculados.

Figura 3 – Precipitação média acumulada entre os anos de 1961 e 1990

Normais Climatológicas de Teófilo Otoni-MG 1961-1990	
Código da Estação 83492	
Mês	Precipitação Acumulada em (mm)
Janeiro	133,6
Fevereiro	100,4
Março	92,1
Abril	57,5
Maio	25,9
Junho	20,5
Julho	30,1
Agosto	17,8
Setembro	26,2
Outubro	107,2
Novembro	165,1
Dezembro	182,8
Ano	959,1

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia modificado (INMET, 2018)

Dentre o período de 1961 1990 obteve-se também o valor máximo absoluto em milímetros da precipitação acumulada em 24 horas em cada um dos estudos representados na figura 4.

Figura 4 – Máximo Absoluto da Precipitação acumulada em 24 horas entre os anos de 1961e1990

Máximo Absoluto de Precipitação Acumulada em 24 horas (mm)	
Ano	1975
Janeiro	65 (mm)
Ano	1986
Fevereiro	68,1 (mm)
Ano	1964
Março	108,1 (mm)
Ano	1978
Abril	46,3 (mm)
Ano	1968
Maió	50,6 (mm)
Ano	1972
Junho	32,8 (mm)
Ano	1965
Julho	28,9 (mm)
Ano	1968
Agosto	28,7 (mm)
Ano	1976
Setembro	53,8 (mm)
Ano	1965
Outubro	79,6 (mm)
Ano	1975
Novembro	150,3 (mm)
Ano	1979
Dezembro	83 (mm)
Ano	1975
Valor	150,3 (mm)

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia modificado (INMET, 2018)

Instituto Nacional de Meteorologia também disponibiliza os valores das precipitações acumuladas mensal e anual entre os períodos de 01/01/1981 a 31/12/2000 representados na figura 5.

Figura 5 – Precipitação média acumulada entre os anos de 1981 e 2000

Normais Climatológicas de Teófilo Otoni-MG 1981-2000	
Código da Estação 83492	
Mês	Precipitação Acumulada em (mm)
Janeiro	127,8
Fevereiro	99,5
Março	153,3
Abril	78,8
Mai	30,4
Junho	18,6
Julho	25,9
Agosto	20,3
Setembro	34,6
Outubro	72,9
Novembro	188,7
Dezembro	213,7
Ano	1064,5

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia modificado (INMET, 2018)

Dentre o período de 1981 e 2000 obteve-se também o valor máximo absoluto em milímetros da precipitação acumulada em 24 horas em cada um dos estudos representados na figura 6.

Figura 6 – Máximo Absoluto da Precipitação acumulada em 24 horas entre os anos de 1981 e 2000

Máximo Absoluto de Precipitação Acumulada em 24 horas (mm)	
Ano	2000
Janeiro	89,6 (mm)
Ano	2002
Fevereiro	246,4 (mm)
Ano	1981
Março	102,7 (mm)
Ano	1997
Abril	68,7 (mm)
Ano	1993
Mai	41,3 (mm)
Ano	2001
Junho	35,4 (mm)
Ano	2004
Julho	27,3 (mm)
Ano	2005
Agosto	28,2 (mm)
Ano	1996
Setembro	41 (mm)
Ano	2004
Outubro	120,1 (mm)
Ano	2008
Novembro	96,5 (mm)
Ano	2004
Dezembro	120,7 (mm)
Ano	2002
Valor	246,4 (mm)

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia modificado (INMET, 2018)

2.3.2 APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA E SEUS BENEFÍCIOS

O sistema de aproveitamento de água de chuva deve ser executado por profissionais habilitados que irão utilizar as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 10.844:1989 NBR 5626:1998 e NBR 15.527:2007, uma vez que o aproveitamento dessa água, sem a devida cautela, pode provocar transmissão de doenças, pois a água de escoamento inicial (ou água de limpeza do

telhado) pode conter poeira, poluentes, insetos, folhas, além de fezes e urina de pequenos animais, como pássaros e roedores, entretanto esta primeira água que irá limpar tais impurezas deve ser descartada.

Em seguida, a água de chuva deve ser filtrada e tratada e acumulada em reservatório apropriado. Após essa fase conforme prevê a resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, a água precipitada pode ser empregada em usos não potáveis, para fins urbanos como: descargas de bacias sanitárias, irrigação, usos industriais, entre outros. Dentre os benefícios do aproveitamento desta água vale destacar a redução no consumo de água potável, redução da conta de água e redução do volume de água direcionado ao sistema de drenagem urbana dentre outros (MAY, 2004).

2.4 SISTEMAS DE COLETA DA ÁGUA PLUVIAL

A água coletada da chuva passará por dois filtros o primeiro uma grade que deverá ser instalada sobre a calha que captará a chuva, logo após na saída da tubulação desta mesma calha terá um segundo filtro chamado de grelha flexível, logo após a primeira água seguirá para o descarte inicial, um sistema automático que após preenchimento do seu volume total, destina toda a água precipitada para o reservatório superior sem o auxílio de máquinas ou bombas, a água que cair sobre o telhado passará pela calha, tubulação e filtro chegando ao reservatório apenas com a força da gravidade.

Depois de armazenada no reservatório superior, a água estará disponível para ser utilizada em fins não potáveis como descargas sanitárias, e irrigação de jardins e hortas. O reservatório contará ainda com a possibilidade de abastecimento da rede pública, que deverá ser acionada quando necessário através de um registro (GSD ENGENHARIA, 2018). Na imagem 7 é apresentado o modelo de captação de distribuição por gravidade.

