

CENTRO UNIVERSITÁRIO ATENAS

MAURO GABRIEL PACHECO COUTO

UTILIZAÇÃO DA ÁGUA PLUVIAL EM RESIDÊNCIAS

Paracatu

2019

MAURO GABRIEL PACHECO COUTO

UTILIZAÇÃO DA ÁGUA PLUVIAL EM RESIDÊNCIAS: aproveitando a água da chuva
para uso não potável

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção sustentável

Orientador: Prof. Marcos Henrique Rosa dos Santos

Paracatu

2019

MAURO GABRIEL PACHECO COUTO

UTILIZAÇÃO DA ÁGUA PLUVIAL EM RESIDÊNCIAS: aproveitando a água da chuva
para uso não potável

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção sustentável

Orientador: Prof. Marcos Henrique Rosa dos Santos

Banca Examinadora:

Paracatu - MG, 30 de maio de 2019.

Prof. Marcos Henrique Rosa dos Santos
Centro Universitário Atenas

Prof. Carlos Eduardo Ribeiro Chula
Centro Universitário Atenas

Prof. Matheus Dias Ruas
Centro Universitário Atenas

Dedico aos meus pais que sempre me apoiaram em minhas decisões, incentivando e desejando sempre o melhor para mim. Dedico também aos meus irmãos e amigos que sempre estiveram ao meu lado não só em momentos bons, mas também nos momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado uma família maravilhosa que sempre me apoia e quer o meu bem. Dessa forma, consegui enfrentar inúmeros problemas em minha vida, e continuo lutando não apenas para solucionar problemas técnicos de outras pessoas, mas para tornar o mundo um pouco melhor.

Agradeço também ao professor Marcos Henrique Rosa dos Santos, por ter me orientado na elaboração do trabalho, dessa forma foi possível desenvolvê-lo de forma organizada e eficiente.

RESUMO

A utilização de alternativas que possa colaborar com a conservação dos recursos naturais vem se tornando cada vez mais importante, uma vez que nós seres humanos necessitamos de tais recursos para sobreviver. Dentre eles, pode-se destacar a água sendo ela um fator determinante para que haja vida em nosso planeta, além disso a utilizamos para executar inúmeras atividades do nosso dia a dia, logo tornar esse recurso escasso não seria uma ideia muito interessante. Dessa forma, criar métodos para armazenar e aproveitar a água pluvial é uma alternativa interessante, pois além de estar conservando os recursos hídricos dos rios e aquíferos, estaríamos evitando que uma grande quantidade de água da chuva fosse eliminada nas ruas o que causa os alagamentos, e propicia a proliferação de inúmeras doenças.

Palavras-chave: Água pluvial. Recursos Hídricos. Aquíferos.

ABSTRACT

The use of alternatives that can contribute to the conservation of natural resources is becoming increasingly important, since we humans need such resources to survive. Among them, we can highlight water being a determining factor for life on our planet, and we use it to perform many activities of our day to day, so making this resource scarce would not be a very interesting idea. In this way, creating methods to store and take advantage of rainwater is an interesting alternative, since besides conserving the water resources of the rivers and aquifers, we would be avoiding that a great amount of rainwater would be eliminated in the streets, avoiding numerous health problems such as the proliferation of diseases.

Keywords: *Rainwater. Water resources. Aquifers.*

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Vazão média de água no Brasil em comparação com outros países da América do sul	18
QUADRO 2 – Padrões para o consumo humano	20
QUADRO 3 – Qualidade da água de acordo com o local de coleta	21
QUADRO 4 – Frequência de manutenção	25

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Ciclo hidrológico	16
FIGURA 2 – Precipitações de Paracatu - MG	17
FIGURA 3 – Precipitações de Paracatu - MG	18
FIGURA 4 – Sistemas de captação de água pluvial	23
FIGURA 5 – Filtro para água captada	26
FIGURA 6 – Filtro para água captada	26
FIGURA 7 – Sistema first-flush	27
FIGURA 8 – Freio D'água	27
FIGURA 9 – Sifão Ladrão	28
FIGURA 10 – Conjunto mangueira boia	28
FIGURA 11 – Coeficiente de runoff	30
FIGURA 12 – Planilha para dimensionar o reservatório pelo método de Rippl	31
FIGURA 13 – Diferença acumulada da coluna 6	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

MG – Minas Gerais

NBR – Norma Técnica

UNIÁGUA – Universidade da Água

VMP – Valor Máximo Permitido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	12
1.2 HIPÓTESE DE PESQUISA	12
1.3 OBJETIVOS	12
1.3.1 OBJETIVO GERAL	12
1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	12
1.4 JUSTIFICATIVA	12
1.5 METODOLOGIA DE ESTUDO	13
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2 REDUZIR O DESPERDÍCIO DE ÁGUA POTÁVEL E OS BENEFÍCIOS DO APROVEITAMENTO	15
2.1 DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS	16
2.2 RECURSOS HÍDRICOS EM PARACATU MINAS GERAIS	16
2.3 RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL	18
2.4 CONSUMO DE ÁGUA DA CHUVA	19
2.4.1 PADRÃO REQUERIDO DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO	19
2.4.2 PADRÃO DE QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA	21
3. CAPTAR ÁGUA PLUVIAL PARA UTILIZAÇÃO	23
3.1 NORMATIZAÇÃO PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA	24
3.2 COMPONENTES BÁSICOS DE UM SISTEMA PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA	25
3.3 CISTERNA PARA ARMAZENAMENTO E DISTRIBUIÇÃO	29
4 DIMENSIONANDO O RESERVATÓRIO PELO MÉTODO DE RIPPL	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
6 REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

A utilização dos recursos naturais de forma racional vem se tornando cada vez mais importante na sociedade, pode-se destacar a água, sendo que ela é um dos recursos indispensáveis para a vida humana.

A chuva é uma das fontes de água de mais fácil acesso pela população. Dessa forma, a captação de águas pluviais para utilização não potável vem ganhando grandes destaques, pois dessa forma pode-se reduzir o consumo de água potável fornecida pelas companhias de abastecimento.

