

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE EM CIDADES,  
EDIFICAÇÕES E PRODUTOS

BRUNA ROCHA DE SOUZA TEIXEIRA

**APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA EM  
COMUNIDADES QUILOMBOLAS**

BELO HORIZONTE

2021

BRUNA ROCHA DE SOUZA TEIXEIRA

**APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA EM  
COMUNIDADES QUILOMBOLAS**

Monografia apresentada para o curso de Pós-graduação em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos da Universidade Federal de Minas Gerais, a ser utilizado como trabalho de conclusão de curso.

BELO HORIZONTE

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE ARQUITETURA - EAUFMG  
Rua Paraíba, 697 – Funcionários  
30130-140 – Belo Horizonte – MG - Brasil

Telefone: (031) 3409-8823

FAX (031) 3409-8822

**ATA DA REUNIÃO DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE MONOGRAFIA DA ALUNA BRUNA ROCHA DE SOUZA TEIXEIRA, COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE EM CIDADES, EDIFICAÇÕES E PRODUTOS**

Às 16:00 horas do dia 04 de Agosto de 2021, reuniu-se por meio da plataforma Meet, em seção pública, a Comissão Examinadora composta pela Professora Doutora Gláucia Nolasco de Almeida Mello, Orientadora-Presidente, Professora Doutora Cynara Fiedler Bremer, membro titular interno e o Professor Doutor José Eustáquio Machado de Paiva, membro externo, designada pela Comissão Coordenadora do Curso de Especialização em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos, para avaliação da monografia intitulada "APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA EM COMUNIDADES QUILOMBOLAS" de autoria da aluna *Bruna Rocha de Souza Teixeira*, como requisito final para obtenção do Certificado de Especialista em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos. A aluna apresentou o trabalho e depois foi arguida pelos membros da Comissão Examinadora. Em seguida a referida Comissão reuniu-se em seção privada e, por unanimidade, concluiu que a monografia atende às exigências para a obtenção do Certificado de Conclusão do Curso, atribuindo ao trabalho a nota 80 /conceito C), desde que sejam feitas as correções assinaladas em um exemplar digital, enviado por e-mail à aluna. A banca estipulou o prazo de 19 de agosto de 2021 para que as correções sejam feitas e que a aluna envie o arquivo aos membros da banca para nova avaliação. Após a aprovação final a banca recomendará que seja encaminhado 01(hum) exemplar digital ao Repositório da UFMG.

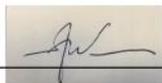
Belo Horizonte, 04 de agosto de 2021.

Professora Doutora **Gláucia Nolasco de Almeida Mello**  
Escola de Arquitetura/UFMG

Professora Doutora **Cynara Fiedler Bremer**  
Escola de Arquitetura/UFMG (Professora convidada)

Professor Doutor **José Eustáquio Machado de Paiva**  
Escola de Arquitetura/UFMG (Professor convidado)

## Página de assinaturas



**José Paiva**  
198.476.966-91  
Signatário

### HISTÓRICO

- |                         |   |   |  |
|-------------------------|---|---|--|
| 09 out 2021<br>21:22:23 |    | <b>José Eustáquio Machado de Paiva</b> (E-mail: <a href="mailto:jempaiva@yahoo.com.br">jempaiva@yahoo.com.br</a> , CPF: 198.476.966-91) | criou este documento.  |
| 09 out 2021<br>21:22:25 |   | <b>José Eustáquio Machado de Paiva</b> (E-mail: <a href="mailto:jempaiva@yahoo.com.br">jempaiva@yahoo.com.br</a> , CPF: 198.476.966-91) | visualizou este documento por meio do IP 177.87.178.189 localizado em Itabirito - Minas Gerais - Brazil. |
| 09 out 2021<br>21:22:29 |  | <b>José Eustáquio Machado de Paiva</b> (E-mail: <a href="mailto:jempaiva@yahoo.com.br">jempaiva@yahoo.com.br</a> , CPF: 198.476.966-91) | assinou este documento por meio do IP 177.87.178.189 localizado em Itabirito - Minas Gerais - Brazil.    |



## RESUMO

O presente trabalho propôs o pré-dimensionamento de um sistema para utilização de água de chuva com intuito de atender os integrantes de comunidades quilombolas de Minas Gerais que possuem interesse em utilizar desta água em suas plantações ou dentro de suas casas, mas para atender fins não potáveis já que seu tratamento exige conhecimentos mais profundos, local e equipamentos adequados para tal. O sistema de utilização de água deve ser realizado de forma individual para que as especificidades de cada residência e seus habitantes sejam levadas em conta, fornecendo um resultado mais assertivo. Neste estudo então os cálculos que tinham possibilidade de ser simplificados foram trabalhados gerando tabelas e um passo a passo dentro de uma cartilha. Com isso será possível que tenham conhecimento sobre volume de água a ser coletado, os materiais e produtos necessários para a implantação do sistema, ou seja, se o telhado existente na residência será capaz de atender o consumo dos seus habitantes e o investimento aproximado necessário para a execução do sistema.

**Palavras-chave:** Comunidades Quilombolas 1, Água da Chuva 2, Minas Gerais 3, Cartilha 4, Pré-dimensionamento 5.

## ABSTRACT

The present work proposed the pre-dimensioning of a system for the use of rainwater with the intention of serving the members of quilombola communities in Minas Gerais who have an interest in using rainwater in their plantations or inside their homes, but for non-potable purposes since its treatment requires deeper knowledge and adequate place and equipment for such. The water use system must be carried out individually so that the specificities of each residence and its inhabitants are taken into account, providing a more assertive result. In this study, then, the calculations that could be simplified were worked out, generating tables and a step-by-step in a booklet. With this it will be possible to have knowledge about the volume of water to be collected and the materials and products needed to implement the system, that is, if the existing roof of the residence will be able to meet the consumption of its inhabitants and the approximate investment needed for the implementation of the system.

Keywords: Quilombolas Communities 1, Rainwater 2, Minas Gerais 3, Booklet 4, Pre-dimensioning 5.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -Gráfico com estimativa de comunidades quilombolas no Brasil.....	13
Figura 2 - Cisterna feita pelo povo Maya chamada Chultun. ....	15
Figura 3 - Resumo do sistema de utilização de água da chuva .....	17
Figura 4 - Cisterna de concreto semienterrada. ....	18
Figura 5 - Cisterna de polietileno modular. ....	18
Figura 6 - Sistema de microaspersão utilizando difusor. ....	21
Figura 7 - Sistema de irrigação por sulcos retilíneos em nível. ....	22
Figura 8 - Detalhe das variáveis do telhado.....	24
Figura 9 - Mapa das regiões de Minas Gerais.....	27
Figura 10 - Planta de Layout da Casa Hipotética.....	34
Figura 11 - Planta de Cobertura da Casa Hipotética .....	35
Figura 12 - Corte AA da Casa Hipotética .....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de consumo residencial. ....	23
Tabela 2 - Cidade selecionada em cada região. ....	28
Tabela 3 - Captação Anual de 1m <sup>2</sup> de Telhado por Região .....	29
Tabela 4 - Vazão com área de contribuição de 1m <sup>2</sup> por região. ....	30
Tabela 5 - Coeficientes de rugosidade. ....	31
Tabela 6 - Capacidade das calhas. ....	31
Tabela 7 - Diâmetro dos condutores verticais. ....	32
Tabela 8 - Capacidade dos condutores horizontais semicirculares. ....	32
Tabela 9 - Dimensão do reservatório de consumo para 1m <sup>2</sup> de telhado para cada região. ...	33

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2. COMUNIDADES REMANECENTES DE QUILOMBOS</b> .....	10
<b>3. A ÁGUA</b> .....	14
3.1- Utilização da água de chuva.....	15
3.1.1- Captação da água de chuva .....	17
3.1.2- Na agricultura.....	19
3.1.3- O tratamento .....	19
3.2- Sistemas de irrigação .....	20
3.3- Pré-dimensionamento .....	23
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	27
Passo 1 – Cálculo do consumo .....	28
Passo 2 – Área de contribuição do telhado.....	29
Passo 3 – Captação anual do telhado .....	29
Passo 4 – Vazão de projeto .....	30
Passo 5 – Diâmetro das calhas .....	30
PASSO 7 – Diâmetro dos condutores .....	31
PASSO 7 – Reservatório de descarte.....	32
PASSO 8 – Reservatório de consumo .....	33
<b>5. ESTUDO DE CASO – RESIDÊNCIA HIPOTÉTICA</b> .....	34
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	39
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	41
<b>8. ANEXO A</b> .....	44
<b>9. APÊNDICE A</b> .....	45

## 1. INTRODUÇÃO

A superfície do planeta Terra é composta em sua maioria por água, sendo 97,5% salgada e 2,5% doce. A água apropriada para consumo humano é a doce, ela pode ser encontrada facilmente em rios, mas sua maior parte, que contabiliza 99%, são difíceis de serem obtidas por estarem subterrâneas ou localizadas em geleiras. Sobra então apenas 1% da água doce para consumo de toda a população (ANA, 2020).

O acesso a água é regulamentado pelos governos federais e estaduais com auxílio da Lei das Águas que foi criada em 1997. Entre os principais usos está a irrigação que utiliza 49,8%, o abastecimento humano utilizando 24,4% e a indústria 9,6%. Esta demanda vem crescendo devido ao desenvolvimento econômico e ao processo de urbanização do país (ANA, 2020).

Para que exista a Segurança Hídrica é necessário, que por meio da quantidade e qualidade, a água atenda a todas as necessidades de todas as pessoas, das atividades economias e do meio ambiente. Isto não acontece da forma que deveria, pois 60,9 milhões de brasileiros vivem em risco hídrico, sendo necessário o investimento de R\$27,5 bilhões até 2035 para sanar este problema (ANA, 2020).

Comunidades quilombolas por todo o Brasil apresentam diversas dificuldades relacionadas a saúde, desigualdade social e economia. Todas elas estão associadas com a falta de saneamento básico, já que a principal atividade para o sustento das famílias que vivem nelas é a produção rural, influenciando diretamente na questão financeira, enquanto a falta de higienização adequada pode causar uma grande variedade de doenças que podem até causar a morte de crianças (LEITE, 2016).

## 2. COMUNIDADES REMANECENTES DE QUILOMBOS

O Brasil é o país com maior índice de tráfico de indivíduos entre os séculos XVI e XIX, número que ultrapassa a casa dos quatro milhões. Como resultado dessa escravidão é possível afirmar que o Brasil se tornou a segunda maior população com descendência africana do planeta. A necessidade dessa importação forçada foi devido a colonização do novo mundo que precisava de pessoas para realizar atividades de diversas áreas (SILVA, 2014). O escravo era visto como mercadoria/coisa e se tornou um dos empreendimentos que mais envolveu pessoas e gerou riquezas na história da humanidade. Por ser a base da mão de obra no Brasil até a abolição da escravatura as oscilações de valores que sofriam se tornaram determinantes para a economia colonial e imperial, fazendo com que se tornassem um elemento central (GUIMARÃES, 2013).

Além da forma como eram tirados de seu país e suas famílias, os africanos eram transportados em condições subumanas nos navios e, ao chegarem na colônia, eram vendidos, obrigados a trabalhar sem remuneração e a mínima condição de moradia, higiene e cuidados básicos para exercer as atividades que lhes eram destinadas, atendendo ordens dos seus senhores, recebendo castigos e punições frequentemente (SILVA, 2014). Os trabalhos poderiam ser em locais ruais, no qual desempenhavam atividades agrícolas, em minas, lavouras, na propriedade rural e até dentro casa dos senhores. Ou nas áreas urbanas, as atividades variavam entre carpinteiro, sapateiro, funileiro, pedreiro, marceneiro, artesão e ambulante de todos os tipos (GUIMARÃES, 2013). Apesar de estarem constantemente ameaçados pelos chicotes várias formas de resistência começaram a aparecer em todos os locais onde a escravidão existia, como exemplo é possível citar a quebra de ferramentas, fazer corpo mole no trabalho, incendiar plantações e, o mais comum, a rebelião individual ou coletiva em que os escravos fugiam, alguns continuavam seus caminhos sozinhos, enquanto outros formavam grupos. (REIS, 1996).