Figura 7 – Sistema por gravidade



Fonte: Modificado GSD Engenharia 2018

2.4.1 MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

Para normatizar os projetos de reservatório de distribuição de água para abastecimento público existe desde 1994 a NBR 12217, que fixa as condições exigíveis na elaboração destes projetos (ABNT NBR 12217/1994).

A forma deste reservatório deve auxiliar na maior economia possível, seja ela na estrutura, utilização de área disponível equipamento para interligação e manutenção destas unidades. (ABNT NBR 12217/1994). Portanto foi escolhido um tanque com formato que proporciona a menor altura útil possível, para que o projeto contenha apenas reservatórios superiores.

Ainda segundo a NBR 12217 os materiais que compõem este reservatório só podem

ser escolhidos após análise de estudos técnicos e econômicos. Neste caso foi escolhido um que contem proteção antibacteriana.

Em relação aos métodos existe uma simplificação da NBR 15527/2007, em que relata que o volume de água da chuva que será aproveitado tem relação com o coeficiente de escoamento superficial da cobertura escolhida, além de ter influência do volume precipitado, área de coleta e descarte da primeira água da chuva que servirá para limpar o telhado (ABNT NBR 15527/2007). Na figura 12 é informado como o cálculo do volume de chuva aproveitável.

Figura 12 – Formula para cálculo do volume de chuva utilizado

4.3.4 O volume de água de chuva aproveitável depende do coeficiente de escoamento superficial da cobertura, bem como da eficiência do sistema de descarte do escoamento inicial, sendo calculado pela seguinte equação:

$$V = P \times A \times C \times \eta_{\text{fator de captação}}$$

onde:

V é o volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável;

P é a precipitação média anual, mensal ou diária;

A é a área de coleta;

C é o coeficiente de escoamento superficial da cobertura;

$\eta_{\text{fator de captação}}$ é a eficiência do sistema de captação, levando em conta o dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial, caso este último seja utilizado.

Fonte: ABNT NBR 15527/2007

2.4.2 O RESERVATÓRIO TANQUE ANTIBACTERIANO 1000 LITROS

Após análises dos critérios estabelecidos pelas NBR 12217/1994 e NBR 15527/2007 foi escolhido o tanque Antibacteriano de 1000 litros da marca Fortlev representado na figura 8 com dimensões detalhadas na figura 9 que tem o polietileno como matéria-prima e sua proteção antibacteriana que é adicionada diretamente no polietileno. Esta proteção impede a fixação e proliferação de bactérias na parede do reservatório, e age matando os microrganismos pelo contato físico com a superfície interna do reservatório sem risco de contaminação da água. Este benefício segundo a Fortlev 2019 é garantido por toda vida útil do produto. Entretanto esta tecnologia não ausenta a necessidade de limpeza do reservatório que deve ser feita a cada 6 meses (CATÁLOGO TÉCNICO FORTLEV, 2016). A interligação entre os tanques para aumentar a capacidade de armazenagem é demonstrada na figura 10.

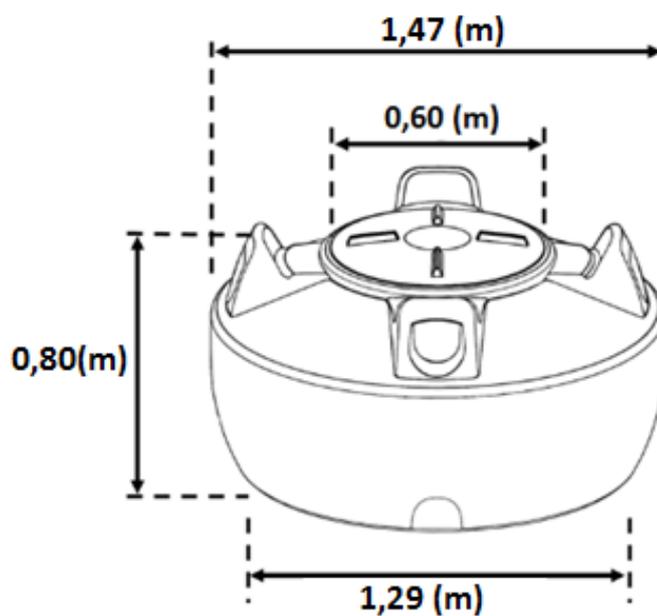
Figura 8 – Imagem ilustrativa do reservatório



Fonte: CATÁLOGO TÉCNICO FORTLEV 2016

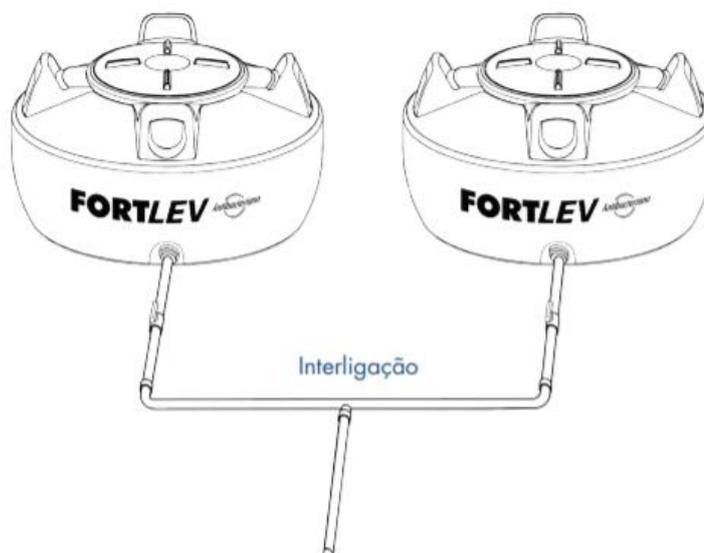
As dimensões do tanque reservatório são especificadas na imagem abaixo.