Em muitas cidades a água potável já está em falta, o que obriga muitas famílias a deixar de realizar muitas tarefas para que não falte água para as atividades cruciais, como para beber, cozinhar e tomar banho. Portanto, criar meios para aproveitar a água da chuva é uma alternativa interessante. Dessa forma, além de estar conservando esse recurso tão importante, pode-se evitar que um maior volume de água seja despejado nas ruas ocasionando enchentes.

Segundo Uniágua (2006) 2/3 da superfície do planeta terra é composta por oceanos, sendo que volume total de água na Terra é de aproximadamente 1,35 milhões de quilômetros cúbicos. Entretanto, 97,5% deste volume é de água salgada, localizada em mares e oceanos. Sendo assim, 2,5% é de água doce, mas está localizada em regiões de difícil acesso, como aquíferos (águas subterrâneas) e geleiras. Apenas 0,007% da água doce encontra-se em locais de fácil acesso para o consumo humano, como lagos, rios e na atmosfera.

Apesar de ainda existir uma grande quantidade água doce no planeta, vem se tornando cada vez mais difícil atender as necessidades da população, devido ao aumento populacional, e a poluição que está tornado grande parte dessa água doce não própria para o consumo humano. Dessa forma, a utilização de novos métodos para reaproveitamento da água tem-se tornado uma boa alternativa.

A água da chuva pode ser utilizada em torneiras de jardins, descargas de vasos sanitários, lavagem de roupas, calçadas e automóveis. Para utilizá-la deve-se seguir a norma Brasileira ABNT NBR 15527:2007 que trata dos requisitos para que seja possível realizar o aproveitamento de água pluvial em áreas urbanas para fins não potáveis.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

É possível captar a água da chuva e utilizá-la para atividades que não exija sua potabilidade, de forma a economizar o recurso que vem dos rios?

1.2 HIPÓTESE DE PESQUISA

a) A água da chuva pode ser utilizada em torneiras de jardins, descargas de vasos sanitários, lavagem de roupas, calçadas e automóveis. Para que isso ocorra, deve-se captá-la e armazená-la em um reservatório. Dessa forma, é possível conservar esse recurso tão importante para a sociedade e evitando desperdício.

b) Implementação de um sistema de reutilização de água pluvial para fins de uso pessoal em residências.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Aproveitar a água pluvial para economizar os recursos que vem dos rios.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Reduzir o desperdício de água potável e os benefícios do aproveitamento;
- b) Captar água pluvial para utilização;
- c) Dimensionar o reservatório pelo método de Rippl.

1.4 JUSTIFICATIVA

A reutilização dos recursos naturais vem se tornando cada vez mais importantes, pode-se destacar a água sendo que ela é um recurso indispensável para a vida humana. E seu uso irracional pode tornar cada vez mais difícil encontrar esse bem tão valioso para a sociedade.

A reutilização da água da chuva é uma alternativa interessante para economizar o recurso que vem dos rios. Dessa forma, criar mecanismos que aproveitem a água pluvial é uma alternativa interessante.

Com o mundo cada vez mais globalizado e a sociedade crescendo cada vez mais

nasce a necessidade de construções sustentáveis, visando sempre o desenvolvimento econômico atrelado a preservação ambiental. Neste contexto, torna-se indispensável a utilização da água de chuva para usos que não exijam sua potabilidade, garantindo assim a economia do recurso.

Devido a importância desse recurso para a humanidade, deve-se conservá-lo o máximo que for possível. Dessa forma, a utilização da água da chuva ajudaria bastante a conservar o recuso que vem dos rios e dos aquíferos. Além disso, reduziria bastante o problema dos alagamentos, pois grande parte da água da chuva não iria para as ruas e seria armazenada. Os alagamentos ocorrem em inúmeras cidades brasileiras, ocasionando grandes perdas matérias e proliferando inúmeras doenças.

1.5 METODOLOGIA DE ESTUDO

Esta monografia caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para a realização de uma pesquisa futura mais precisa, ou modificar e clarificar conceitos. Empregam-se geralmente procedimentos sistemáticos ou para a obtenção de observações empíricas ou para as análises de dados (ou ambas, simultaneamente). Obtém-se frequentemente descrições tanto quantitativas quanto qualitativas do objeto de estudo, e o investigador deve conceituar as inter-relações entre as propriedades do fenômeno, fato ou ambiente observado (LAKATOS; MARCONI, 2010).

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto por cinco capítulos, o primeiro capítulo apresenta a introdução sobre o assunto a ser estudado.

O segundo capítulo abordamos a importância de reduzir o desperdício de água potável e os benefícios do aproveitamento da água pluvial, além disso foi falado sobre a disponibilidade hídrica do Brasil e da cidade de Paracatu-MG, foi abordado também sobre o padrão de qualidade que água deve ter para ser consumida pelo ser humano.

O terceiro capítulo tratamos da captação de água pluvial para utilização, e a normatização brasileira que define algumas regras para sua implantação. Além disso, foi abordado também sobre os componentes básicos de um sistema de captação de água pluvial.

O quarto capítulo abordamos sobre o dimensionamento de um reservatório pelo

método de Rippl, no qual foi ilustrado um exemplo de dimensionamento para uma residência localizada no município de Paracatu-MG.

No quinto capítulo, por fim são apresentadas as conclusões do presente estudo.

2 REDUZIR O DESPERDÍCIO DE ÁGUA POTÁVEL E OS BENEFÍCIOS DO APROVEITAMENTO

O desperdício de água potável é um dos problemas que afeta o Brasil e o mundo todo. Conservar esse recurso tão importante para vida humana vem se tornando cada vez mais discutido, pois a sua falta gera grandes transtornos, tornando impossível executar inúmeras atividades. A falta de água já é realidade em muitos estados brasileiros, inclusive em Minas Gerais, o que leva muitas cidades a passarem por racionamento de água.

O desperdício desse recurso não acontece apenas por parte da população, mas também pelos próprios sistemas de abastecimento, pois ocorre inúmeros vazamentos e problemas nas tubulações das empresas que fornecem o recurso para a população.