Inicialmente esses grupos foram chamados de Mocambos e depois passaram a ser conhecidos como Quilombos, na África Central esta denominação era usada para designar acampamentos improvisados em guerras e associada a guerreiros e seus rituais de iniciação (GOMES, 2015), sendo assim os habitantes desses grupos eram

chamados de quilombolas (RAMOS, 2019). Esses espaços possuíam grande importância na época da escravidão porque se tornar morada escravos que fugiam das fazendas em forma de resistência. Hoje estes espaços são de grande importância cultural para o país porque quem os habita são os filhos, netos e bisnetos de quem as criou, sendo assim, as tradições, saberes e fazeres foram e continuarão sendo passados de geração para geração, contribuindo para identidade étnica de cada quilombo porque, não apenas africanos de várias regiões diferentes que foram escravizados, os índios, negros nascidos no Brasil e em alguns casos brancos também foram submetidos a essa situação (SILVA, 2014).

Apesar de terem uma organização parecida com a das aldeias africanas, no qual um líder comandava e existia uma divisão de tarefas, não havia restrições para hábitos culturais e religiosos (RAMOS, 2019). Mesmo existindo grande quantidade, eles não possuíam uma formação específica, ou seja, a região, a quantidade de integrantes e o limite territorial eram variáveis, assim como as atividades econômicas desenvolvidas por eles eram, e esta realidade persiste até os dias atuais. (SILVA, 2014).

Existiu até o século XVII o Quilombo de Palmares, que devido a sua importância, teve seu rei capturado, decapitado e a cabeça exposta para mostrar que o sistema escravocrata não deveria ser desafiado (FUNARI, 1996). Ele foi o maior da história do Brasil, tornando símbolo de resistência contra a escravidão. Conseqüentemente preocupando as autoridades coloniais (SILVA, 2014) e a população local que se via ameaçada por roubos, ataques durante viagens, invasão de quintais e até mesmo desonra de suas filhas, isto fez com que guerras acontecessem entre as forças provinciais e os quilombos, por este motivo, muitos deles foram destruídos. (SOUZA, 1996).

Os escravos que haviam sido libertados não tinham acesso a escolas, terras e empregos, o que os obrigava a viver nas fazendas onde haviam sido escravizados anteriormente e tinha que trabalhar pelos anos seguintes, assim como seus descendentes que exerciam atividades com baixa remuneração. Desta forma conseguiam viver uma situação pouca coisa melhor, mas ainda com exclusão em todos os sentidos. No Brasil republicano nenhuma política de integração dessas comunidades ocorreu, fazendo com que desenvolvessem sua própria organização

social, religiosa, produtiva e cultural que, em meio a tantas dificuldades, resistem física e culturalmente até hoje, sendo conhecidas como Comunidades Remanescentes dos Quilombos (SILVA, 2014).

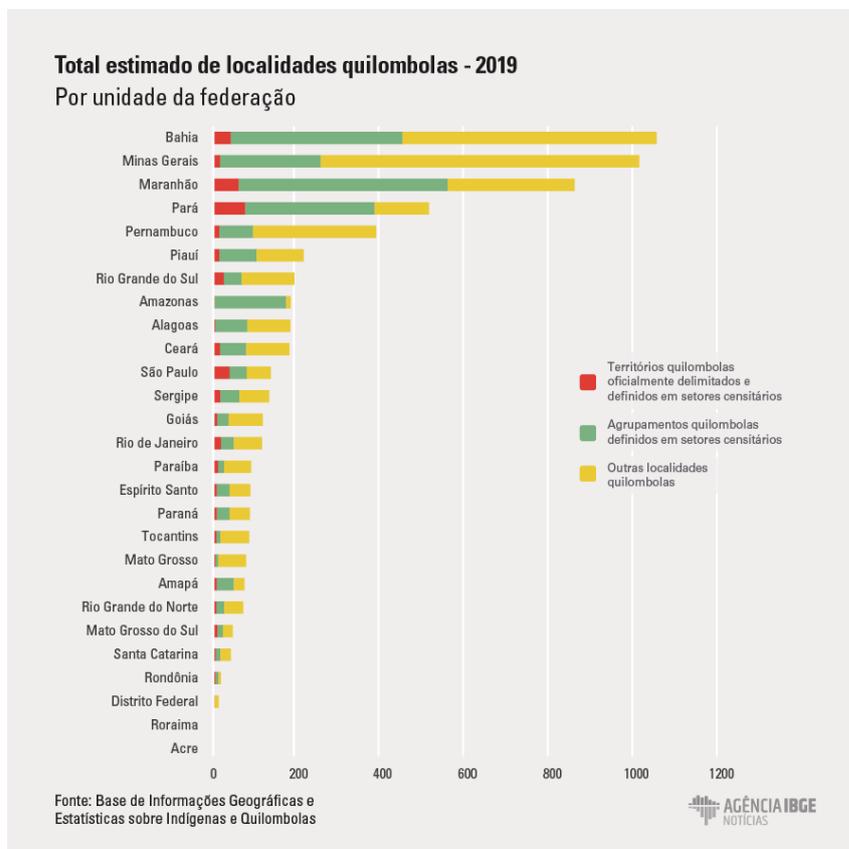
É possível encontrá-las em áreas rurais, mas algumas já estão incluídas em áreas urbanas e suburbanas das grandes cidades. Elas não são um passado imóvel, mas sim comunidades negras contemporâneas com um desenvolvimento complexo e grandes lutas por cidadania e processos de identidade compostas por descendentes de fugitivos da escravidão, libertos, índios e desertores militares que produziram suas próprias histórias de ocupação agrária, criação de territórios, cultura material e imaterial baseado nos ensinamentos passado de geração para geração através do manejo e uso coletivo da terra (GOMES, 2015).

Desde o século XX foi uma luta para os remanescentes quilombolas manterem suas terras, já que fazendeiros e empresas tentam pela força ou judicialmente tomar posse de suas terras, mesmo sendo historicamente ocupadas pelos antepassados quilombolas. Atualmente, possuem mais apoio dentro das leis para não perderem o que foi conquistado (SILVA, 2014) com a Constituição de 1988, que assegura no art. 68 o direito de manter suas terras e o Estado de emitir para os seus respectivos títulos. Outros dois artigos importantes dela são os 215 e 216 que asseguram a proteção da cultura, bens materiais, imateriais e todas as formas de se expressar, criar e viver (BRASIL, 1988), assim como decreto nº 6.040 de 7 de fevereiro de 2007 que tem como objetivo geral promover o desenvolvimento sustentável dos povos e comunidades tradicionais garantindo reconhecimento e fortalecimento de todos os seus direitos (sociais, territoriais, ambientais, econômicos e sociais) valorizando e respeitando as suas identidades, formas de organização e intuições (BRASIL, 2007). Além disso também foram criados pelo governo o Programa Brasil Quilombola para implementar diretrizes de ação governamental garantindo direitos e reconhecimentos, dando ênfase na participação destas pessoas na sociedade civil (SILVA, 2014) e a Fundação Cultural Palmares que é vinculada ao Ministério da Cidadania com objetivo de promover igualdade, inclusão e valorização da história e manifestações culturais e artísticas negras brasileiras (FCP, 2021).

Atualmente os descendentes dessas comunidades vivem um cenário de muita pobreza, utilizando da agricultura de subsistência para garantir o básico. Desta forma a base da economia se tornou a mão de obra familiar. Problemas de saúde devido a condições sanitárias insuficientes para garantir água tratada e esgoto adequado são constantes, além de não possuir serviços de saúde próximos para tratar as doenças que surgem devido a esse e outros cenários, sendo necessário que percorram caminhos longos para serem atendidos. Algumas dessas doenças são anemia falciforme, hipertensão, diarreia e doenças dermatológicas, sendo as duas últimas causadas pela falta de saneamento básico (LEITE, 2016).

Em um levantamento realizado pelo IBE (2021) em 2019 disponibilizado em formato de um gráfico como mostra a Figura 1 é possível observar que existem mais de 3 mil comunidades em todo o Brasil, sendo que mais da metade delas não foram oficialmente delimitadas e definidas.

Figura 1 -Gráfico com estimativa de comunidades quilombolas no Brasil



Fonte: IBGE, 2019.

### 3. A ÁGUA

A influência da água é de extrema importância para todas as formas de vida no planeta, sem ela seria impossível garantir a sobrevivência dos animais que a habitam. Segundo a Agência Embrapa de Informação Tecnológica o corpo de um animal adulto é constituído de aproximadamente 70% de água, sendo que em cada célula a quantidade de água soma mais de 45% do seu peso. Essa composição é responsável pelo desenvolvimento de todas as atividades, desde feitas pelas células até correr em uma maratona, pois a água se distribui de forma heterogênea para proporcionar equilíbrio no organismo, já que ele funciona devido a constante perda de água. Sua reposição pode acontecer por meio de alimentos e oxidação, mas a principal forma é a ingestão de líquidos (AGEITEC, 2005).

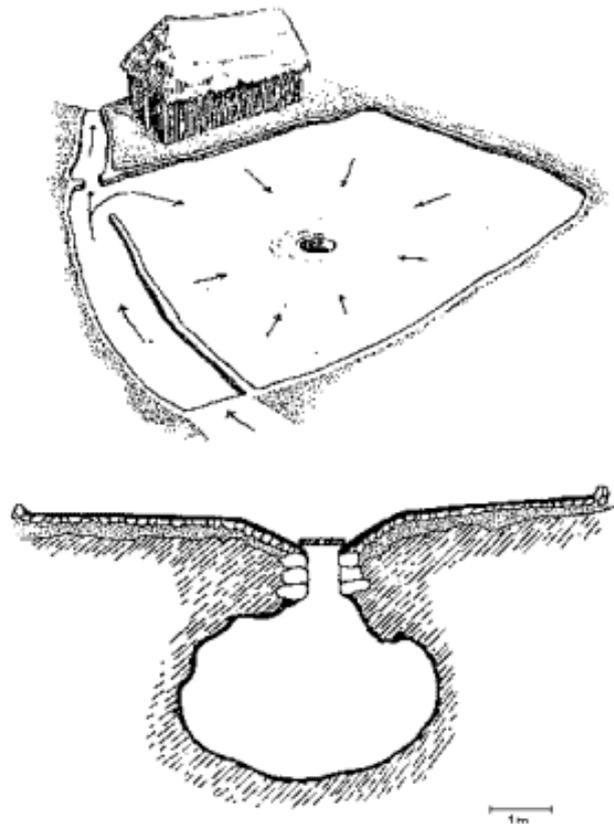
É importante que a água destinada ao consumo direto seja limpa e sem contaminação, ou seja, potável. A água pura é definida desta forma porque em sua composição se encontra somente a molécula  $H_2O$ , o que é quase impossível de se encontrar já que a água está sempre em contato com outro elemento. Sendo assim, é considerada como potável aquela que possui outras substâncias junto com a molécula já citada acima, mas que não causam danos à saúde de quem ingeri-la. Por outro lado, existem as classificadas como contaminadas e poluídas, sendo que a primeira pode não ter alteração em sua cor, cheiro e sabor, mas possui agentes patogênicos e substâncias tóxicas causando danos à saúde, enquanto a segunda vai possuir as alterações em sua cor, seu cheiro e seu sabor, mas não causa doenças (AGEITEC, 2005).