Figura 9 – Dimensões do reservatório em metros



Fonte: MODIFICADO CATÁLOGO TÉCNICO FORTLEV 2016

Figura 10 – Interligação dos tanques para aumento de capacidade



Fonte: catálogo técnico fortlev 2016

2.4.3 SIFÃO LADRÃO

É um equipamento feito de polietileno utilizado para o extravaso do excedente de água do reservatório, que é quando o mesmo chega ao seu limite máximo de capacidade e o excedente de água será direcionado para galeria pluvial. Devido ao seu formato este sifão impede a entrada de agentes externos que possam vir a contaminar a água armazenada (ACQUASAVE, 2019). Abaixo na figura 11 é representado o modelo deste sifão.

Figura 11 – Sifão ladrão



Fonte: AcquaSave 2019

2.4.4 FREIO D'ÁGUA

Equipamento demonstrado na figura 12 tem função importante para o aproveitamento de água da chuva, pois além de frear a água que entra no reservatório evitando o turbilhonamento do material sólido encontrado no fundo do reservatório este auxilia ainda na oxigenação da água contida no reservatório melhorando sua qualidade e aumentando sua durabilidade (ACQUASAVE, 2019).

Figura 12 – Freio d'água



Fonte: AcquaSave 2019

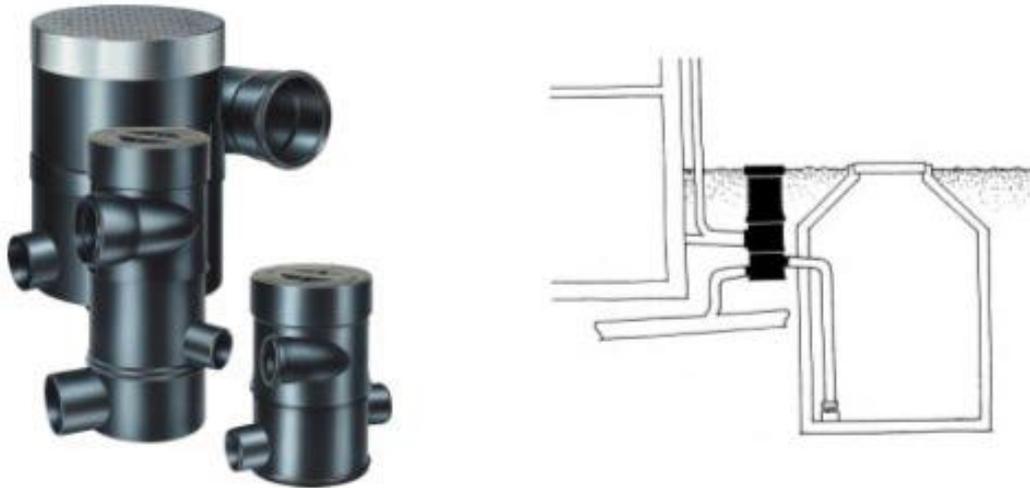
2.4.5 FILTRO VORTEX (WFF)

Este filtro deverá ser instalado no ponto de união da tubulação que drena a água da chuva de diversos condutores verticais. Tem a função de filtragem que garante eficiência ao separar as impurezas como folhas, galhos, insetos, musgo e ainda proporciona uma perda de água mínima além de fácil manutenção. Dentre as suas qualidades vale destacarem.

- É dimensionado para telhados com áreas de até 200m²;
- Capta aproximadamente 90% da água precipitada;
- Filtra partículas com dimensões de 0,28mm acima;
- Dispõe de polipropileno em seu exterior e elemento filtrante feito em aço inox;
- Evita entupimentos, pois não existe redução de tubulação;
- Manutenção e instalações simples;

- Dispõe de um prolongador que possibilita a instalação a qualquer profundidade (AQUASTOCK 2019). O filtro é ilustrado na figura 13 logo abaixo.

Figura 13 – Filtro Vortex (WFF)



Fonte: Aquastock 2019

2.4.6 GRELHA FLEXÍVEL E GRADE PARA CALHA

Para evitar que os condutores verticais tenham obstruções de sujeiras do telhado é recomendado instalar a grade representada na figura 15 e a grelha flexível ilustrada na figura 14 que é utilizada nos bocais das calhas que serve como primeiros filtros de partículas maiores. O carregamento destas impurezas gera uma perda de cerca de 10% da água captada (COSTA, 2011).

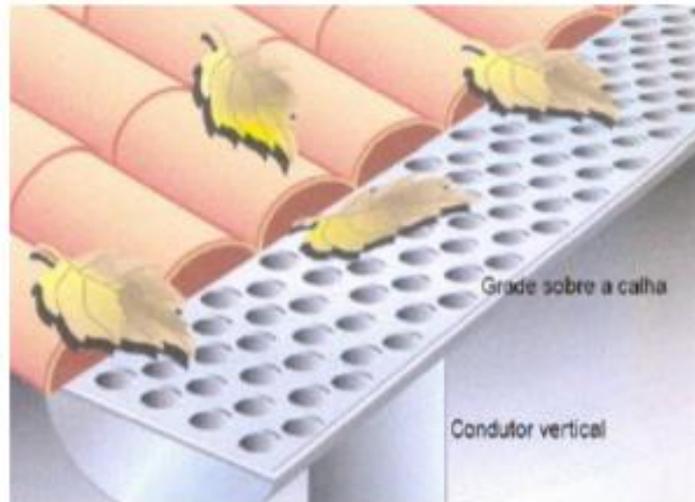
Figura 14 – Grelha Flexível



Fonte: Catalogo Tigre 2016

A ilustração da grade colocada acima da calha para obstrução da passagem de resíduos maiores tem o seguinte modelo da imagem abaixo.