Segundo Rodolfo F. Alves Pena inclusive em países desenvolvidos o desperdício de água existe, como por exemplo na Alemanha, 9% de toda a água tratada é desperdiçada nos sistemas públicos, número parecido com o de outros países, como Japão e Estados Unidos. Entretanto no Brasil o desperdício é mais elevado, atingindo um volume total correspondente a 38,8% de toda a água tratada, segundo os dados do Ministério das Cidades. Em algumas regiões, como o Norte e o Nordeste do país, esse índice ultrapassa os 50%¹.

Dessa forma, a responsabilidade de evitar o desperdício de água deve ocorrer não só da população, mas também do poder público, pois os dados demonstram que ocorre uma ineficiência muito grande para distribuir a água até as residências.

O aproveitamento de águas pluviais para uso não potável em residências é muito interessante, pois, pode-se utilizá-la para diversas tarefas, como em torneiras de jardins, descargas de vasos sanitários, lavagem de roupas, calçadas e automóveis, dessa forma, além de estar economizando os recursos dos rios e aquíferos, estaríamos evitando que toda essa água seja despejada nas ruas ocasionando alagamentos e contribuindo para proliferação de inúmeras doenças, como por exemplo a leptospirose, cólera, hepatites, febre tifoide e dengue. Somando-se a isso, pode-se ocasionar acidentes como afogamentos, lesões corporais e choques elétricos.

¹ Rodolfo F. Alves Pena. **Desperdício de água.** Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/desperdicio-agua.htm>> acessado em 13-01-2019.

2.1 DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS

A água é uma substância que existe, em circunstâncias normais, em três estados da matéria: sólido, líquido e gasoso. Esses três estados estão em contínua transformação no globo terrestre, o que é chamado de ciclo hidrológico. Como pode ser observado na figura 1.

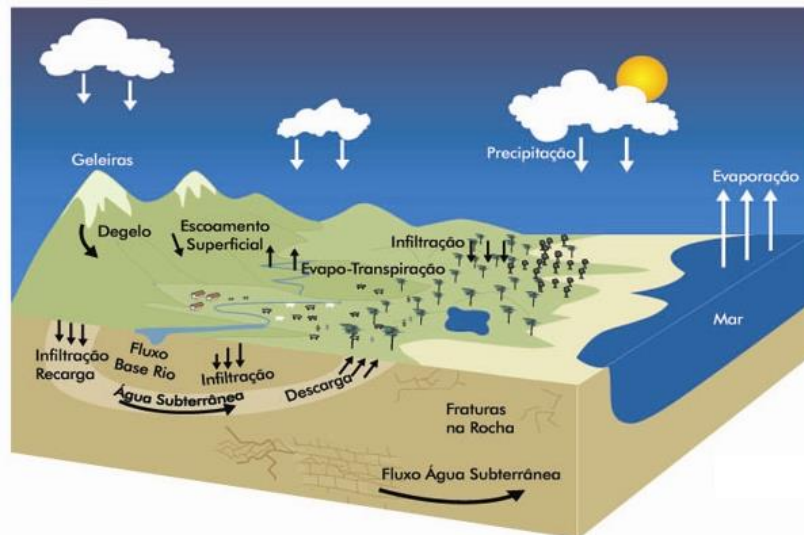


Figura 1 – Ciclo hidrológico

Fonte: MMA

Pode-se definir ciclo hidrológico como uma sequência de transformações que a água passa para chegar até a atmosfera. A transferência da água da superfície da terra para a atmosfera ocorre por evaporação, por transpiração das plantas e dos animais, e também por sublimação que é a passagem direta da água da fase sólida para a fase de vapor. Entretanto a água irá retornar para a terra através da precipitação, ou seja, através da chuva em forma líquida ou sólida, e será armazenada nos rios, lagos, oceanos e aquíferos. Dessa forma, observa-se que a água está sempre em movimento e é por isso que ocorrem as chuvas.

2.2 RECURSOS HÍDRICOS EM PARACATU MINAS GERAIS

Paracatu é um município brasileiro localizado no Noroeste do estado de Minas Gerais. Localizado na divisa com o estado de Goiás está a 200km de Brasília (Capital Federal). A região é relativamente seca, com baixa pluviosidade, mas é rica em veredas que são as nascentes naturais do curso d'água que formam os ribeirões. O principal rio de Paracatu é o Rio Paracatu que pertence à bacia do São Francisco. Outros rios de grande importância para o

município são: Rio São Marcos, Ribeirão da Batalha, Córrego Rico, Ribeirão Santa Izabel, Rio Escuro e São Pedro.

Os dados apresentados nas figuras 2 e 3 representam o comportamento da chuva e da temperatura ao longo do ano. As médias climatológicas são valores calculados a partir de uma série de dados de 30 anos observados. É possível identificar as épocas mais chuvosas que ocorrem de janeiro a abril, e de outubro a dezembro, já a época mais seca ocorre de maio a setembro.

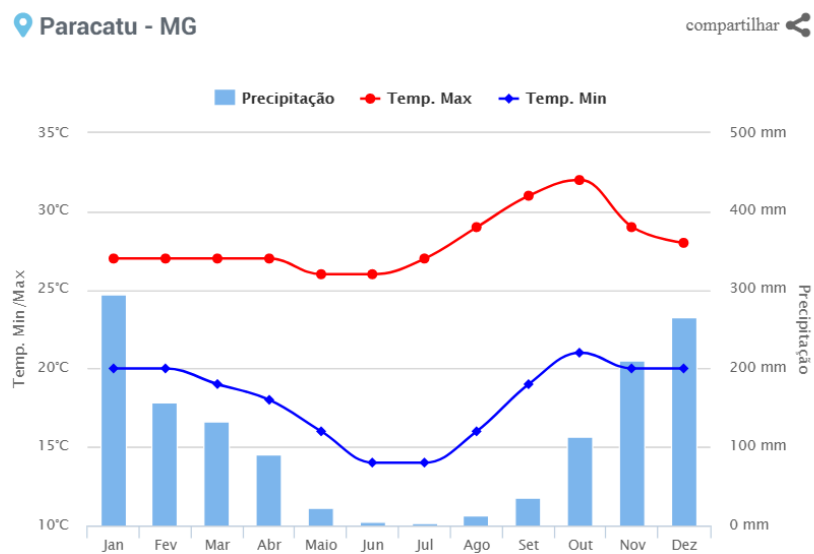


Figura 2 – Precipitações de Paracatu-MG

Fonte: CLIMA TEMPO

Mês	Minima (°C)	Máxima (°C)	Precipitação (mm)
Janeiro	20°	27°	295
Fevereiro	20°	27°	157
Março	19°	27°	133
Abril	18°	27°	91
Mai	16°	26°	22
Junho	14°	26°	5
Julho	14°	27°	4
Agosto	16°	29°	13
Setembro	19°	31°	36