Infelizmente o que acontece atualmente é que, em alguns lugares, famílias não possuem acesso a esta água devidamente tratada e existem também os casos mais graves em que as famílias não possuem acesso a água alguma, causando problemas seríssimos relacionados tanto a ingestão direta da água quanto pela falta de saneamento básico. Algumas opções como a reutilização de água da chuva e águas cinzas podem auxiliar, diminuindo o impacto negativo desta falta, mas ambas precisam ser tratadas para consumo humano (AGEITEC, 2005).

### 3.1- Utilização da água de chuva

A coleta de água de chuva não é uma técnica que foi criada recentemente, já existiam tanques para coletá-la há milhares de anos em diferentes partes do mundo, especialmente nas regiões áridas e semiáridas, que constituem 30% da superfície do planeta, porque as chuvas acontecem somente em alguns meses do ano. No século X os Mayas possuíam uma agricultura baseada na água das chuvas. Hoje em dia ainda é possível ver as cisternas que utilizavam para captação. Quem vivia próximo às encostas utilizavam cisternas de 20.000 a 45.000 litros chamadas de Chultuns, que está disponível como exemplo na Figura 2. Já os que viviam nos vales utilizavam “Aguadas” que é uma cisterna com capacidades de captar entre 10 e 150 milhões de litros ou “Aquaditas” que captavam de 100 a 50.000 litros de água (GNADLINGER, 2000).

*Figura 2 - Cisterna feita pelo povo Maya chamada Chultun.*



*Fonte: GNADLINGER, 2000.*

Esse sistema acabou ficando fora de uso devido à colonização que ocorreu nos diversos lugares que a utilizavam; era introduzido um novo sistema de utilização da

água com técnicas que foram feitas para atender países com zonas climáticas moderadas e mais úmidas, dispensando assim a água da chuva para atender suas necessidades. Utilizavam-se de grandes barragens, águas subterrâneas e irrigação encanada que funcionava através de combustível fóssil e elétrico (GNADLINGER, 2000).

O Brasil vive hoje uma realidade de crescimento populacional significativa e degradação ambiental intensa, sendo assim muitas pessoas precisam utilizar de formas que não dependem de concessionárias para ter acesso a água, sendo que a água da chuva é a mais confiável. A base para a sustentabilidade na reutilização da água de chuva é a combinação entre as necessidades básicas das pessoas, condições naturais do local e econômicas da região (GNADLINGER, 2000).

A água da chuva pode ser utilizada para fins potáveis e não potáveis, podendo estar em estado líquido, sólido ou gasoso. Para saber qual é a precipitação no local é preciso avaliar o seu volume total, sua duração e sua distribuição no espaço. A partir disto ela pode ser definida em convencional que é intensa e de curta duração, orográfica que possui muito tempo de duração e pouca intensidade ou ciclônica que pode ter intensidade baixa ou moderada, mas atinge uma grande área (PALHARES, 2016).

Segundo Palhares (2016) as etapas de um sistema que reutiliza água de chuva irão variar de acordo com o uso final que ela terá, da qualidade necessária, do espaço disponível para instalação e dos recursos financeiros do usuário, mas algumas vantagens estarão presentes independentemente disto, algumas delas são:

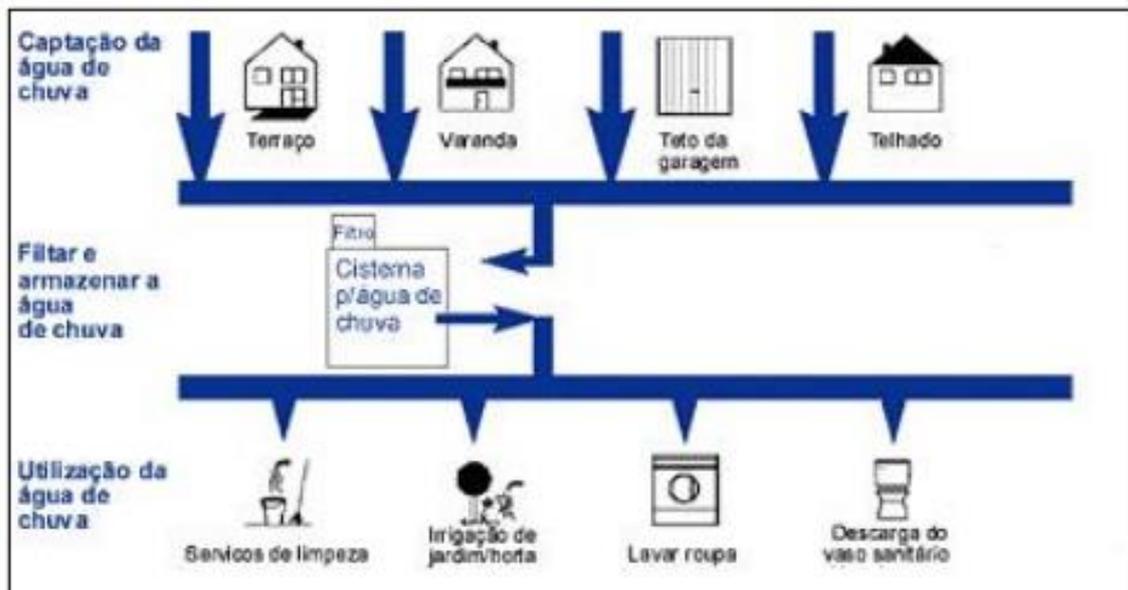
1. O armazenamento desta água promove maior segurança em relação às inundações
2. Menor gasto com sistemas de drenagem, captação e distribuição já que é tudo feito *in loco*;
3. Mesmo que a água dentro da cisterna precise ser monitorada, ela poderá ser utilizada desde irrigação até em atividades que tenham contato direto com as pessoas;

4. Dependendo do nível de limitação das águas subterrâneas e das fornecidas por fontes superficiais, elas poderão ser substituídas parcial ou integralmente pela água captada;
5. Não é feita cobrança pelo seu uso.

### 3.1.1- Captação da água de chuva

A estrutura dos sistemas de captação e aproveitamento de água de chuva tem como base uma área que servirá como coletora ligada a um sistema constituído de calhas, conectores e tubos que direcionará a água para um reservatório no qual é mantida até o momento de ser utilizada novamente. As áreas de coleta podem ser diversas, como telhados, varandas e terraços, por isso antes de chegar ao reservatório é necessário que a primeira água da chuva seja desconsiderada e sirva somente para lavagem desses espaços, retirando as impurezas maiores, já a água que vai para o reservatório precisa passar por um filtro para eliminar as impurezas que ainda ficaram (OLIVEIRA, 2008). Na Figura 3 é possível observar de forma mais simples um esquema com as etapas do sistema.

Figura 3 - Resumo do sistema de utilização de água da chuva



Fonte: OLIVEIRA, 2008.

Existem algumas características importantes sobre cada parte do sistema dentre elas a área de captação, que pode ser telhados planos ou inclinados de edificações de

diversos usos, assim como ruas, calçadas e pátios. Calhas e condutores podem ser de PVC ou metal e pode haver junto a calha uma peneira para que não deixe folhas e outras impurezas sólidas serem levadas ao reservatório. Os filtros mais utilizados são os de autolimpeza, que fazem a separação da primeira água da chuva. Os reservatórios podem ser feitos enterrados, semienterrados, apoiados ou elevados, o material utilizado é bem variado podendo ser feito de concreto, alvenaria, plástico etc. Este é a parte mais cara do sistema porque a área que é necessária para sua construção é grande, nas Figuras 4 e 5 é possível ver exemplos destes reservatórios. A instalação de um extravasor é necessária para que animais não entrem no reservatório. A distribuição de água pode ser feita por meio de diferentes formas, como irrigação, torneiras, bombas e outros, tudo irá depender de qual será o uso final (Oliveira, 2008).

*Figura 4 - Cisterna de concreto semienterrada.*



*Fonte: METALICA, 2021.*

*Figura 5 - Cisterna de polietileno modular.*



*Fonte: METALICA, 2021.*

Em 2007 foi publicada a NBR 15.527 e atualizada em 2019, esta norma regulamenta a utilização da água de chuva para fins não potáveis após o devido tratamento. Nela

existem diversas formas de calcular o reservatório para água captada, em quais condições ela deve estar para ser considerada apropriada para uso e como deve ser feita a manutenção. Os sistemas variam dos mais simples aos mais elaborados, isso irá depender a situação financeira do usuário, da quantidade de água necessária para suprir sua necessidade, da quantidade de chuva no local e a área disponível para captação (ABNT 2007).

### 3.1.2- Na agricultura

In Situ é o sistema de captação de água de chuva destinado ao reaproveitamento agrícola que é muito utilizado no semiárido brasileiro. Esse sistema adapta a superfície do solo para que seja possível captar a água entre as fileiras de cultivo. Seus benefícios são baixo investimento, fácil construção, não precisa de maquinário pesado e maior eficiência na produção de escoamento por unidade. Para que o sistema funcione de forma eficaz é necessário que o solo tenha alta retenção de umidade para que a água consiga ser absorvida. Caso seja necessário é possível utilizar alguns produtos que ajudem nessa absorção, como adubo verde e esterco. Alguns dos principais são os sulcos barrados, camalhões inclinados ou sistema W e as barragens subterrâneas. (OLIVEIRA, 2008).

### 3.1.3- O tratamento

A qualidade da água é o resultado dos fenômenos naturais juntamente com a ação dos homens, por possuir capacidade solvente e de fazer o transporte de partículas, o que, muitas vezes incorpora em si impurezas que causam mal ao homem. Para saber sua real qualidade é preciso que sejam analisadas suas características físicas, químicas e biológicas. Utilizando como exemplo a água da chuva é possível ver diferença na composição, dependendo da localização geográfica, do clima, da vegetação local e quantidade de poluição que foi exposta (OLIVEIRA, 2008).

Outros fatores devem ser observados quanto a água de chuva, como o material que foi utilizado para fazer a captação sendo um deles, pois, analisando do ponto de vista microbiológico, o metal quando é aquecido elimina alguns patógenos que não conseguem sobreviver a temperaturas mais altas, isso faz com que telhados metálicos sejam a melhor opção para esse sistema. É importante também ficar atento ao

reservatório, visto que, mesmo acontecendo a filtração alguns sólidos, e micro-organismos podem ser levados até ele, criando no fundo do local uma camada de lama em que os micro-organismos se proliferarão, sendo necessário fechar corretamente o reservatório para evitar a entrada de luz solar e fazer regularmente a sua limpeza (OLIVEIRA, 2008).

A despoluição da água acontece com o objetivo de eliminar os contaminantes e torná-la própria para consumo, isto pode acontecer no local onde ela foi coletada ou ela pode ser levada para um local com sistema mais eficiente, já que o tratamento da água na residência é uma questão delicada, pois precisa ser feito com muita atenção e cuidado tendo em vista que as bactérias não podem ser vistas a olho nu, podendo causar uma impressão equivocada quanto a sua potabilidade (IPT, 2015).

Os principais métodos utilizados são: filtros e purificadores de água, desinfecção química (hipoclorito de sódio/água sanitária, hidrosteril, pastilhas ou iodo) e a fervura. Em 2015 foi feito o Manual para Captação Emergencial e Uso Doméstico de Água de Chuva pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas que propõe duas opções para o tratamento da água, ambas de três etapas: Na primeira opção é feita a filtração da água em filtro de barro, depois fervura por no mínimo três minutos e por último aerar a água fervida para tirar o gosto. A segunda opção também começa com a filtração da água no filtro de barro, mas depois ela é misturada com água sanitária com a composição específica de concentração de 2,5% de Hipoclorito de sódio (NaClO + Água (H<sub>2</sub>O)) (IPT, 2015).