Figura 15 – Grade para calha



Fonte: Costa 2011

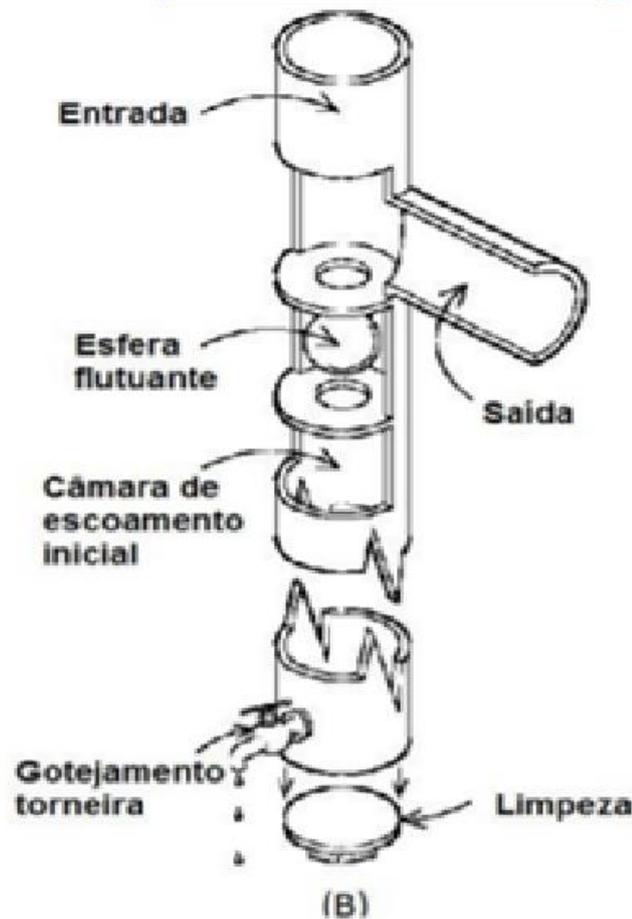
2.4.7 DESCARTE DA PRIMEIRA ÁGUA

A NBR 15.527 (2007) da ABNT estabelece o escoamento inicial como a “água proveniente da área de captação suficiente para carregar a poeira, fuligem, folhas, galhos e detritos”. Água que deve impreterivelmente ser descartada, pois pode causar danos a saúde humana.

Segundo a NBR 13.969(1997) da ABNT, o descarte de 1,5mm ou 1,0mm atende a todos os limites estabelecidos, inclusive com relação a coliformes totais.

O dispositivo escolhido para descarte da primeira água representado na figura 16 tem um funcionamento bem simples onde o desvio para o reservatório é feito por uma válvula de esfera, onde a medida que o nível da água vai subindo no tubo, a esfera vai se elevando até obstruir a abertura do fluxo de descarte (COSTA, 2011).

Figura 16 Dispositivo de descarte da primeira água



Fonte: COSTA, 2011

2.5 CONSUMOS DE ÁGUA NA RESIDENCIA

Em nível de consumo residencial foram considerados a utilização da bacia sanitária e da torneira utilizada para regar jardins ou efetuar a limpeza da residência.

Existem alguns estudos que determinam o consumo por aparelho residencial, dentre estas pesquisas vale ressaltar estudo feito pelo (OKAMURA, 2006), que define que a utilização da bacia sanitária é feita em média 4 vezes por pessoa.

Segundo a (CELITE, 2019) o consumo de bacias sanitárias antigas é por volta de 18 litros por descarga, já os modelos mais recentes consomem cerca de 6 litros por descarga, e em alguns modelos que dispõem de acionamento duplo tem-se a possibilidade de acionamento com 6 litros e 3 litros.

Já o (BARRETO, 2008) em estudo feito em duas cidades inglesas resalta que cada pessoa utiliza de 30 a 33 litros por dia só com a utilização da descarga nos vasos sanitários.

Completa ainda que na simples atividade regar o jardim da residência pode consumir até 3,8 litros por dia e a irrigação do gramado cerca de 0,3 litros ao dia, então:

Consumo diário:

$$3,8 + 0,3 = 4,1 \frac{\text{litros}}{\text{dia}}$$

Consumo mensal:

$$4,1 \times 30 = 123 \frac{\text{litros}}{\text{mês}}$$

Vale ressaltar que os valores utilizados são apenas uma média para cálculo, uma vez que o consumo pode variar de acordo a localidade ou a pessoa que esteja utilizando os aparelhos favorecidos pela água reutilizada.