Outubro	21°	32°	113
Novembro	20°	29°	211
Dezembro	20°	28°	265

Figura 3 – Precipitações de Paracatu MG

Fonte: CLIMA TEMPO

2.3 RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

Segundo TOMAZ (2001) o Brasil é considerado o país que possui a maior taxa hídrica da América do Sul, como pode ser observado no quadro 1 que apresenta uma comparação entre o Brasil e os outros países da América do Sul, sendo ele o detentor de 53% de toda a água analisada.

Quadro 1 - Vazão média de água no Brasil em comparação com outros países da América do Sul

América do Sul	Vazão (Km ³ /ano)	Porcentagem (%)
Brasil	177.900	53
Outros países	165.100	47
Total	343.000	100

Fonte: TOMAZ, 2001

Grande parte da água disponível na América do Sul encontra-se no Brasil, por isso pode-se dizer que o Brasil é um país rico em água doce. Logo, percebe-se o quanto o Brasil é privilegiado quando se trata de recursos hídricos. Sendo o país da América do Sul com maior vazão de água.

Segundo o Portal Governo do Brasil (2017) o Brasil possui uma das mais extensas e diversificadas redes fluviais do mundo, dividida em 12 regiões hidrográficas: Bacia Amazônica, Bacia Tocantins Araguaia, Bacia do Paraguai, Bacia Atlântico Nordeste Ocidental, Bacia Atlântico Nordeste Oriental, Bacia do Paraná, Bacia do Parnaíba, Bacia do São Francisco, Bacia do Atlântico Leste, Bacia do Atlântico Sudeste, Bacia do Atlântico Sul e Bacia do Uruguai.

Percebe-se que o Brasil possui uma grande quantidade de bacias hidrográficas sendo que a Bacia Amazônica faz parte de vários países da América do Sul, e é a mais extensa

do mundo, e possui o maior potencial de geração de energia hidrelétrica do Brasil².

Segundo Ghisi (2006) as regiões brasileiras mais populosas são as que possuem menor quantidade de recursos hídricos, mas as regiões que tem maior quantidade de recursos hídricos possuem um menor índice populacional. Pode-se mencionar a região sudeste do Brasil, que apresenta apenas 6% dos recursos hídricos da nação, mas possui 43% dos habitantes do país, entretanto a região norte, que é abastecida pela Bacia Amazônica, apresenta 69% de água disponível, mas conta com apenas 8% da população brasileira. Logo, percebe-se que as regiões mais habitadas são justamente as que possui poucos recursos hídricos, e sofrem geralmente muito com a falta de água. Mas as regiões com grande potencial hídrico ainda comportam um alto crescimento populacional.

Mesmo o Brasil possuindo essa quantidade de recursos hídricos, eles não estão distribuídos de forma uniforme. Portanto, algumas regiões do Brasil sofrem por falta de água, enquanto outras regiões possuem uma disponibilidade de recursos hídricos elevada.

2.4 CONSUMO DE ÁGUA DA CHUVA

Segundo TOMAZ (2001) novos métodos para utilização de água de chuva, vem crescendo no mundo todo. A falta de água potável, e serviços de abastecimento público ineficientes, são fatores que impõe a importância da conservação desse recurso importantíssimo. Em muitos países, inicialmente o armazenamento de água da chuva era para controlar as cheias e as alagamentos, posteriormente o seu uso foi estendido para outros fins.

2.4.1 PADRÃO REQUERIDO DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

Segundo Tsutiya (2004) a água para ser consumida pelos humanos precisa de critérios rigorosos de qualidade, pois ela deve ser livre de substâncias que podem prejudicar a saúde, como por exemplo substâncias tóxicas e organismos patogênicos. Além disso, ela não pode conter sabor, odor ou aparência desagradável. A água própria para o consumo humano é chamada de água potável.

² PORTAL GOVERNO DO BRASIL. **Hidrografia: Rios e bacias do Brasil formam uma das maiores redes fluviais do mundo.** Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/meio-ambiente/2009/10/rios-e-bacias-do-brasil-formam-uma-das-maiores-redes-fluviais-do-mundo#wrapper>> acessado em 03-12-2018.

Esse padrão de qualidade deve seguir criteriosamente normas que definem as características que a água deve possuir para que possa ser consumida.

Foi criada no Brasil, pelo Ministério da Saúde, a portaria n.º 518, aprovada em 25 de março de 2004 que define os padrões de potabilidade da água. Como pode ser observado no quadro 2.

Quadro 2 – Padrões para o consumo humano

PARÂMETRO	Unidade	VMP
Alumínio	mg/L	0,2
Amônia (com NH ₃)	mg/L	1,5
Cloreto	mg/L	250
Cor Aparente	uH(2)	15
Dureza	mg/L	500
Etilbenzeno	mg/L	0,2
Ferro	mg/L	0,3
Manganês	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	mg/L	0,12
Odor	-	Não objetável (3)
Gosto	-	Não objetável (3)
Sódio	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1000
Sulfato	mg/L	250
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L	0,05
Surfactantes	mg/L	0,5
Tolueno	mg/L	0,17
Turbidez	UT(4)	5
Zinco	mg/L	5
Xileno	mg/L	0,3

Fonte: MINISTÉRIO DA SAÚDE

2.4.2 PADRÃO DE QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA

Se formos utilizar água da chuva para o beber e para cozinhar os alimentos, ela deve passar por um processo de tratamento mais específico, pois será necessário um tratamento químico para deixá-la potável. Já se formos utilizá-la em torneiras de jardins, descargas de vasos sanitários, lavagem de roupas, calçadas e automóveis, será necessário apenas um processo de filtragem simplificado para separar as sujeiras que geralmente são carregadas pelo efluente.