### 3.2- Sistemas de irrigação

A irrigação trás diversos benefícios para a agricultura. Entre eles existe a maior chance de garantir a produção, melhoria nas condições econômicas, maior eficiência no uso de fertilizantes, possibilidade de programar a colheita, mas para que eles sejam alcançados é necessário escolher a opção correta para a necessidade do agricultor (FRIZZONE, 2017).

Existem vários tipos de sistemas, sendo que cada um irá atender ao agricultor de forma particular, para escolher o que será mais adequado para as suas necessidades devem ser analisados os recursos hídricos do local, condições topográficas do

terreno, assim como o solo, o clima, a cultura, os fatores humanos e os aspectos econômicos do usuário (FRIZZONE, 2017).

O sistema de microirrigação, exemplificado na Figura 6, é caracterizado por aplicar a água em pequenas frações na área de cultura possuindo alta frequência e baixo volume fazendo com que o solo tenha sempre a umidade alta. Ao optar por este sistema é necessário que observe a necessidade de água que tipo de cultura escolhido precisa e do potencial de água da região para que não ocorra o erro de receber a quantidade de água. Outro ponto importante seria quando a água tem baixa disponibilidade e preço alto ou o solo é irregular, arenoso e pedregoso ou quando a cultura é sensível a variação de umidade ou precisa de fertilizantes frequentemente, mas isso não impede que seja utilizado em outras condições porque consegue se adaptar bem. As culturas mais comuns de ver a sua utilização é em plantas frutíferas, hortícolas, ornamentais, flores e extensivas de campo. Ele é classificado em microaspersão e gotejamento (FRIZZONE, 2017).

*Figura 6 - Sistema de microaspersão utilizando difusor.*



*Fonte: FRIZZONE, 2017.*

A irrigação por aspersão é assim chamada porque os sistemas utilizam aspersores para distribuir a água na plantação, eles são divididos em convencionais e mecanizados. O convencional é feito de três linhas, a principal, as secundárias e as laterais, onde os aspersores são conectados, mas as secundárias podem ser dispensadas. Este grupo é subdividido de forma que os aspersores são fixados nas linhas, são eles os fixos permanentes, os fixos temporários, os semifixos e os portáteis. Nos sistemas mecanizados é feita a automação do processo movimentando

o aspersor de forma que consiga atender à necessidade da cultura em questão. Como exemplo, é possível citar as chamadas linhas laterais autopropelidas, os aspersores autopropelidos e o de montagem direta. Apesar de possuir custo alto de instalação e operação, este tipo de sistema é muito indicado porque, devido à variedade de opções, consegue atender à maioria dos cultivos e a quase todos os tipos de solo. Além disso, consegue irrigar uma área maior do que quando se utiliza o sistema de superfície (FRIZZONE, 2017).

O sistema irrigação por superfície utiliza a superfície do solo para distribuir a água pela área de cultura através do escoamento por gravidade que é contínuo e não causa erosão. Pode acontecer utilizando a irrigação por inundação ou sulcos, como é possível ver na Figura 7. Este é o sistema de menor custo porque não precisa de energia para fazer todo o processo, sendo necessária a preparação do terreno e, em alguns casos bombear a água até o ponto em que ela será distribuída. Ele se adapta a quase todas as culturas, desde que ela esteja em uma área de uniforme e com vazão disponível elevada; caso contrário será preciso um gasto extra para deixar o terreno mais adequado possível para receber o sistema e, possivelmente, a área de alcance será menor que o normal (FRIZZONE, 2017).

*Figura 7 - Sistema de irrigação por sulcos retilíneos em nível.*



*Fonte: FRIZZONE, 2017.*

O sistema de irrigação subterrâneo consiste na aplicação da água diretamente na superfície do solo através de controle e manutenção de um lençol de água natural ou artificial utilizando a ascensão capilar. Ele deve ser utilizado em situações específicas em que o terreno seja plano; abaixo do solo deve haver uma superfície permeável e abaixo desta camada deve haver outra que seja impermeável juntamente com o lençol

de água. Além dessa estrutura o suprimento de água deve ser garantido para que não falte água para alimentar o sistema (FRIZZONE, 2017).

### 3.3- Pré-dimensionamento

O pré-dimensionamento de um sistema de utilização de água de chuva irá depender do índice pluviométrico da região, da demanda do empreendimento, do tamanho da área de contribuição, entre outros fatores. Utilizando estas informações será possível calcular o tamanho adequado que o sistema deve possuir para atender as demandas necessárias, os cálculos incluem quanto de água consegue ser captada e o tamanho da cisterna. Na tabela 1 estão disponíveis informações sobre o consumo residencial (VIEIRA, 2020).

*Tabela 1 - Tabela de consumo residencial.*

		Unidade	Faixa
Demanda Interna	Vaso Sanitário - Volume	L/descarga	6 a 15
	Vaso Sanitário - Frequência	Descarga/hab/dia	3 a 6
	Máquina de Lavar Roupa - Volume	L/ciclo	100 a 200
	Máquina de Lavar Roupa - Frequência	Carga/hab/dia	0,20 a 0,30
Demanda Externa	Gramado ou Jardim - Volume	L/dia/m <sup>2</sup>	2
	Gramado ou Jardim - Frequência	Lavagens/mês	8 a 12
	Lavagem de Carros - Volume	L/lavagem/carro	80 a 150
	Lavagem de Carros - Frequência	Lavagem/mês	1 a 4

Fonte: VIEIRA, 2020.

Após concluído o consumo deve-se então começar os cálculos do sistema, o primeiro que deve ser feito é o do volume de água que é possível ser captada com o telhado da residência, para isso o morador precisa saber qual é a área de contribuição em cada água do telhado (MELLO, 2020).

A área de contribuição é a soma das áreas que estão em contato com a chuva e a direciona para um determinado ponto. (ABNT, 1989). Para este cálculo deve ser consultada a Figura 8 para melhor entendimento das variáveis e logo após utilizar a Equação 1 para inserir as informações encontradas para chegar ao valor referente a área de contribuição de uma água do telhado (MELLO, 2020).

Cada superfície do telhado que possui inclinação direcionando para onde a água da chuva deve cair é considerada uma água, sendo necessária a realização do cálculo para cada uma delas, caso do telhado possui mais de uma. A Figura 8 demonstra um telhado que possui duas águas, uma caindo para esquerda e outra para direita, portanto deve ser feito um cálculo para cada uma e ao final somá-los para saber qual o valor total da área de contribuição (MELLO, 2020).

$$A = (a + h/2) \cdot b$$

*Equação1*

sendo:

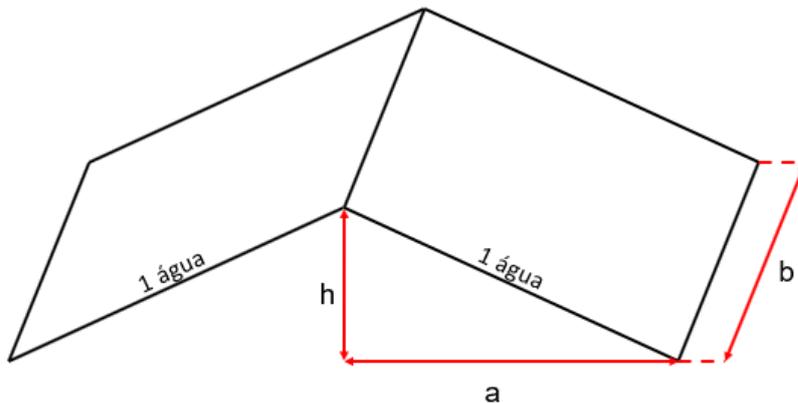
A= Área de contribuição

a= largura da água

h= altura do telhado

b= profundidade da água

*Figura 8 - Detalhe das variáveis do telhado.*



*Fonte: Criado pela autora.*

O valor encontrado da área de contribuição será inserido nas outras equações que fazem parte do pré-dimensionamento, uma delas é a de captação do telhado, demonstrada através da equação 2. Neste momento será possível entender quanto de água o telhado conseguirá captar anualmente ou mensalmente, quando comparado com o valor do consumo é possível concluir se a área de contribuição calculada conseguirá atender ao que foi proposto ou não. (MELLO, 2020).

$$V_{chuva} = A \cdot P \cdot C$$

*Equação2*

Sendo:

$V_{chuva}$  = volume de água da chuva a ser captado ( $m^3$ )

A= área de contribuição ( $m^2$ )

P= precipitação anual/mensal na região (metro/ano)

C= fator de escoamento da cobertura.

A equação 3 é referente a vazão de projeto que é uma informação importante, pois com ela torna possível saber em qual dimensão devem ser feitas as calhas e os condutores quando é inserida nas tabelas 6, 7 e 8 juntamente com informações como inclinação do telhado, coeficiente de rugosidade e, no caso do condutor horizontal, comprimento. Para calcular é multiplicada a intensidade pluviométrica pela área de contribuição pelo fator de escoamento que é 0,80 e depois dividindo tudo por 60. (MELLO, 2020).

$$Q = I \cdot A \cdot 0,80/60$$

*Equação3*

Sendo:

Q = Vazão de projeto, em L/min

I = intensidade pluviométrica, em mm/h

A = área de contribuição, em  $m^2$

Coeficiente de Escoamento = 0,80

Para saber qual o tamanho do reservatório de consumo deve ser feita equação 4, em que é multiplicada a precipitação da região pela área de contribuição pelo coeficiente de escoamento da cobertura e pela eficiência do sistema de captação, sendo que esta última é disponibilizada pelo fabricante, mas caso isso não aconteça dever ser considerada como 0,85 (MELLO, 2020).

$$V_{disp} = A \cdot P \cdot C \cdot n$$

*Equação4*

Sendo:

$V_{disp}$  = volume anual, mensal ou diário de água da chuva (L)

P = precipitação média anual, mensal ou diária (mm)

A = área de contribuição ( $m^2$ )

C = coeficiente de escoamento da cobertura

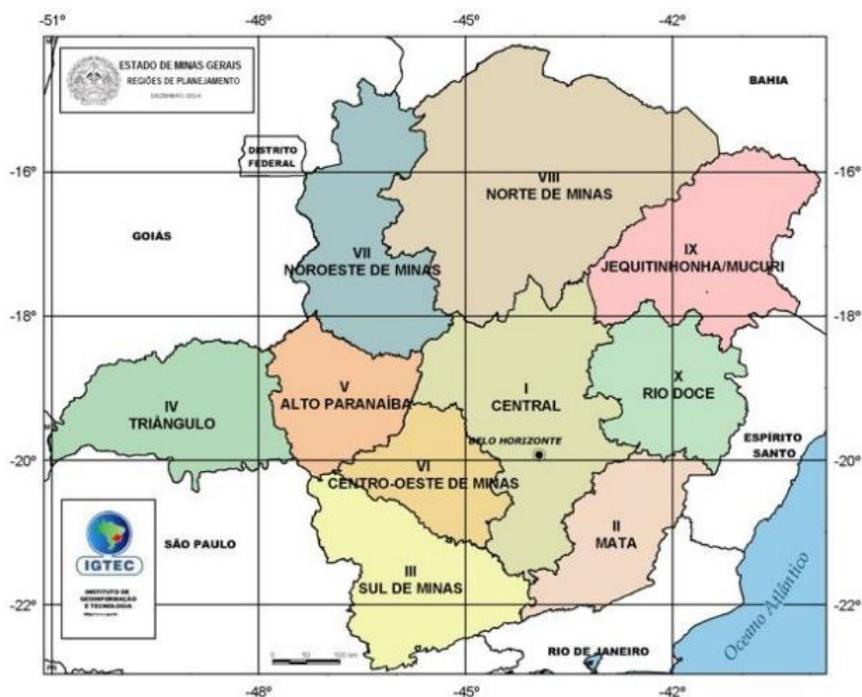
n = eficiência do sistema de captação, fornecido pelo projetista ou fabricante. Na falta da informação utilizar 0,85

## 4. METODOLOGIA

O pré-dimensionamento do sistema de utilização de água de chuva foi feito com objetivo de auxiliar desde famílias que não tem acesso a água até as que possuem o interesse em reduzir os custos gerados pelas concessionárias seguindo as orientações apresentadas na cartilha final.