O consumo mensal médio calculado da bacia sanitária, levando em conta que a casa dispõe 3 quartos e que em cada quarto residam 2 pessoas, o total será de 6 pessoas na residência e como cada pessoa utiliza em média 33 litros por dia apenas com a descarga, segundo (BARRETO, 2008), então:

Consumo bacias sanitárias diário:

$$6 \times 33 = 198 \frac{\text{litros}}{\text{dia}}$$

Consumo bacias sanitárias mensal:

$$198 \times 30 = 5940 \frac{\text{litros}}{\text{mês}}$$

Portanto somando se o consumo das bacias sanitárias rega de jardim e irrigação de gramado tem:

Consumo total anual:

$$(123 + 5.940) \times 12 = 72.756,0 \frac{\text{litros}}{\text{ano}}$$

2.6 CAPACIDADES DE CAPTAÇÃO DO SISTEMA

Com base em todos os dados levantados e com objetivo de calcular um valor final aproximado de água que o sistema é capaz de captar, foram feitos os seguintes cálculos:

A área do telhado do projeto é de 90,505 m².

A média de chuva considerada será a média anual entre os anos de 1981 e 2000 mediu-se 1064,5 mm.

Considerando que haja este fenômeno novamente a capacidade de absorção de água do telhado do projeto será de:

Média de precipitação anual:

$$90,505 \times 1064,5 \approx 96.342,0 \frac{\text{litros}}{\text{ano}}$$

Média de precipitação mensal:

$$96342 \div 12 \approx 8.028,0 \frac{\text{litros}}{\text{mês}}$$

Entretanto o filtro utilizado descarta cerca de 10% da água para limpeza da mesma e descarte de impurezas. E segundo (MARTISON & THOMAS). DACACH (1983) é recomendado o descarte de 0,8 a 1,5L por metro quadrado de telhado.

Descarte do filtro:

$$8.028,0 \times 10\% \approx 803 \text{ litros}$$

Descarte da primeira água:

$$90,505 \times 1,0 \approx 90,5 \text{ litros}$$

Total de descarte:

$$803 + 90,5 = 893,5 \text{ litros}$$

Quantidade final da água disponível

$$8.028 - 893,5 = 7134,5 \frac{\text{litros}}{\text{mês}}$$

$$7134,5 \times 12 = 85.614,0 \frac{\text{litros}}{\text{ano}}$$

2.7 DIMENSIONAMENTOS DOS RESERVATÓRIOS

A NBR 15527/2007 estabelece um método que pode ser utilizado para cálculo do volume do reservatório que é adotar o menor valor entre 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual de precipitação aproveitável (DA COSTA LEITE, 2015). Neste caso o menor valor e o que será considerado é o do consumo. Então:

Volume total dos reservatórios:

$$72.756,0 \times 6\% = 4.365,36 \text{ litros}$$

Como o volume máximo do reservatório escolhido é de 1000 litros, então serão utilizados 5 reservatórios, totalizando uma capacidade de reserva de 5000 litros.

3. METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho foi baseado em um levantamento de dados pluviométricos realizados entre os anos de 1961 a 2000 na região de Teófilo Otoni/MG pelo Instituto Nacional de Meteorologia. Com base no levantamento de dados, foi realizada a obtenção de dados complementares seguindo a seguinte ordem:

- (1°) Leitura analítica com intuito de qualificar e quantificar as informações;
- (2°) Separação de dados pertinentes ao assunto;
- (3°) Interpretação de resultados e dados levantados;
- (4°) Aplicação dos dados no projeto modelo;
- (5°) Transcrição esclarecimento dos resultados.

Após a pesquisa foi feita a leitura analítica para qualificar e quantificar as informações disponibilizadas pelo INMET em sua plataforma disponível no site, fazendo com que a separação dos dados necessários fosse a mais sucinta possível, o que auxiliou na interpretação e aplicação dos dados no projeto modelo para que fosse transcrito e esclarecido os resultados encontrados.

3.1 O PROJETO

O projeto seguirá o padrão apresentado pela CAIXA HABITAÇÃO 2016, que disponibiliza projetos modelos de padrão popular, neste caso foi escolhido um modelo de casa duplex com dois pavimentos, área total de 202m². Contendo 3 quartos (sendo um deles suíte, 3 banheiros (contando com o banheiro da suíte), sala de estar, sala de jantar, cozinha, área de serviço, garagem e jardim de inverno.

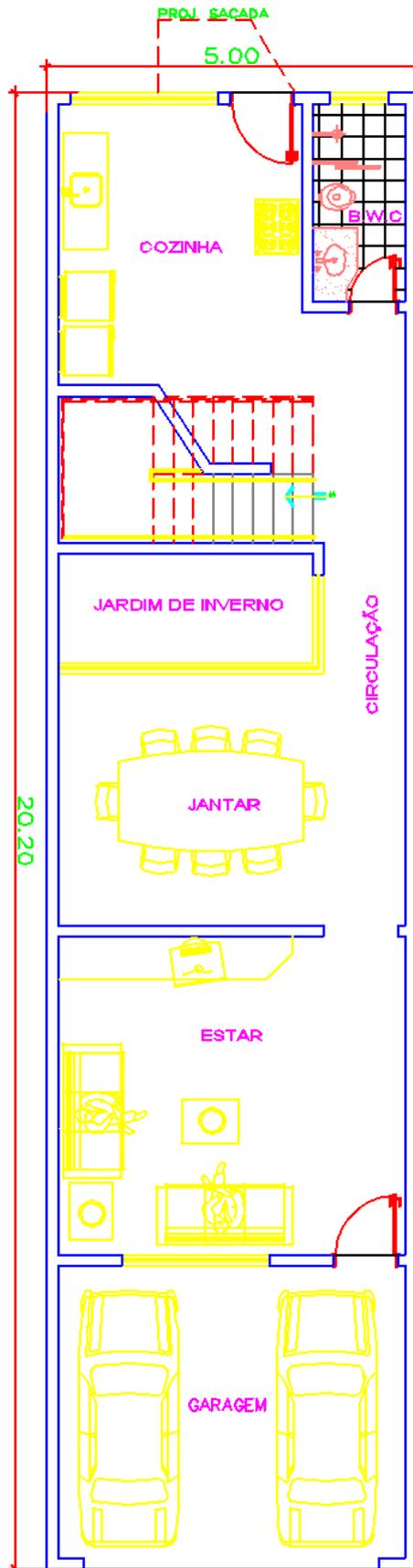
O reservatório será dimensionado de maneira a ter a quantidade suficiente de metros de coluna d'água para abastecer a residência sem bombeamento e em relação ao seu volume será levado em consideração a capacidade de absorção do telhado da residência e o volume médio máximo anual precipitado entre os anos de 1981 e 2000, considerando capacidade máxima de armazenamento e utilização pelo maior prazo possível.