A norma Brasileira que trata do aproveitamento de água da chuva é a NBR 15527 – Água de Chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Esta norma defini os padrões de qualidade água da chuva, e informa que a desinfecção da água para fins não potáveis fica a cargo do projetista.

Segundo Tomaz (2003) a qualidade da água pluvial pode ser diferenciada em quatro etapas: a primeira etapa é a qualidade da chuva antes de chegar ao solo; na segunda etapa é a qualidade da chuva depois de atingir o telhado e correr sobre ele; a terceira etapa é quando a água é armazenada em um reservatório, alterando sua qualidade e depositando os elementos sólidos no fundo; na quarta etapa a água está pronta para o uso não potável.

A qualidade da água da chuva diminui ao passar pela superfície de captação, como por exemplo o telhado, pois nele pode-se encontrar fezes de pássaros e de pequenos animais, por isso é recomendado descartar o primeiro momento de chuva. Entretanto pode-se obter uma qualidade da água da chuva maior se ela for captada em locais onde pessoas e animais não podem se aproximar. O quadro 3 mostra a qualidade da água da chuva de acordo com o local onde ela é coletada.

Quadro 3 - Qualidade da água de acordo com o local de coleta

Grau de Qualidade	Local de coleta da chuva	Observações
A	Telhados(locais não ocupados por pessoas ou animais)	Lavar banheiros, regar as plantas, a água pode se dar para o consumo humano(se purificada)
B	Telhados(locais frequentados por pessoas e animais)	Somente para usos não potáveis (lavar banheiros, regar as plantas), após

		pequeno tratamento, não pode ser usada para beber.
C	Terraços e terrenos impermeabilizados; Áreas e estacionamento	É necessário tratamento mesmo que para uso não potáveis
D	Estradas, Vias Férreas Elevadas	Mesmo para usos não potáveis necessita de tratamento

Fonte: GROUP RAINDROPS, 2002, apud SILVA, 2007

3. CAPTAR ÁGUA PLUVIAL PARA UTILIZAÇÃO

A captação de águas pluviais para utilização não potável vem ganhando grandes destaques, pois podemos utilizá-la para diversos fins, desde para consumo humano se o local de coleta não for ocupado por pessoas ou animais, ou simplesmente para atividades que não exija sua potabilidade, como por exemplo para lavar banheiro e regar as plantas, conforme é exibido no quadro 3.

Segundo a norma brasileira NBR15527 (2007) o sistema de armazenamento e distribuição de água potável deve ser separado do sistema de água pluvial, ou seja, deve-se utilizar uma rede exclusiva para distribuir a água proveniente das chuvas. Além disso, exige-se que as torneiras que irão utilizar água pluvial sejam identificadas com placa de advertência para evitar confusão no momento da utilização da água proveniente das chuvas. Na figura 4 é ilustrado a separação do sistema de distribuição de água pluvial em relação ao sistema de água potável.



Figura 4 – Sistema de captação de água pluvial

FONTE: UOL ESTILO CASA E IMÓVEIS

3.1 NORMATIZAÇÃO PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

A norma Brasileira que trata do aproveitamento de água da chuva é a NBR 15527 – Água de Chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Esta norma fornece os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.

Segue algumas condições estabelecidas pela norma:

- Devem ser observados o período de retorno escolhido, a vazão de projeto e a intensidade pluviométrica.
- Devem ser instalados dispositivos para remoção de detritos. Estes dispositivos podem ser, por exemplo, grades e telas que atendam à ABNT NBR 12213.
- Pode ser instalado no sistema de aproveitamento de água de chuva um dispositivo para o descarte da água de escoamento inicial. É recomendado que tal dispositivo seja automático.
- Quando utilizado, o dispositivo de descarte de água deve ser dimensionado pelo projetista. Na falta de dados, recomenda-se o descarte de 2 mm da precipitação inicial.
- Nos reservatórios deve ser minimizado o turbilhonamento, dificultando a ressuspensão de sólidos e o arraste de materiais flutuantes. A retirada de água do reservatório deve ser feita próxima à superfície. Recomenda-se que a retirada seja feita a 15 cm da superfície.
- O reservatório, quando alimentado com água de outra fonte de suprimento de água potável, deve possuir dispositivos que impeçam a conexão cruzada (para evitar que água da chuva se misture com a água potável)
- A água de chuva reservada deve ser protegida contra a incidência direta da luz solar e do calor, bem como de animais que possam adentrar o reservatório através da tubulação de extravasão.
- Todo o sistema deve receber limpeza periódica conforme o quadro 4.

Quadro 4 - Frequência de manutenção

Componentes	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Limpeza semestral
Dispositivo de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: ABNT NBR 15527

3.2 COMPONENTES BÁSICOS DE UM SISTEMA PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

A captação da água da chuva ocorre nos telhados, e posteriormente são direcionadas para calhas onde serão conduzidas para o sistema de filtragem e posteriormente serão armazenadas em reservatórios que são construídos enterrados ao lado da residência, posteriormente ocorrerá a distribuição para a residência.

Segundo ACQUASAVE (2008), o sistema de captação de água da chuva é composto por quatro etapas:

- Captação da água;
- Filtragem;
- Armazenamento;
- Distribuição;

Passos realizados pelo sistema de captação:

I – Captação da água pluvial no telhado da edificação, e direcionada ao filtro.

II – Filtro para água captada:

De acordo com ACQUASAVE(2008), nesse dispositivo as partículas de sujeira são separadas da água. A água limpa é armazenada na cisterna/tanque. Os detritos, e uma pequena quantidade de água da chuva são levados para a rede pluvial, conforme é ilustrado na Figura 5.

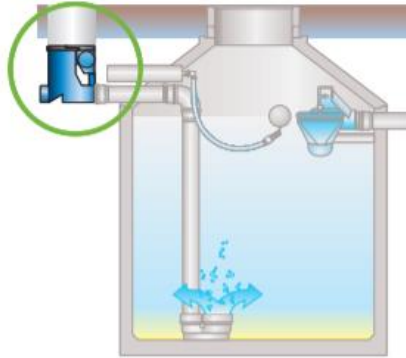


Figura 5 – Filtro para água captada

Fonte: ACQUASAVE

Segundo ACQUASAVE(2008), a água da chuva quando chega no filtro é freada na bacia superior, sendo então conduzida para a cascata. A sujeira mais grossa, como por exemplo folhas, passa por cima da cascata e é direcionada para galeria pluvial, conforme é exibido na figura 6. Dessa forma, a água da chuva, já livre das impurezas maiores, passa por uma tela de 0,26mm a 0,55mm abaixo das cascatas, e é direcionada para a cisterna, entretanto a sujeira retida na filtragem é conduzida para a canalização pluvial.