Para fazer os cálculos do pré-dimensionamento do sistema de utilização de água da chuva foi selecionada uma cidade representativa de cada região de Minas Gerais, seguindo a divisão dos territórios adotada pelo Governo, disponibilizado na Figura 8, para que os resultados fossem mais abrangentes e pudessem ser utilizados por mais famílias de forma mais assertiva.

Figura 9 - Mapa das regiões de Minas Gerais.



Fonte: GOVERNO DE MINAS GERAIS, 2021.

O critério utilizado foi a quantidade de quilombos em cada uma das cidades, segundo levantamento feito pelo IBGE (2019). As que possuíam mais quilombos foram selecionadas, podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Cidade selecionada em cada região.

Região	Cidade
Central	Conceição do Mato Dentro
Mata	Viçosa
Sul de Minas	Alpinópolis
Triângulo Mineiro	Uberaba
Alto Parnaíba	Patos de Minas
Centro Oeste	Oliveira
Noroeste	Paracatu
Norte	Januária
Jequitinhonha/Mucuri	Virgem da Lapa
Rio Doce	Sabinópolis

Fonte: Criado pela autora.

No anexo I se encontram os quadros de precipitações mensais de cada umas destas cidades. Para realização dos cálculos e geração das tabelas, foi considerado o mês de maior precipitação para que fosse possível captar a maior quantidade de água para ser utilizada durante o ano.

#### Passo 1 – Cálculo do consumo

Inicialmente é necessário definir qual fim terá a água captada, se será para consumo residencial que engloba lavagem de carros e quintal, irrigação de jardim, lavagem de roupas e descargas, se será utilizado para agricultura ou se para os dois fins, para que então possam ser realizados os cálculos destinados a saber quanto de água a demanda definida gastará.

Para quem desejar utilizar a água na residência, seja interna ou externamente, basta consultar a Tabela 1 e calcular o quanto de água é necessário para atender a demanda proposta. Deve ser levada em conta a quantidade de pessoas que moram na residência, pois esta será multiplicada pelo valor da coluna denominada Faixa, podendo ser utilizado o volume de água gasto na atividade ou a frequência de uso. No volume será levada em consideração a quantidade de vezes que a atividade é realizada, no caso da utilização do vaso sanitário deve ser considerado 5 descargas por dia para cada pessoa e no jardim a metragem quadrada da área que será beneficiada.

No caso do interesse ser voltado para agricultura será necessário levar em conta a espécie plantada, a quantidade de água que ela precisa e a frequência com que deva

ser irrigada, pois assim será possível saber qual a quantidade de água que será gasta para irrigá-la.

É essencial que sejam definidos quais dias a água será utilizada, pois a quantidade de dias de utilização entrará no cálculo das demandas internas. Por exemplo, uma casa com 02 habitantes que utilizará todos os dias do mês a água para o vaso sanitário deve considerar 31 dias, ficando o cálculo o seguinte: 5descargas x 6L x 2hab x 31dias que terá como resultado 1.860L.

#### Passo 2 – Área de contribuição do telhado

Foi considerado somente o telhado como área de contribuição para realização da captação de chuva, mas paredes e outras superfícies pode ser considerada se somente o telhado não atender. Desta forma para saber qual a área de contribuição será preciso obter as medidas da cobertura necessárias para ser calculada a equação 1. Na criação das tabelas que estão nos passos seguintes foi considerado  $1m^2$  com objetivo de deixar os cálculos mais simples para aqueles que tenham interesse em fazer o pré-dimensionamento.

#### Passo 3 – Captação anual do telhado

Para saber quanto o telhado será capaz de captar utiliza-se a Equação 2 que foi feita considerando o mês de maior precipitação das cidades selecionadas na Tabela 2 e a área de cobertura de  $1m^2$ , sendo assim para saber o quanto o telhado captará de água basta multiplicar a área de contribuição pelo valor disponibilizado na Tabela 3 que está dividida de acordo com as regiões de Minas Gerais. Foram consideradas telhas de cerâmica, metal, amianto, esmaltada, plástico e PVC.

*Tabela 3 - Captação Anual de  $1m^2$  de Telhado por Região*

Região	Captação Anual do Telhado (L/m <sup>2</sup> )
Central	1.323,45
Mata	1.156,85
Sul de Minas	1.136,45
Triângulo Mineiro	1.492,60
Alto Parnaíba	1.177,25
Centro Oeste	1.233,35
Noroeste	1.266,65

Norte	740,35
Jequitinhonha/Mucuri	721,65
Rio Doce	975,80

Fonte: Criada pela autora.

Após realizar este passo o valor encontrado deve ser comparado com o valor total do consumo para saber se o telhado em questão será capaz de atender a demanda proposta, pois este cálculo mostrará o tanto de água que o telhado captará em um ano. Se o valor de consumo for igual ou maior ao encontrado neste passo, significa que o telhado atende, se for menor significa que ele não irá conseguir atender a todas as necessidades, caso isto aconteça mais áreas de contribuição podem ser utilizadas ou o destino da água deve ser revisto.

#### Passo 4 – Vazão de projeto

O cálculo da vazão de projeto é feito através da Equação 3 para dizer o quanto de água passará pelo telhado durante a chuva. Para facilitar foi feito um cálculo considerando a área de 1m<sup>2</sup> de telhado para cada região de Minas Gerais. Os valores encontrados estão disponibilizados na Tabela 4, sendo necessário apenas que a área de contribuição do telhado seja multiplicada pelo valor da tabela de acordo com a região que a cidade da residência se encontra para saber qual é a sua vazão de projeto.

Tabela 4 - Vazão com área de contribuição de 1m<sup>2</sup> por região.

Região	Vazão (L/min)
Central	4,30
Mata	3,60
Sul de Minas	3,40
Triângulo Mineiro	4,10
Alto Parnaíba	3,60
Centro Oeste	3,80
Noroeste	4,30
Norte	2,70
Jequitinhonha/Mucuri	2,50
Rio Doce	3,10

Fonte: Criada pela autora.

#### Passo 5 – Diâmetro das calhas

Este passo é para saber qual o diâmetro ou largura/altura adequada para as calhas já que elas podem ser quadradas ou semicirculares. Para o comprimento não há um

cálculo pois ele dependerá do comprimento da água do telhado, já que a calha fica posicionada na sua parte mais baixa que é para onde a água de chuva é direcionada ao cair no telhado. Neste caso será necessário consultar a tabela 6 utilizando o valor da vazão de projeto, inclinação e coeficiente de rugosidade do telhado, pois o cálculo já foi feito considerando os materiais da tabela 5. Caso o valor de vazão encontrado não ser exatamente igual ao disponibilizado na tabela, deve ser consultado o valor mais próximo que seja maior como medida de segurança.

Tabela 5 - Coeficientes de rugosidade.

Material	n
Plástico, fibrocimento, aço, metais não ferrosos	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica, concreto não alisado	0,013

Fonte: NBR 10.844, 1989.

Tabela 6 - Capacidade das calhas.

	Coeficiente de Rugosidade	0,011			0,012			0,013		
		Declividades	0,5%	1%	2%	0,5%	1%	2%	0,5%	1%
Semicircular (mm)	Ø100	130	183	256	116	165	232	107	153	214
	Ø125	236	333	466	205	294	442	189	271	380
	Ø150	384	541	757	339	484	678	313	447	625
	Ø200	829	1.167	1.634	714	1.020	1.429	659	942	1.319
Quadrada (mm)	100x100	176	251	351	161	230	322	148	212	298
	125x125	366	523	733	336	480	672	310	443	620
	150x150	687	981	1374	630	900	1260	581	830	1163
	200x200	1389	1985	2779	1274	1820	2548	1176	1680	2352

Fonte: Criada pela autora.

#### PASSO 7 – Diâmetro dos condutores

Para saber qual o diâmetro dos condutores verticais é preciso colocar os dados de vazão de projeto, altura da lâmina d'água e comprimento nos ábacos disponibilizados na Tabela 6 da NBR 10.844 que são divididos em dois, pois são considerados dois casos, um deles é se existe um funil ligando as calhas e os condutores e o outro sem o funil fazendo essa ligação. Como regra todas as vezes que o diâmetro chegar até 69mm deve ser considerado o valor mínimo exigido por norma que é 70mm.

Foi considerado para casas de um andar a altura de 2,80m e para casas de dois andares 5,60m de pé direito e utilizadas as mesmas vazões da tabela 6 para fazer as consultas nos ábacos e gerar a Tabela 7 que apresenta de forma resumida qual o diâmetro adequado para as variadas situações mencionadas.

Tabela 7 - Diâmetro dos condutores verticais.

Vazão	Comprimento (m)			
	2,80		5,60	
	Sem funil	Com funil	Sem funil	Com funil
Até 980	70	70	70	70
981	77	86	70	70
1105	82	82	75	76
1167	82	82	75	76
1233	88	85	80	79
1634	97	97	90	89
2160	110	107	98	98
2714 a 5428	120	120	110	110

Fonte: Criada pela autora.

Já os condutores horizontais podem ter inclinação de 2%, 1% e 0,5% sendo esta última a mínima. Para saber seu diâmetro é preciso identificar qual a rugosidade do material do telhado que fará a captação, basta então consultar a Tabela 6. Após identificado o coeficiente será necessário inseri-lo juntamente com a vazão de projeto e a inclinação do telhado na Tabela 8.

Tabela 8 - Capacidade dos condutores horizontais semicirculares.

Diâmetro interno (mm)	n=0,011				n=0,012				n=0,013			
	0,50%	1%	2%	4%	0,50%	1%	2%	4%	0,50%	1%	2%	4%
50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
75	95	133	188	267	87	122	172	254	80	113	159	226
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
125	370	521	735	1.040	339	487	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
300	3.820	5.380	7.590	10.800	35.00	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Fonte: ABNT, 1989.

#### PASSO 7 – Reservatório de descarte

Para calcular o reservatório de descarte basta multiplicar a área de contribuição total do telhado por 2, que é a quantidade de litros que deve ser descartada por metro

quadrado referente a primeira chuva. Esta água dever ser eliminada pelo fato de carregar vários tipos de impurezas nocivas ao ser humano.

#### PASSO 8 – Reservatório de consumo

Assim como os cálculos anteriores o do reservatório de consumo também foi simplificado através da Equação 4 gerando a Tabela 9. Sendo necessário apenas que a área de contribuição seja multiplicada pelos valores de acordo com a região que a residência se encontra.