As instalações hidráulicas serão dimensionadas de acordo a NBR 10844/89 – Instalações Prediais de Águas Pluviais – Procedimento e NBR 5626/98 – Instalação Predial de Água Fria.

A intenção final é demonstrar o quão simples é se utilizar um sistema deste tipo em qualquer residência ou edificação, comprovando a eficiência na redução do consumo hídrico da rede pública e tendo como consequência inúmeras vantagens como diminuição na conta de água, ajudar o meio ambiente, e evitar a escassez deste bem essencial.

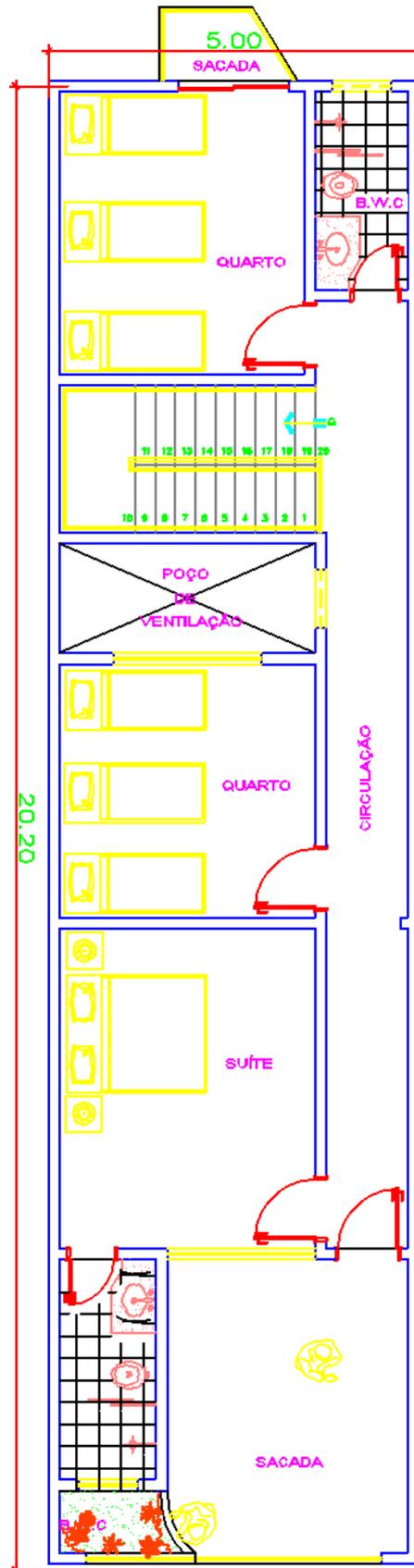
Abaixo na figura 17 tem-se a planta baixa do pavimento térreo e na figura 18 a planta do primeiro pavimento, fornecida pela caixa habitação.

Figura 17 – Planta baixa Térreo



Fonte: Caixa 2016

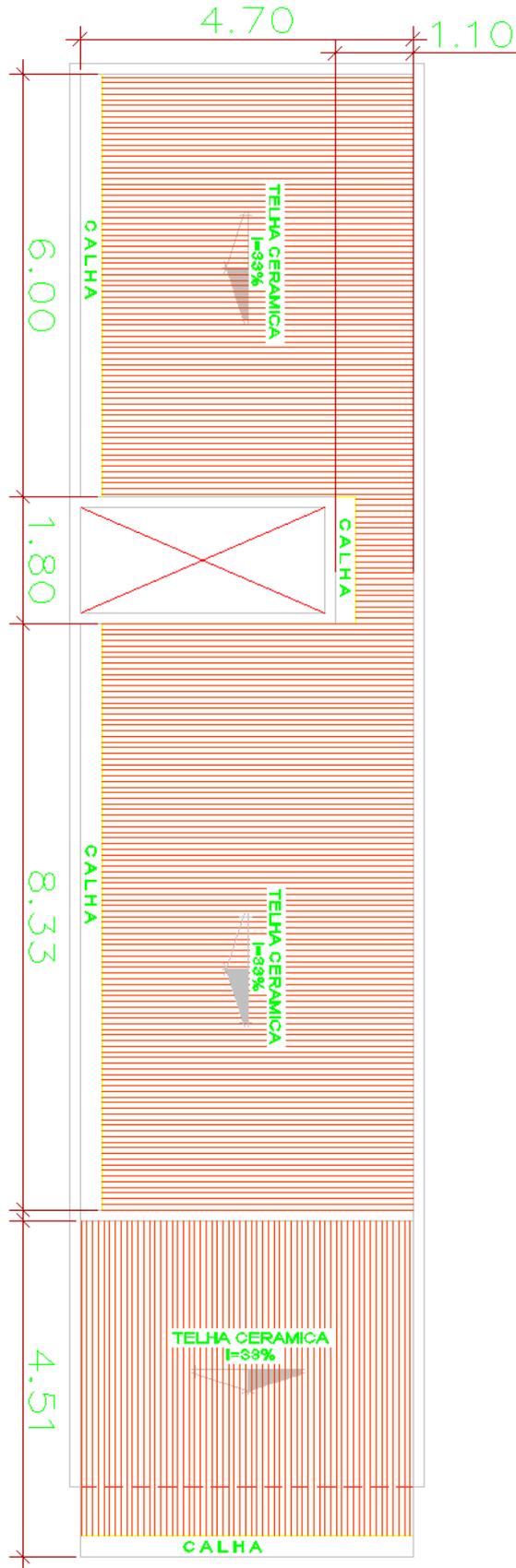
Figura 18 – Planta baixa 1º Pav.