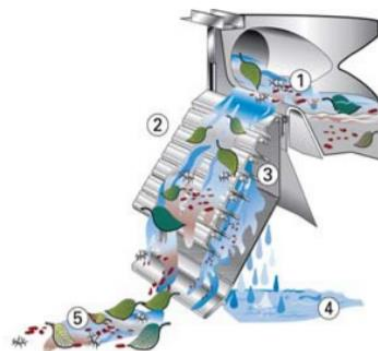


Figura 6 – Filtro para água captada

Fonte: ACQUASAVE

O first-flush é outro dispositivo que a NBR 15527/2007 exige que seja instalado, ele irá rejeitar as primeiras águas da chuva do telhado. As primeiras águas são direcionadas para um pequeno reservatório, que depois de cheio transborda para a alimentação do sistema de aproveitamento. Esse dispositivo se auto esvazia através de um pequeno orifício. A figura 7 mostra o dispositivo.

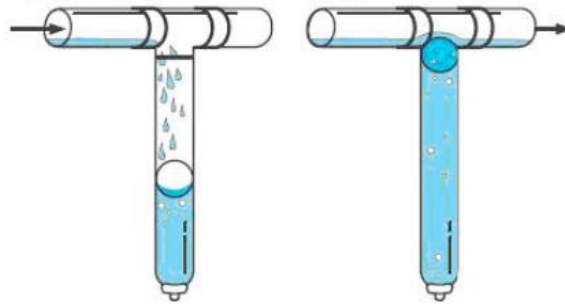


Figura 7 – Sistema first-flush

Fonte: ACQUASAVE

III - Freio D'água:

Segundo ACQUASAVE(2008) as pequenas partículas residuais de sujeira, que não são retidas pelo filtro, tendem a decantar no fundo da cisterna. O Freio D'água não permite a perturbação da água evitando o movimento das partículas sedimentadas no fundo. Além disso o Freio D'água permite a oxigenação da água, permitindo com que ela fique fresca por mais tempo.

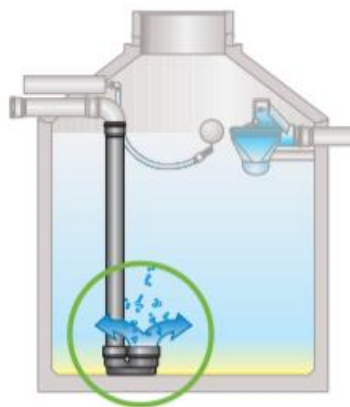


Figura 8 – Freio D'água

Fonte: ACQUASAVE

IV - Sifão Ladrão

De acordo com ACQUASAVE(2008) as partículas mais leves do que a água (por exemplo pólen de flores) irão flutuar para a superfície. O Sifão Ladrão retira essa camada flutuante, garantindo uma melhor qualidade da água. Este equipamento também impede a entrada na cisterna de animais, insetos e odores provenientes da rede pluvial. A figura 9 ilustra o sifão ladrão instalado em um reservatório.

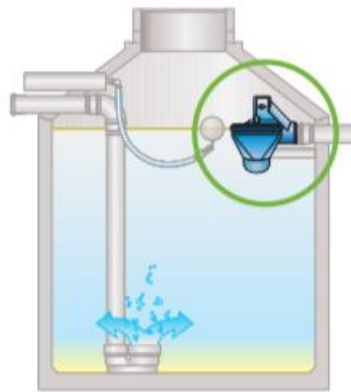


Figura 9 – Sifão Ladrão

Fonte: ACQUASAVE

V- Conjunto Mangueira Bóia

Segundo ACQUASAVE(2008) o conjunto mangueira bóia fica suspenso pouco abaixo da superfície da água, no local onde está água está mais limpa. Desta forma impede-se que a água captada venha com impurezas do fundo ou da superfície da cisterna.

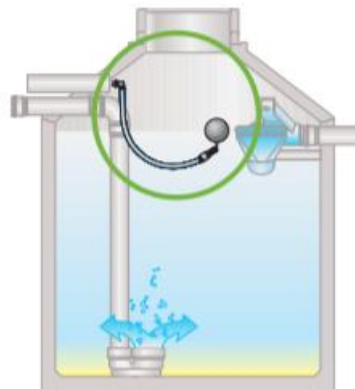


Figura 10 – Conjunto mangueira boia

Fonte: ACQUASAVE

Esses componentes em conjunto irão filtrar a água pluvial e garantir que ela seja armazenada de forma correta. Dessa forma, é possível garantir uma melhor qualidade na água a ser armazenada e distribuída na residência

3.3 CISTERNA PARA ARMAZENAMENTO E DISTRIBUIÇÃO

Segundo ACQUASAVE (2008) a cisterna que irá armazenar a água da chuva tem que ficar enterrada para que ela não receba luz solar, dessa forma a ação de bactérias dentro da água será retardado. O material utilizado para construir a cisterna pode ser em polietileno com alta resistência ou de fibra de vidro, entretanto ela deve ser fixada dentro de uma caixa de concreto armado, pois seu material não suporta as pressões de empuxo gerada pelo solo.

Para ACQUASAVE (2008) a distribuição da água pode ser realizada utilizando um pressurizador ou bomba de recalque. A bomba de recalque é muito utilizada, pois ela leva a água do reservatório que se encontra enterrado para um reservatório específico que irá armazenar a água da chuva, localizado em um nível um pouco abaixo da caixa de água potável, dessa forma, ela pode ser distribuída para a residência, porém deve-se utilizar uma canalização própria. Para casos quando ocorrer falta de água da chuva, é instalada uma válvula solenoide conectada ao reservatório de água potável, e com o auxílio de uma chave bóia elétrica, o reservatório pode ser abastecido com água potável, dessa forma será permitindo a utilização das torneiras caso falte água da chuva.