*Tabela 9 - Dimensão do reservatório de consumo para 1m<sup>2</sup> de telhado para cada região.*

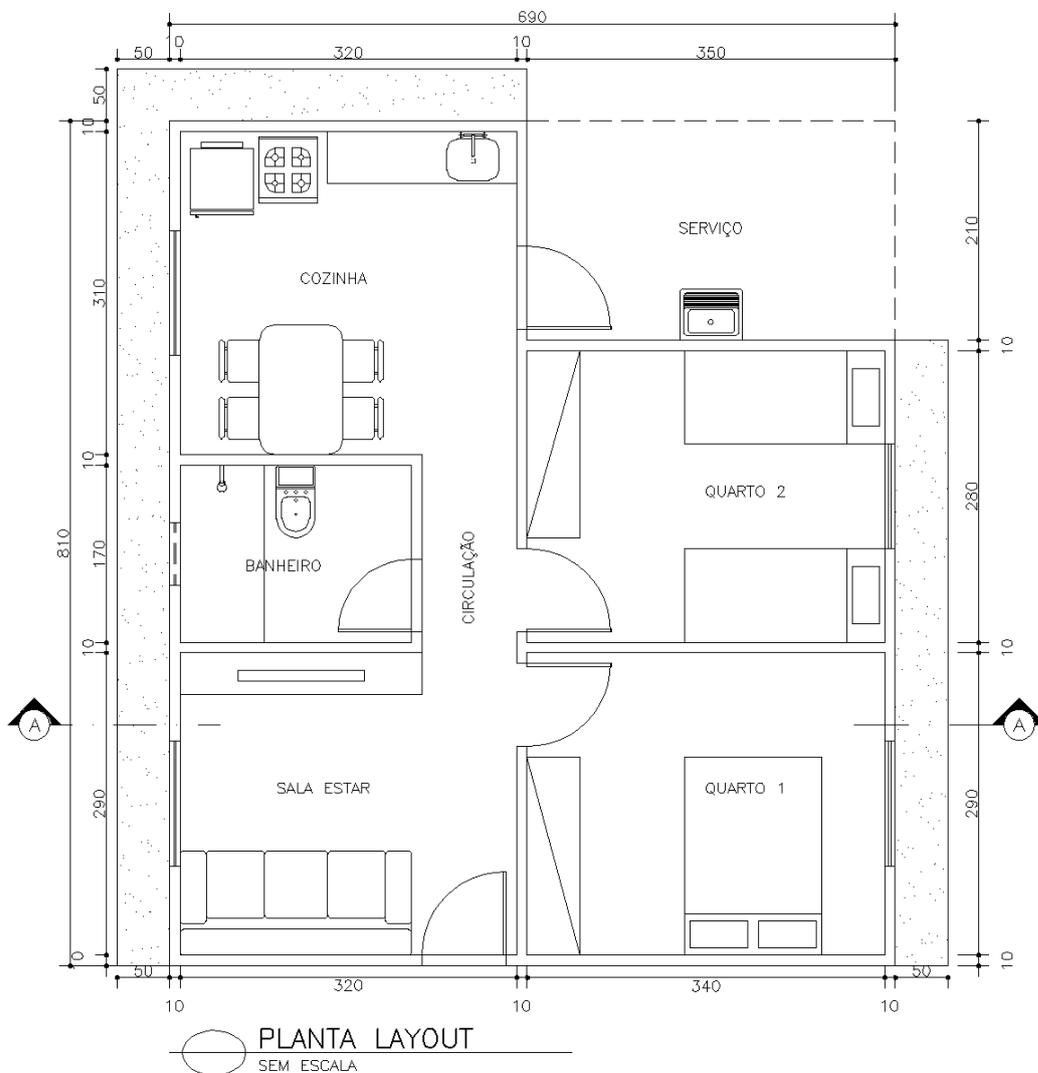
Região	Reservatório de Consumo (L/m <sup>2</sup> )
Central	247,86
Mata	207,31
Sul de Minas	196,60
Triângulo Mineiro	239,44
Alto Parnaíba	239,44
Centro Oeste	223,38
Noroeste	248,62
Norte	155,29
Jequitinhonha/Mucuri	148,41
Rio Doce	179,01

*Fonte: Criada pela autora.*

## 5. ESTUDO DE CASO – RESIDÊNCIA HIPOTÉTICA

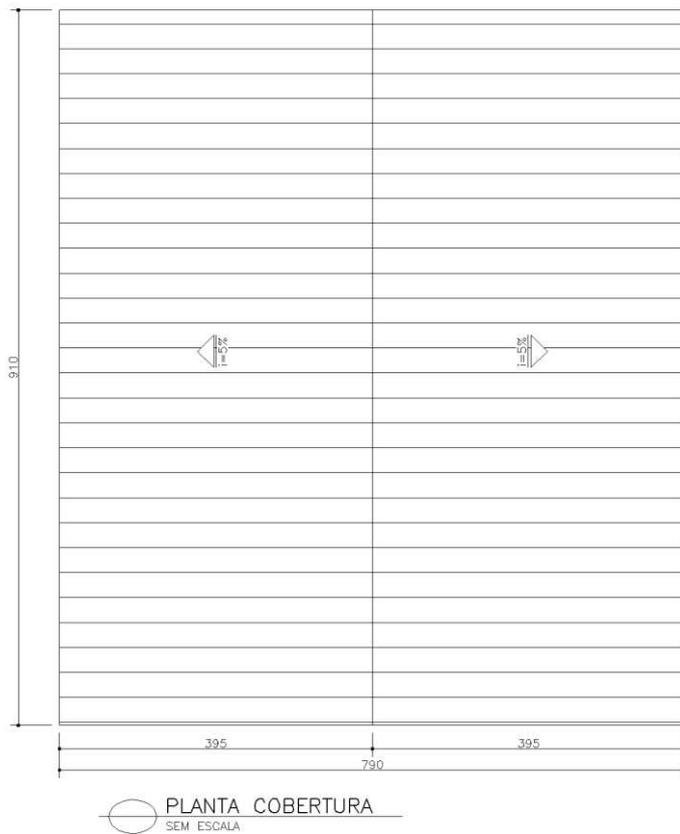
Com o objetivo de verificar a eficiência do pré-dimensionamento será utilizada uma casa hipotética localizada na cidade do Serro na região central de Minas Gerais para realizar o passo a passo descrito anteriormente, sendo ela uma residência com 04 habitantes possuindo um andar que inclui dois quartos, um banheiro, uma sala, uma cozinha e uma área de serviço. Para melhor visualização as Figuras 10, 11 e 12 apresentam as plantas e um corte da mesma.

Figura 10 - Planta de Layout da Casa Hipotética



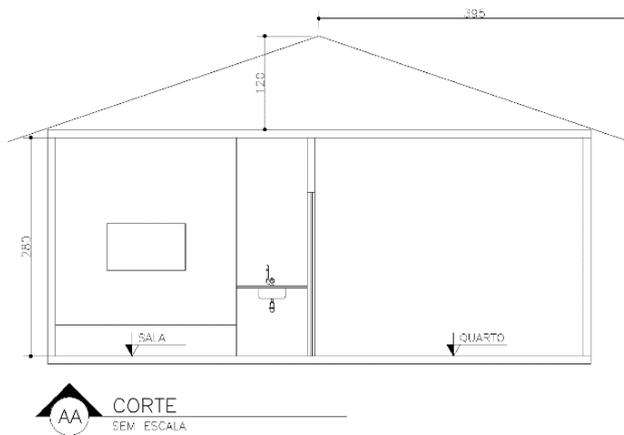
Fonte: Criado pela autora.

Figura 11 - Planta de Cobertura da Casa Hipotética



Fonte: Criado pela autora.

Figura 12 - Corte AA da Casa Hipotética



Fonte: Criado pela autora.

O telhado é constituído de duas águas, telhas de cerâmica e sua dimensão é de 9,10 de comprimento, 7,90 de largura e 1,20 de altura.

As demandas que querem atender são para o vaso sanitário que será utilizado todos os dias, máquina de lavar em que cada pessoa usará 04 ciclos por mês e o jardim será regado 3 vezes por semana.

### PASSO 1 – Consumo

Cálculos das demandas residenciais a partir das informações disponibilizadas na tabela 1.

Vaso sanitário: 5vezes/dia x 6L x 4hab x 30dias/mês = 3.600 L

Máquina de lavar: 200L x 16ciclos = 1600L

Jardim: 2L x 12dias x 9,15m<sup>2</sup> = 219,6L

Total por mês: 3.600 + 1600 + 96 = 5.419,60L/mês

Total por ano: 5.296 x 12 = 65.035,20L/ano

### PASSO 2 – Área de contribuição do telhado

Para saber qual a área de contribuição do telhado foi utilizada a equação 1 que traz o resultado de cada água separadamente, sendo assim foi necessário multiplicar por 2 o valor encontrado já que o telhado da casa hipotética possui duas águas iguais.

$$A = (3,95 + 1,20/2) \times 9,10$$

$$A = 41,40 \text{ m}^2 \text{ para cada água}$$

$$A_{\text{total}} = 41,58 \times 2 = 82,80 \text{ m}^2$$

### PASSO 3 – Captação anual do telhado

Após consulta da tabela 3 concluiu-se que a captação anual da região central, onde a residência se localiza, é 1.323,45, sendo então realizada a multiplicação dela pela área de contribuição do telhado.

$$1.323,45 \times 82,80 = 109.581,66 \text{ L}$$

Este valor refere-se ao total que o telhado consegue captar, mas segundo os cálculos de consumo será necessário somente 63.552L/ano, portanto o telhado atende a demanda anual, mas não há necessidade de captar os 109.581,66L/ano.

#### PASSO 4 - Vazão de projeto

Para saber qual a vazão de projeto foi consultada a tabela 4 e o valor que deve ser considerado para o cálculo é 4,30 que é referente a região central. Sendo assim este valor foi multiplicado pela área de contribuição e encontrado o resultado abaixo.

$$4,30 \times 82,80 = 356,04\text{L/min}$$

#### PASSO 5 – Calhas

A telha de cerâmica possui coeficiente de rugosidade de 0,013, de acordo com a tabela 5, e a calha considerada foi quadrada com inclinação de 0,5%, mas ao consultar a tabela 6 não foi encontrado uma vazão de projeto exatamente igual à da residência em questão, sendo assim foi utilizado o valor maior como referência que é 581 por segurança já que o valor mais próximo que é 310 é menor que o valor encontrado nos cálculos, concluindo então que a dimensão adequada para as calhas deste sistema é 150x150mm.

Serão utilizadas então uma calha de 15x15cm e com comprimento de 910cm para cada água.

#### PASSO 6 – Condutores

Para uma casa de um andar, sem funil fazendo a ligação calha-condutor e com vazão de projeto até 980 conclui-se através da tabela 7 que o diâmetro ideal para o condutor vertical é 70mm.

Com coeficiente de rugosidade de 0,13, inclinação de 0,5% e vazão de projeto de 356,04 L/m conclui-se ao analisar a tabela 8 que o diâmetro adequado para os condutores horizontais é 150mm, já que por segurança foi considerado o valor maior.

### PASSO 7 – Reservatório de Descarte

Como mencionado na descrição do passo 7 no capítulo anterior, os 2 litros iniciais da água de chuva, chamado primeira água, precisa ser descartado. Portanto para saber quanto deve ser desconsiderado é necessário que a área de contribuição seja multiplicada por 2.

$$82,80 \times 2 = 165,6L$$

Após o cálculo conclui-se que o reservatório de descarte precisa ter 165,60L.

### PASSO 8 – Reservatório de Consumo

$$82,80 \times 247,86 = 20.522 L$$

O tamanho ideal da cisterna é aquele que seja igual ou maior ao encontrado no resultado dos cálculos da área de contribuição multiplicada pelo valor da região central da tabela 9, mas no mercado estão disponíveis caixas de no máximo 20.000L quando feitas de polietileno, portanto ao optar por este material uma caixa desta dimensão seria a opção. Outras opções como cisterna de concreto ou tanque de aço são opções mais interessantes que as caixas de polietileno já que podem ser construídas com o tamanho exato para atender a captação.