Fonte: Caixa 2016

Haverá alteração na altura do telhado que tem sua planta baixa detalhada na figura 19, que deverá ser executado 80 cm mais alto do que o convencional fornecido no projeto da caixa. Tal modificação tem a finalidade de não necessitar de um reservatório inferior e seus componentes necessários para bombeamento ao reservatório superior. Com isso toda água captada das chuvas será direcionada diretamente para reservatórios superiores que terá pressão suficiente para atender as demandas solicitadas, que serão utilização em torneiras com fins não potáveis e vasos sanitários. A área útil de captação de água é cerca de 90,50 m². Neste caso não foi considerado nenhum projeto estrutural, portanto o profissional a projetar a edificação deve se atentar ao mesmo, uma vez que há uma carga adicional referente aos reservatórios.

Figura 19 – Planta de cobertura



Fonte: Caixa 2016

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a instalação deste reaproveitamento de água pluvial além dos benefícios ao meio ambiente e a população em geral, tem-se ainda uma considerável redução no valor da conta de água, uma vez que como já mencionado anteriormente o consumo de água proveniente da distribuição pública diminui no imóvel.

De acordo estudos feitos na cidade de São Paulo, o consumo médio de água por residências com o perfil socioeconômico de renda entre R\$ 500,00 a R\$ 2.500,00 é de 459 litros por dia e 13.770 litros por mês o que se aproxima de 14 m³ por mês.

Para que seja feita uma demonstração mais clara da economia proporcionada, foi feita uma simulação na agência virtual da COPASA representadas nas figuras 20 e 21, de quanto economizaria este imóvel de acordo o volume total médio de que esta residência terá capacidade de captar que é cerca de 7m³ por mês. Este cálculo segundo manual do usuário fornecido pela COPASA tem as considerações para categorizar o imóvel (COPASA 2019).

Figura 20 – Antes do reaproveitamento

Serviços - Cálculo da Conta (Simulação)

Localidade: TEOFILO OTONI

	Residencial
Água	1
Esgoto	1

Volume simulado: 14 m3

Tarifa de **Água:** R\$ 68,95

Tarifa de **Esgoto:** R\$ 67,23

Valor Total: R\$ 136,18

Data da simulação: 03/11/2019.

Figura 21 – Após o reaproveitamento

Serviços - Cálculo da Conta (Simulação)

Localidade: TEOFILO OTONI

	Residencial
Água	1
Esgoto	1

Volume simulado: 7 m3

Tarifa de **Água:** R\$ 31,00

Tarifa de **Esgoto:** R\$ 30,25

Valor Total: R\$ 61,25

Data da simulação: 03/11/2019.

Fonte: Copasa 2019

Portanto a economia final desta residência será em torno de R\$ 74,93 por mês.

$$136,18 - 61,25 = 74,93$$

Este conceito se aplicado em conjuntos habitacionais como o do bairro São Benedito que segundo o diário de Teófilo Otoni são 780 casas, leva o projeto de reaproveitamento a um patamar elevado de reaproveitamento de água.

Considerando que cada casa deste conjunto tenha aproximadamente a mesma área de telhado calculada (cerca de 90m²), então o conjunto habitacional por completo teria a possibilidade de reutilizar cerca de 5.564.910 litros por mês uma vez que cada propriedade poderá captar 7134,5 litros por mês.

$$7134,5 \times 780 = 5.564.910,00 \frac{\text{litros}}{\text{mês}}$$

Entretanto toda a residência deverá ter abastecimento da rede pública, até mesmo os aparelhos que utilizarão água de reuso. Pois este abastecimento proveniente da água da chuva pode não atender o volume necessário nos períodos de menor precipitação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os recursos hídricos têm sofrido fortes interferências resultantes da ação humana e como consequência há um aumento da poluição nos rios, lagos e mares, a deterioração destes corpos aquáticos está caracterizado em um dos maiores problemas da atualidade; assim, é necessário preservar, reciclar e reutilizar o máximo possível, pois se há uma consciência e colaboração coletiva, teremos resultados positivos.

Foi através da observação do desperdício de água durante o período chuvoso, que se viu a necessidade do reaproveitamento desta. Com o desenvolvimento desse trabalho foi possível observar o quanto de água utilizável que é desperdiçada durante as precipitações, um dado que deveria ser de conhecimento público para que então a comunidade possa se sensibilizar.