Portanto, esse recurso de abastecer o reservatório de água pluvial com água potável, deve ocorrer para não faltar água nas torneiras que for exclusiva para a água da chuva, entretanto essas torneiras devem de qualquer forma ser sinalizadas que são alimentadas com água pluvial.

4 DIMENSIONANDO O RESERVATÓRIO PELO MÉTODO DE RIPPL

O método de Rippl analítico é utilizado para efetuar o dimensionamento de reservatório de água de chuva, é uma das formas de cálculo que a NBR 15527/2007 disponibiliza. Para realizarmos o dimensionamento do reservatório será necessário conhecer a área da cobertura da edificação que receberá o sistema de captação de água pluvial. Para realizarmos o trabalho será considerado que a residência está localizada na cidade de Paracatu-MG, sendo que ela possui uma área de telhado cerâmico de 200m², e uma demanda de 5m³ mensais de água pluvial aproveitada. Os valores médios mensais de chuva a ser utilizado serão aqueles apresentados na figura 3. O coeficiente de runoff adotado será de 0,8 que corresponde ao valor de telhas cerâmicas conforme é exibido na tabela 5.

Material do telhado	Coeficiente de runoff
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,8 a 0,9
Cimento amianto	0,8 a 0,9
Plástico	0,9 a 0,95

Figura 11 – Coeficiente de runoff

Fonte: TOMAZ

Após obter essas informações, será possível ilustrar os passos para que seja possível realizar o dimensionamento do reservatório. Para simplificar a exposição dos dados, será utilizado uma planilha no Microsoft Excel contendo as células que deverão ser preenchidas, e as células que de fato realizarão os cálculos, de forma que seja possível obter no final o reservatório dimensionado. A figura 12 ilustra a planilha desenvolvida para realizar os cálculos do dimensionamento do reservatório.

MÉTODO DE RIPPL									
Coeficiente de runoff (CR) =		0,8							
Meses	Chuva média mensal	Demanda mensal	Área de captação	Volume de chuva mensal		Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva	Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos	Situação do reservatório	
	(mm)	(m ³)	(m ²)	(m ³)		(m ³)	(m ³)		
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5		Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8	
Janeiro	295	5	200	47,2	47	47	-42	0	E
Fevereiro	157	5	200	25,12	25	25	-20	0	E
Março	133	5	200	21,28	21	21	-16	0	E
Abril	91	5	200	14,56	14	15	-10	0	E
Mai	22	5	200	3,52	3	4	1	1	D
Junho	5	5	200	0,8	0	1	4	5	D
Julho	4	5	200	0,64	0	1	4	9	D
Agosto	13	5	200	2,08	2	2	3	12	D
Setembro	36	5	200	5,76	5	6	-1	11	S
Outubro	113	5	200	18,08	18	18	-13	0	E
Novembro	211	5	200	33,76	33	34	-29	0	E
Dezembro	265	5	200	42,4	42	42	-37	0	E
Total	1345	60				216	Volume=	12	

Valores automáticos
Valores a serem definidos

Figura 12 – Planilha para dimensionar o reservatório pelo método de Rippl

Fonte: Elaborado pelo autor

Segue os passos utilizados para desenvolver a planilha que irá dimensionar o reservatório utilizando o método de Rippl:

I – Na célula D4 será preenchida com valor do coeficiente de runoff que corresponde a 0,8 para telhas cerâmicas.

II – Na coluna 1 será preenchida com os meses do ano, para que se possa obter as informações pluviométricas de cada mês.

III – A coluna 2 foi preenchida com os valores de chuva média mensal da cidade de Paracatu Minas Gerais, conforme figura 3.

IV – Na coluna 3 foi estipulado uma demanda mensal de 5 m³ que será utilizado pelos moradores da residência. Sendo que a água pluvial será utilizada para tarefas simples, como por exemplo para regar o jardim, lavar o quintal, lavar o carro e realizar descargas em dois vasos sanitários.

V – Na coluna 4 será preenchida com o valor da área de telhado que será responsável por realizar a captação da água da chuva, que para essa situação será de 200m².

VI – Na coluna 5 será calculado o volume de chuva mensal, que será obtido multiplicando a área de captação, com o valor de chuva média mensal, e com o coeficiente de runoff, ou seja na planilha teremos a multiplicação a coluna 2 pela coluna 4 e pelo coeficiente de runoff de 0,80, que foi informado na célula D4, e dividindo-se por 1000 para que volume seja encontrado em metros cúbicos. Portanto, na linha da planilha referente ao mês de janeiro teremos:

$$\frac{295 \times 200 \times 0,8}{1000} = 47m^3$$

VII – Na coluna 6 será realizado a diferença entre os volumes de demanda e os volumes de chuvas mensais, ou seja, será a coluna 3 menos a coluna 5. Quando a subtração resultar em um valor negativo então há excesso de água, mas se o valor for positivo então significa que o volume de demanda, nos meses correspondentes supera o volume de água disponível, portanto a água da chuva não será suficiente para suprir as necessidades.

VIII – Na coluna 7 será realizado diferença acumulada da coluna 6. Logo, será realizado a soma de todos os valores positivos, do mês atual e dos meses anteriores. Ou seja na planilha essa análise será feita na coluna 6, seguindo a seguinte lógica: Na célula J8 será feito uma condição com valor da célula I8 da coluna 6, de forma que se o valor da célula I8 for maior que zero, portanto, a célula J8 será preenchida com o valor da célula I8, mas caso essa condição não seja atendida, então será adicionado o valor zero na célula I8. Já na célula J9 até a célula J19 será feita uma soma de todos os valores positivos imediatamente uma linha acima da célula que estiver sendo calculada na coluna 7, para exemplificar será feita a seguinte lógica condicional aplicada na célula J9: se a célula J8 mais a célula I9 for maior que zero, então será atribuído o valor da células J8 mais a I9 para a célula J9, caso não seja atendida essa condição será atribuído o valor zero para a célula J9. A Imagem 13 adaptada ilustra essa lógica na planilha do Microsoft Excel.