## 6. CONCLUSÃO

Quilombos eram os locais que abrigavam escravos que fugiam das fazendas, mas também os libertos, índios e brancos, os habitantes desses espaços eram chamados de quilombolas. Atualmente são denominadas de comunidades remanescente de quilombos onde vivem netos e bisnetos de quem as criou. Elas podem ser encontradas em áreas rurais e urbanas, são locais de importante valor cultural por suas crenças, tradições e costumes, mas não são todos que reconhecem esse valor fazendo com que tenham que lutar diariamente pelos seus direitos, mesmo alguns já sendo reconhecidos por diversas leis. A falta de reconhecimento de suas terras traz problemas relacionados a infraestrutura e saneamento básico, já que muitas concessionárias não os atendem levando água e esgoto, situação que gera diversos problemas relacionados a saúde.

A utilização da água da chuva traz diversos benefícios para as comunidades quilombolas dentre elas a economia financeira devido ao fato de que ela não é cobrada e as suas várias opções de utilização, pois mesmo não sendo apropriada para o consumo humano pode ser utilizada para lavagem de quintais, para descarga, irrigação de plantações, lavagem de onde os animais ficam, entre outros. Somente em casos de emergência é aconselhado que aconteça o tratamento da água dentro de uma residência, pois se não for feito adequadamente pode causar sérios danos à saúde de quem consumir esta água.

No pré-dimensionamento os cálculos foram simplificados ao máximo para que os quilombolas tenham mais facilidade e praticidade para concluir se vale a pena ou não investir em um sistema de utilização de água da chuva para suas residências.

Por meio do pré-dimensionamento do sistema para a casa hipotética com 04 habitantes e área de contribuição de 82,80m<sup>2</sup> localizada na região central de Minas conclui-se que vale a pena utilizar a água de chuva para atender fins residenciais, pois o telhado consegue captar no mês de maior precipitação 20.522L e no ano 109.581,66L de água de chuva, enquanto o uso residencial demanda 5.419,60L por mês o que é equivalente a 65.035,20L por ano. Sendo assim é possível que os moradores utilizem da água de chuva para atender atividades como lavagem de

roupa, irrigação de jardim e descargas. A cisterna mais adequada para atender a captação é a de concreto ou aço, pois em ambos os casos a dimensão não é padronizada podendo atender a quantidade exata encontrada nos cálculos.

Com o resultado do estudo de caso foi possível observar que a utilização da água de chuva nessas comunidades é viável e consegue atender as demandas dos moradores, sejam elas rurais ou urbanas. Indo além e conseguindo também ser disponibilizada para pessoas que não são quilombolas, já que a cartilha apresenta cálculos e tabelas feitas para atender a Minas Gerais de uma forma geral, indo além do que foi proposto inicialmente neste trabalho, pessoas que vivem em apartamentos ou possuem o interesse em um sistema mais caro conseguem ter a noção se a água que o telhado irá captar atenderá as suas demandas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.527: Aproveitamento de Coberturas Urbanas para Fins Não Potáveis. Rio de Janeiro, 2019.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.844: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

AGEITEC – AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. Água na Nutrição Animal. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em < [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Agua\\_nutricao\\_000gy2xyyy402wx7ha0b6gs0x27m9uji.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Agua_nutricao_000gy2xyyy402wx7ha0b6gs0x27m9uji.pdf) > Acesso em 31/05/2021

ANA - Agência Nacional das Águas. Situação da Água no mundo. Disponível em <https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/agua-no-mundo>. Acesso em: 01/10/2020.

ANA - Agência Nacional de Águas. Usos da Água. Disponível em < <http://conjuntura.ana.gov.br/usoagua> > Acesso em: 01/10/2020.

ANA - Agência Nacional das Águas. Crise Hídrica. Disponível em < <http://conjuntura.ana.gov.br/crisehidrica> > Acesso em: 01/10/2020. Acesso em 03/10/2020

BRASIL, Decreto 6.040. Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Brasília, DF: Presidência da República, 2007.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

COLLA. Sistemas de Captação e Aproveitamento de Água de Chuva. 76 páginas. Engenharia Ambiental – UNESP, Sorocaba - SP, 2008.

CLIMA, Tempo. Climatologia da Cidade. Disponível em < <https://www.climatempo.com.br/> > Acesso em 02/05/2021

SELBORNE, L. A ética do uso da água doce: um levantamento. Brasília: UNESCO, 2001.

FCP- Fundação Cultural dos Palmares. Apresentação. Disponível em < [Apresentação – http://www.palmares.gov.br/?page\\_id=95](http://www.palmares.gov.br/?page_id=95) Fundação Cultural Palmares > acesso em 27/02/2021

FRIZZONE, J. A. Os métodos de irrigação. São Paulo, 2017. Disponível em < [http://www.leb.esalq.usp.br/leb/disciplinas/Frizzone/LEB\\_1571/TEXTO\\_COMPLEMNTAR\\_1\\_-\\_METODOS\\_DE\\_IRRIGACAO.pdf](http://www.leb.esalq.usp.br/leb/disciplinas/Frizzone/LEB_1571/TEXTO_COMPLEMNTAR_1_-_METODOS_DE_IRRIGACAO.pdf) > Acesso em 31/05/2021

FUNARI, P. P. de A. A arqueologia de Palmares – Sua contribuição para o conhecimento da história da cultura afro-americana. In: REIS, J. J.; GOMES, F. dos

(Org.). Liberdade por um fio: história dos quilombos no Brasil. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

GNADLINGER, João. Colheita de água de chuva em áreas rurais. Haia. 2000. Disponível em < <https://irpaa.org/colheita/indexb.htm> > Acesso em 28 de março de 2021.

Governo de Minas Gerais. Regiões de Planejamento. Belo Horizonte, 2021. Disponível em < <https://www.mg.gov.br/conteudo/conheca-minas/geografia/regioes-de-planejamento#:~:text=A%20divis%C3%A3o%20do%20territ%C3%B3rio%20de%20Minas%20Gerais%2C%20adotada,Rio%20Doce%209%20Sul%20de%20Minas%2010%20Tri%C3%A2ngulo> > Acesso em 02/05/2021.

GOMES, F. dos (Org.). Liberdade por um fio: história dos quilombos no Brasil. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

GOMES, Flávio dos Santos. Mocambos e Quilombos: uma história do campesinato negro no Brasil. São Paulo: Claro Enigma, 2015.

GUIMARÃES, Carlos M. Escravidão, Capitalismo e Arqueologia: Transição e Conexão entre dois mundos (Brasil, séc. XIX/XX). VESTÍGIOS, Revista Latino-Americana de Arqueologia Histórica. Volume 7. Número 1. Janeiro, 2013.

IBGE. Base de Informações sobre os Povos Indígenas e Quilombolas | Indígenas e Quilombolas 2019. Brasil, 2019. Disponível em < <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/27480-base-de-informacoes-sobre-os-povos-indigenas-e-quilombolas.html?=&t=downloads> > Acesso em 02/04/2021.

IPT – Instituto de Pesquisa e Tecnologia. Manual Para Captação Emergencial e Uso Doméstico de Água de Chuva. São Paulo, 2015.

LEITE, Dennis S. Racismo, Saúde e Comunidades Remanescentes de Quilombos: Reflexão da Fisioterapia. UFPA - Pará, 2016.

MELLO, Gláucia. Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos, 2020. 33 slides.

METALICA, Construção Civil. Cisterna – Definição e Características. Disponível em: < <https://metalica.com.br/o-que-e-uma-cisterna-2/> > Acesso em 18/05/2021

OLIVEIRA, Frederico M. B. Aproveitamento de Água de Chuvas para Fins Não Potáveis no Campus da Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto - MG, 2008.

PALHARES, Julio C. P. Captação de Água de Chuva e Armazenamento em Cisterna para Uso na Produção Animal. Embrapa Pecuária Sudeste. São Paulo, 2016.

RAMOS, Jefferso E. M. Quilombos e Quilombolas. Disponível em: < <https://www.historiadobrasil.net/quilombos/> > Acesso em: 09/08/2021.

REIS, J. J.; GOMES, F. dos S. (Org.). Liberdade por um fio: história dos quilombos no Brasil. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

SILVA, Giselda e Valdeir. Quilombos Brasileiros: Alguns Aspectos da Trajetória do Negro no Brasil. Revista Mosaico, 2014.

SOUZA, L. de M. Violência e práticas culturais no cotidiano de uma expedição contra quilombolas. Os quilombos e os fazendeiros da fronteira. In: REIS, J. J.;

VIEIRA, Tatiana. Adoção de sistema para aproveitamento da água da chuva na Pousada Fazenda do Açude em Paraopeba- MG. Belo Horizonte: UFMG, 2020.

TOMAZ, Plínio. Aproveitamento de Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis. 2º Edição. São Paulo: Editora Navegar, 2003.

## 8. ANEXO A

Abaixo estão as tabelas com as precipitações mensais das cidades de Minas Gerais que foram escolhidas como referência para os cálculos realizados no pré-dimensionamento do sistema de reuso de água de chuva.

	Mês	Dez	Nov.	Out	Set	Ago.	Julho	Junho	Mai	Abril	Março	Fev.	Jan
Precipitação por Cidade (mm)	Conceição do Mato Dentro	324	262	127	59	24	14	17	37	83	193	154	263
	Viçosa	271	212	112	70	26	17	16	39	67	154	125	252
	Alpinópolis	249	161	109	72	22	18	20	40	62	156	171	257
	Uberaba	305	217	154	72	22	17	20	50	107	233	246	313
	Patos de Minas	277	202	110	43	13	9	12	26	72	186	171	264
	Oliveira	292	199	111	72	26	18	20	44	66	172	159	272
	Paracatu	325	238	121	36	9	7	7	20	73	211	183	269
	Januária	203	167	70	13	3	1	3	8	39	130	85	149
	Virgem da Lapa	194	175	79	23	10	9	10	18	49	119	74	134
	Sabinópolis	234	192	94	43	17	15	14	28	75	151	103	182

Fonte: Clima Tempo

## 9. APÊNDICE A

# Pré-dimensionamento de sistema de utilização de água de chuva em Minas Gerais

Bruna Rocha de Souza Teixeira

Belo Horizonte

2021

Este pré-dimensionamento tem como objetivo facilitar os cálculos do sistema para pessoas que vivem em quilombos mineiros e possuem o interesse de utilizar a água da chuva na irrigação e/ou residências.

Após a realização dos cálculos é indicado procurar um profissional para que seja avaliada as especificidades de cada usuário.

Seja criativo nos materiais e utilize o que você tenha fácil acesso na sua região.

## QUEM PODE TER

Qualquer pessoa pode fazer esse sistema, seja pelo telhado de uma residência ou comércio.