A água acumulada, resultante das precipitações, pode ser direcionada para um reservatório superior e utilizada em serviços de irrigação dos jardins da residência, descargas de bacias sanitárias etc. Ressalta-se que a rede de distribuição desta água deve ser independente da água potável, sem compartilhamento de reservatórios, evitando contaminação.

Salienta-se ainda que a implantação deste sistema é significativamente viável, uma vez que a sua implantação não necessita de grande investimento e seus benefícios vão além do que ser apenas ecologicamente correto, pois dentre outros conta com o benefício de diminuir o valor das contas de água em um valor considerável que neste caso do projeto em questão fica em torno de R\$74,00 por mês.

Conclui-se ainda que caso a maioria da população reutilizasse a água da chuva, a solicitação pelo abastecimento público no geral seria consideravelmente menor o que conseqüentemente no período de seca os reservatórios que são utilizados pela população estariam mais cheios e atenderiam as demandas da sociedade até o próximo período chuvoso.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACQUASAVE, SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA. 2019. Disponível em: <<https://www.acquasave.com.br>>. Acesso em: 01 nov. 2019.

ANA, **AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS**. 2019. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 25 out. 2019.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12217**: Projeto De Reservatório De Distribuição De Água Para Abastecimento Público. Rio de Janeiro, 1994.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

AQUASTOCK, **Tecnologia para o aproveitamento de água de chuva**. Disponível em: <<http://aquastock.com.br/port/~filtros-vortex-wff->>. Acesso em: 21 out. 2019.

BARRETO, Douglas. Perfil do consumo residencial e usos finais da água. **Ambiente Construído**, v. 8, n. 2, p. 23-40, 2008.

CAIXA, CAIXA HABITAÇÃO. **PLANTA BAIXA DE CASAS PARA DOWNLOAD (PROJETO DE CASA DUPLEX – 203M2)** 2016. Disponível em: <<http://caixahabitacao.com/planta-baixa-de-casas-para-download-projeto-de-casa-duplex-203m2/>>. Acesso em: 22 out. 2019

CELITE, **DICAS: Qual bacia sanitária economiza mais água?**. Disponível em: <<https://www.celite.com.br/blog/qual-bacia-sanitaria-economiza-mais-agua/>>. Acesso em: 22 out. 2019.

COSTA, Amanda Regina Ferreira da. **Limites de aplicabilidade para sistemas automáticos de descarte de água de chuva: estudo de caso**. 2011.

DA COSTA LEITE, Pedro Augusto; DOS SANTOS, Ivan Felipe Silva. **Dimensionamento Preliminar de Reservatório de Águas Pluviais para o Prédio do Instituto de Recursos Naturais (Irn-Unifei)**. Revista Brasileira de Energias Renováveis, v. 4, n. 4, 2015.

DE MENEZES OLIVO, Andréia; ISHIKI, Hamilton Mitsugu. **Brasil frente à escassez de água. In: Colloquium Humanarum**. 2014. p. 41-48.

DIARIO DE TEÓFILO OTONI. **Obras em residencial no São Benedito irão voltar após acordo entre CEF e Prefeitura**. Disponível em: <<https://www.diariodeteofilootoni.com.br/cidade/obras-em-residencial-no-sao-benedito-irao-voltar-apos-acordo-entre-cef-e-prefeitura/>>. Acesso em: 03 nov. 2019.

DUARTE, Hélio A. **Água: uma visão integrada**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, v. 8, p. 4-8, 2014.

FORTELV, CATÁLOGO TÉCNICO. **TANQUE ANTIBACTERIANO FORTLEV 2016**. Disponível em: < <https://www.fortlev.com.br/uploads/2016/10/Cat%C3%A1logo-Tanque-Antibacteriano-Fortlev.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2019.

GSD ENGENHARIA. **Reaproveitamento de água da chuva: comece a economizar já 2018**. Disponível em: < <http://www.gsdengenharia.com.br/reaproveitamento-de-agua-da-chuva-comece-economizar-ja/>>. Acesso em: 02 nov. 2019.

INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Gráficos Climatológicos 2018**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos>>. Acesso em: 21 out. 2019.

LIMA, Pavlova Christinne Cavalcanti et al. **PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO PARA O USO NÃO POTÁVEL NA FACULDADE SANTA MARIA-FSM. BRASIL**.

MARTINS, Fábio Henrique. **Sistemas de filtragem de água pluvial em residências**. 2018.

MMA, **MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE**. 2019. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 25 out. 2019.

MAY, Simone. Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

NASCIMENTO, José Alisonbruno Ramos. **Caracterização físico-química e microbiológica de uma água proveniente de ar condicionado**. 2017.

OKAMURA, Edgar Koji. **Economia de Água em Bacias Sanitárias**. Revista Ciências do Ambiente on-line, v. 2, n. 1, 2006.

ONU, ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO 2019**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods6/>>. Acesso em: 28 out. 2019.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA CASA CIVIL. **LEI Nº9.433**: Política nacional de recursos hídricos, 8 de janeiro de 1997.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA CASA CIVIL. **LEI Nº9.984**: Política nacional de recursos hídricos, 17 de julho de 2000.

SANTOS, Diogo Alexandre Silva; DE MEDEIROS, Luzia Aguiar; DUARTE, Marcos Aurélio. **TERMODINÂMICA DA FORMAÇÃO DAS CHUVAS**.

TECNOTRI, **Cisterna Vertical Modular 1050 Litros.Kit Reúso de Água**. Disponível em: <
<https://cisternas.tecnotri.com.br/produto/cisterna-vertical-modular-1050-litros-kit-reuso-de-agua/>>. Acesso em: 21 out. 2019.