	I	J
	Coluna 6	Coluna 7
8	-42	0
9	-20	=SE(J8+I9>0;J8+I9;0)

Figura 13: Diferença acumulada da coluna 6

Fonte: Elaborado pelo autor

A soma de todos os valores positivos da coluna 6 será exatamente o valor do volume que o reservatório deverá ter para atender a demanda da residência. Nesse caso, o reservatório da residência em Paracatu-MG ficará sem ser abastecido no mês de maio, junho, julho e agosto, e os valores positivos da coluna 6 refere-se os valores em metros cúbicos que cada mês irá utilizar de água do reservatório para suprir as necessidades da residência.

IX – Na coluna 8 será informado automaticamente a situação do reservatório, portanto na planilha do Microsoft Excel foi definido que “E” significa que água está escoando pelo extravasador do reservatório pois ele encontra-se abastecido, já a letra “D” significa que a água está diminuindo o nível no reservatório, e a letra “S” indica que a nível de água está subindo no reservatório. Portanto, para realizar essa operação será analisado os valores da demanda e volume de chuva. Logo, serão realizadas verificações nas linhas da coluna 7 correspondente a linha da coluna 8 em um determinado mês que será analisado. Na célula K8 referente ao mês de janeiro ao realizar a comparação com a célula J8 se o valor for igual a zero, então significa que o reservatório está extravasando, mas se o valor for maior que zero, então significa que o reservatório está diminuindo o seu volume, nesse caso foi retornado um valor igual a zero, o que significa que o reservatório está escoando água. Já a condição da célula K9 até a célula K19 da coluna 8 seguiram a mesma lógica, porém essa lógica difere-se um pouco da que foi apresentada na célula K8, para exemplificar será apresentado a estrutura condicional referente ao mês de fevereiro: se a célula J9 da coluna 6 foi igual a zero então significa que está extravasando, mas se a célula J9 for maior que a célula J8 do mês janeiro então o nível de água do reservatório estará diminuindo, caso contrário estará aumentando, neste caso determinou-se que o reservatório estará extravasando, ou seja, escoando água pelo extravasador do reservatório.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de alternativas que possam colaborar com a conservação dos recursos naturais vem se tornando cada vez mais importante, pode-se destacar a água sendo que ela é uns dos recursos indispensáveis para que haja vida na terra.

A captação de água pluvial é uma alternativa interessante, e sem dúvida colabora muito com a natureza, pois utilizando esse recurso proveniente das chuvas estamos evitando o gasto dos recursos hídricos provenientes dos rios. Dessa forma, pode-se utilizar a água pluvial para inúmeras tarefas que não exija sua potabilidade, como por exemplo para regar o jardim, lavar a casa, dar descargas em vasos sanitários e lavar automóveis.

Além disso, ao realizar o aproveitamento da água da chuva será reduzido o custo com a água tratada provenientes das companhias de abastecimento, que somente será utilizada para tarefas que exijam sua potabilidade, como por exemplo para beber, cozinhar, e tomar banho. Logo, grande parte da demanda de água pode ser suprida com a água pluvial.

Somando-se a isso, ao realizar a captação da água pluvial estamos evitando um maior acúmulo de água nas ruas das cidades brasileiras, o que contribui para evitar os alagamentos, que é um problema recorrente em muitas cidades brasileiras, além de causar transtornos, contribui com a proliferação de inúmeras doenças e afogamentos.

Conservar a água é uma responsabilidade de todos, pois sem esse recurso a vida na terra estaria comprometida, portanto criar mecanismos que possa colaborar com a conservação dos nossos oceanos, rios, lagos, e aquíferos, é mais do que uma obrigação, é um respeito com as gerações do presente e do futuro.

REFERÊNCIAS

ACQUASAVE. Aproveitamento da água de chuva. Disponível em <http://www.agua-de-chuva.com/files/document_rws_katalog_brazil.pdf> Acessado em 28 de outubro de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água de Chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, p. 8. 2007.

CLIMA TEMPO. Clima de Paracatu Minas Gerais. 2017. Disponível em <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/171/paracatu-mg>> Acessado em 3 de outubro de 2018.

GHISI, E. A Influência da Precipitação Pluviométrica, Área de Captação, Número de Moradores e Demandas de Água Potável e Pluvial no Dimensionamento de Reservatórios para Fins de Aproveitamento de Água Pluvial em Residências Unifamiliares. Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para participação no Concurso Público do Edital N° 026/DDPP/2006. Florianópolis, 2006.

GROUP RAINDROPS. Aproveitamento da Água de Chuva. Editora Organic Trading, 1ª Edição, Curitiba, 2002

LAKATOS, E .M.; MARCONI, M. A. Técnicas de pesquisa. 7. ed. São Paulo: Atlas. 2010.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Padrões para consumo humano. Disponível em <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf> Acessado em 2 de fevereiro de 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Águas Subterrâneas e o Ciclo Hidrológico. Disponível em <http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo_hidrologico.html> Acessado em 20 de outubro de 2018.

RODOLFO F. ALVES PENA. Desperdício de água. Disponível em <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/desperdicio-agua.htm>> Acessado em 13 de janeiro de 2019.

PORTAL GOVERNO DO BRASIL. Hidrografia: Rios e bacias do Brasil formam uma das maiores redes fluviais do mundo. 2017. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/noticias/meio-ambiente/2009/10/rios-e-bacias-do-brasil-formam-uma-das-maiores-redes-fluviais-do-mundo#wrapper>> Acessado em 20 de fevereiro de 2019.

TOMAZ, Plínio. Economia de água para empresas e residências. São Paulo: Navegar, 2001

TSUTIYA, Nilton Tomoyuki. Abastecimento de água. 1ªed. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Policlínica da Universidade de São Paulo: São Paulo, 2004.

UNIÁGUA, Universidade da água. Água no Planeta. Disponível em: <http://www.uniagua.org.br>. Acessado em 18 de outubro de 2018.

UOL ESTILO CASA E IMÓVEIS. Como é o sistema para aproveitar água da chuva. Disponível em <<http://casaeimoveis.uol.com.br/tire-suas-duvidas/arquitetura/como-e-o-sistema-para-aproveitar-agua-da-chuva.jhtm>> Acessado em 20 de outubro de 2018.