## O QUE É

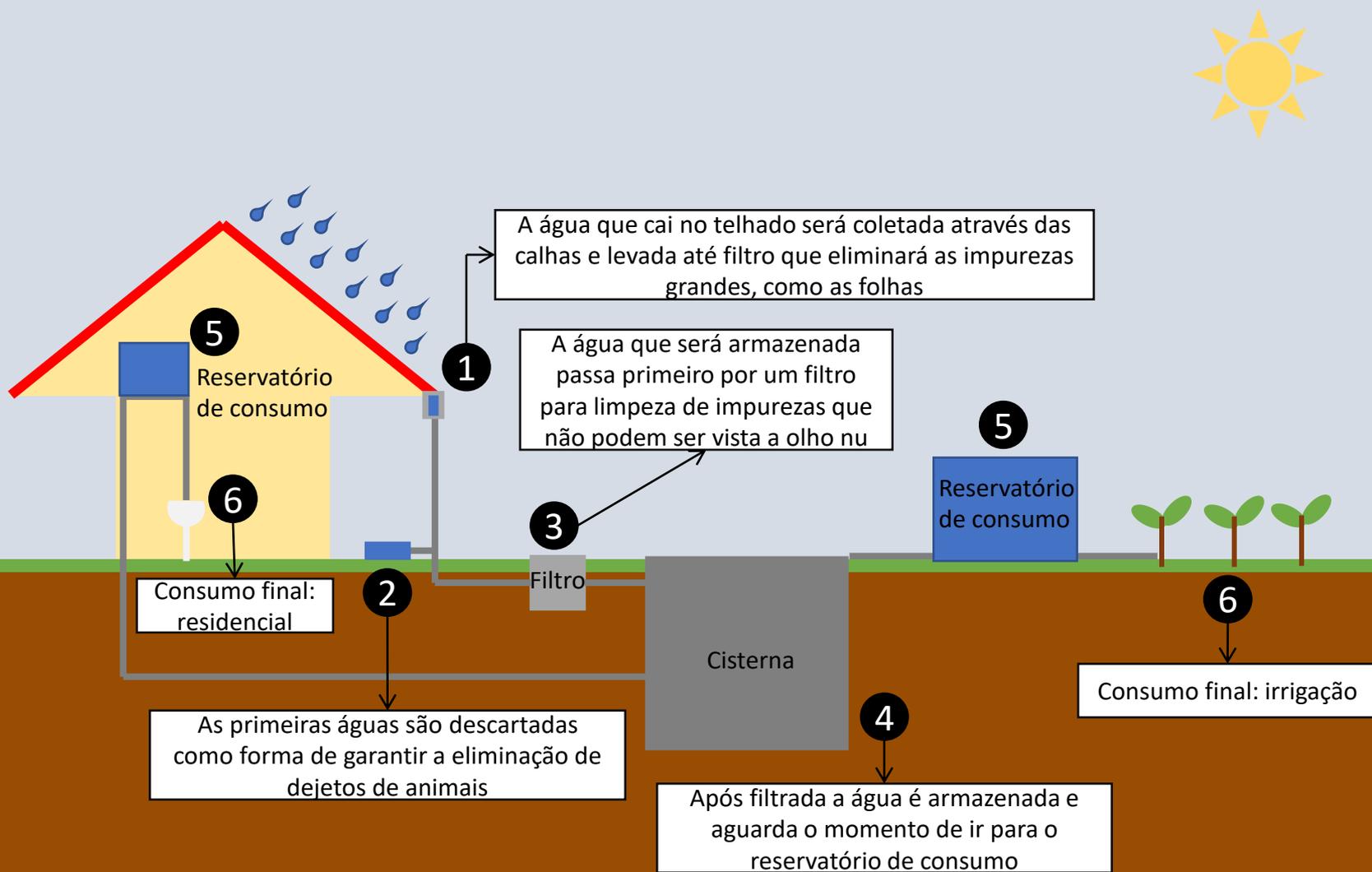
O sistema de utilização de água consiste basicamente em coletar a água da chuva e utilizá-la para fins que não sejam o consumo humano.



## PORQUE FAZER

Mesmo que a água da chuva não possa ser utilizada para consumo, ela pode auxiliar de outras formas trazendo benefícios ao meio ambiente, a economia da residência e do agricultor já que é um recurso que não precisa ser pago a concessionárias.

# COMO FUNCIONA:



# PRÉ-DIMENSIONAMENTO

## 1º PASSO – Cálculo do consumo

Para iniciar o pré-dimensionamento o agricultor precisará saber qual a quantidade de água a sua plantação gasta e o morador precisará saber quanto de água gasta nas tarefas que são indicadas a utilização de água da chuva.

Para ajudar no consumo residencial consulte a tabela 1:

Tabela 1 – Tabela de Consumo residencial

		Unidade	Faixa
Demanda Interna	Vaso Sanitário - Volume	L/descarga	6 a 15
	Vaso Sanitário - Frequência	Descarga/hab/dia	3 a 6
	Máquina de Lavar Roupa - Volume	L/ciclo	100 a 200
	Máquina de Lavar Roupa - Frequência	Carga/hab/dia	0,20 a 0,30
Demanda Externa	Gramado ou Jardim - Volume	L/dia/m <sup>2</sup>	2
	Gramado ou Jardim - Frequência	Lavagens/mês	8 a 12
	Lavagem de Carros - Volume	L/lavagem/carro	80 a 150
	Lavagem de Carros - Frequência	Lavagem/mês	1 a 4

Exemplo de cálculo para uma residência de 04 habitantes que utilizará a água coletada todos os dias:

Vaso sanitário:  $6 \times 4 = 24L$  /  $24 \times 30 = 720L$

Máquina de lavar roupa:  $0,30 \times 4 = 1,2L$  /  $1,2 \times 30 = 36L$

Gramado ou Jardim:  $4 \times 12 = 48L$  /  $48 \times 30 = 1.440L$

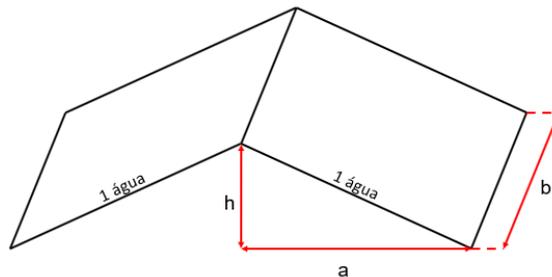
Lavagem de carro:  $4 \times 4 = 16L$  /  $16 \times 30 = 480L$

Total de consumo da residência: 1 mês = 2.676L / 12 meses = 32.112L

# PRÉ-DIMENSIONAMENTO

## 2º PASSO – Área de contribuição do telhado

Estamos considerando que a coleta será realizada somente do telhado da residência, sendo assim é preciso saber qual a sua área de contribuição. Para isso é preciso fazer o calculo abaixo considerando separadamente cada água do telhado.



$$A = (a + h/2) \cdot b$$

Onde:

A= área de contribuição

a= largura da água

h= altura do telhado

b= profundidade da água

## 3º PASSO – Captação do Telhado

Para saber o quanto de água o telhado consegue captar basta multiplicar o valor encontrado na área contribuição pelo valor da captação, de acordo com a tabela 3.

Tabela 3 – Capacidade de captação do telhado com área de 1m<sup>2</sup> por região.

Região	(L/m <sup>2</sup> )
Central	2,75
Mata	2,3
Sul de Minas	2,15
Triângulo Mineiro	2,75
Alto Parnaíba	2,3
Centro Oeste	2,45
Noroeste	2,8
Norte	1,7
Jequitinhonha/Mucuri	1,65
Rio Doce	1,95

# PRÉ-DIMENSIONAMENTO

## 4º PASSO – Vazão de Projeto

Para saber quanto o seu telhado conseguiu captar da água é preciso fazer o cálculo da vazão de projeto para isto deve-se multiplicar o valor da área de contribuição pelo valor disponibilizado na tabela 2 de acordo com a região:

Tabela 2 – Vazão com área de contribuição de 1m<sup>2</sup> por região.

Região	Vazão (L/min)
Central	4,30
Mata	3,60
Sul de Minas	3,40
Triângulo Mineiro	4,10
Alto Parnaíba	3,60
Centro Oeste	3,80
Noroeste	4,30
Norte	2,70
Jequitinhonha/Mucuri	2,50
Rio Doce	3,10

## 5º PASSO – Diâmetro da Calha

Para este passo deve ser consultado qual o coeficiente de rugosidade do material do telhado, na tabela 4, e depois utilizá-lo juntamente com a vazão encontrada no passo anterior na tabela 5.

Tabela 4 – Coeficientes de rugosidade.

Material	n
Plástico, fibrocimento, aço, metais não ferrosos	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica, concreto não alisado	0,013

Tabela 5 – Capacidade das calhas.

	Coeficiente de Rugosidade	0,011			0,012			0,013		
		Declividades	0,5%	1%	2%	0,5%	1%	2%	0,5%	1%
Semicircular (mm)	Ø100	130	183	256	116	165	232	107	153	214
	Ø125	236	333	466	205	294	442	189	271	380
	Ø150	384	541	757	339	484	678	313	447	625
	Ø200	829	1.167	1.634	714	1.020	1.429	659	942	1.319
Quadrada (mm)	100x100	176	251	351	161	230	322	148	212	298
	125x125	366	523	733	336	480	672	310	443	620
	150x150	687	981	1374	630	900	1260	581	830	1163
	200x200	1389	1985	2779	1274	1820	2548	1176	1680	2352

# PRÉ-DIMENSIONAMENTO

## 6º PASSO – Diâmetro dos Condutores

Para saber qual o diâmetro adequado para os condutores verticais as informais que precisamos são:

1º - Quantos andares possui sua casa

2º - Se a calha possui funil ou não

3º - Qual o valor da vazão de projeto

Com isso podemos consultar a tabela que segue abaixo, no qual as casas de um andar possuem pé direito de 2,80m e casas de dois andares 5,60m:

Tabela 6 – Diâmetro condutores verticais.

Vazão	Comprimento (m)			
	2,80		5,60	
	Sem funil	Com funil	Sem funil	Com funil
Até 980	70	70	70	70
981	77	86	70	70
1105	82	82	75	76
1167	82	82	75	76
1233	88	85	80	79
1634	97	97	90	89
2160	110	107	98	98
2714 a 5428	120	120	110	110

Exemplo:

Uma casa de um andar (2,80m) em que a calha possui funil e a vazão de projeto é 990L/min terá como diâmetro adequado para o condutor vertical 77mm.

# PRÉ-DIMENSIONAMENTO

Para o diâmetro dos condutores horizontais será utilizado o coeficiente de rugosidade (n), inclinação do telhado (%) e vazão do projeto. No caso da vazão de projeto não ser exatamente igual ao valor disponibilizado, escolher o valor mais próximo ao consultar a tabela 7.

Tabela 7 – Capacidade dos condutores horizontais semicirculares.

Diâmetro interno (mm)	n=0,011				n=0,012				n=0,013			
	0,50%	1%	2%	4%	0,50%	1%	2%	4%	0,50%	1%	2%	4%
50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
75	95	133	188	267	87	122	172	254	80	113	159	226
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
125	370	521	735	1.040	339	487	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
300	3.820	5.380	7.590	10.800	35.00	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Exemplo:

Quando temos um sistema com  $n=0,011$ , inclinação=0,5 e vazão de projeto= 2.100 o diâmetro será igual a 250mm. Por não possui valor igual ao da tabela, foi selecionado o mais próximo.

# PRÉ-DIMENSIONAMENTO

## 7º PASSO – Reservatório de Descarte

Para calcular o reservatório de descarte basta multiplicar a área total do telhado por 2L que é a quantidade de água da chuva que deve ser descartada devido as impurezas que carrega.

Obs: Quando for escolher qual modelo de reservatório, sempre optar pelo que possuir tamanho igual ou maior ao valor encontrado e nunca menor.

## 8º PASSO – Reservatório de consumo

Saber o reservatório de consumo, no qual deve-se multiplicar a área total do telhado pelo valor da tabela 8 de acordo com a região.

Tabela 8 – Dimensão do reservatório de consumo para 1m<sup>2</sup> de telhado para cada região.

Região	Reservatório de Consumo (L/m <sup>2</sup> )
Central	247,86
Mata	207,31
Sul de Minas	196,60
Triângulo Mineiro	239,44
Alto Parnaíba	239,44
Centro Oeste	223,38
Noroeste	248,62
Norte	155,29
Jequitinhonha/Mucuri	148,41
Rio Doce	179,01

Para saber se o telhado atende o consumo proposto, o valor dos 12 meses que foi encontrado no 1º passo deve ser igual ou menor ao valor encontrado neste passo.

# LISTA DE MATERIAIS NECESSÁRIOS

NOME	PREÇO	QUANTIDADE	VALOR TOTAL	OBSERVAÇÕES
Calhas				
Condutores Verticais				
Condutores Horizontais				
Filtro				
Reservatório de Descarte				
Reservatório de Consumo				
Bomba				
Caixa de Passagem				
Cisterna				

OUTRAS ANOTAÇÕES

---