



FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA CIVIL

ERICK FERRAZ DI MINGO

SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL NÃO POTÁVEL EM EDIFÍCIO

UBÁ/MG

2021

ERICK FERRAZ DI MINGO

SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL NÃO POTÁVEL EM EDIFÍCIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Dra. Suymara Toledo Miranda

UBÁ/MG

2021

RESUMO

A escassez de água é um problema mundial, desse modo, há muitos anos já se discute sobre políticas públicas e técnicas para armazenamento de água a fim de atenuar esse cenário. Dessa forma, o presente trabalho objetivou estudar a viabilidade de construção de um sistema de captação de água de chuva em um imóvel multifamiliar já edificado, através do aproveitamento das calhas já existentes, as quais serão interligadas a um reservatório através dos devidos mecanismos, sem a realização de grandes reformas. Para tanto, foi necessário utilizar dados climáticos e pluviométricos da região, tal como área do edifício responsável pela captação, a fim de calcular o dimensionamento do reservatório e tubos, bem como potência da bomba escolhida. O mencionado sistema é uma solução chave para diminuir as despesas, como visto, poderá gerar uma redução de até 70% na conta de água do edifício, e ainda contribuir no escoamento da água na cidade. Por fim, evidencia-se que o local do presente estudo é uma residência multifamiliar, na qual, se feito o sistema antes da edificação, geraria uma enorme economia a todos as pessoas que moram e trabalham no prédio.

Palavras-chave: Escassez de água. Dimensionamento reservatório. Reuso.

ABSTRACT

Water scarcity is a global problem, therefore, public policies and techniques for water storage have been discussed for many years in order to alleviate this scenario. Thus, the present work aimed to study the feasibility of building a rainwater catchment system in a multifamily property already built, through the use of existing gutters, which will be connected to a reservoir through the appropriate mechanisms, without the carrying out major reforms. For that, it was necessary to use climatic and pluviometric data of the region, such as the area of the building responsible for the collection, in order to calculate the dimension of the reservoir and pipes, as well as the power of the chosen pump. The mentioned system is a key solution to reduce expenses, as seen, it can generate a reduction of up to 70% in the building's water bill, and also contribute to the drainage of water in the city. Finally, it is evident that the location of the present study is a multifamily residence, in which, if the system was carried out before the building, it would generate enormous savings for all the people who live and work in the building.

Keywords: Water shortage. Reservoir sizing. Reuse.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. DESENVOLVIMENTO	6
2.1. Escassez de água no Brasil.....	6
2.2. Por que captar a água da chuva?	8
2.3. Sistema de captação da água da chuva	9
2.3.1. Cisterna.....	10
2.3.2. Filtro	12
2.3.3. Freio d'água	13
2.3.4. Sifão	14
2.4. Estudo de Caso	14
2.4.1. Como construir o sistema de captação	14
2.4.2. Características pluviométricas da Região (Viçosa/MG)	17
2.4.3. Capacidade de coleta do sistema	18
2.4.4. Dimensionamento das calhas	20
2.4.5. Dimensionamento dos condutores verticais	21
2.4.6. Dimensionamento da cisterna	22
2.4.7. Bomba Hidráulica que vai distribuir a água	24
2.4.8. Formas de utilização da água captada.....	25
2.5. Valores do sistema.....	26
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS.....	28

1. INTRODUÇÃO

O ciclo das águas, também chamado de ciclo hidrológico, está ligado ao ciclo de energia fornecido pelo Sol. O granizo, a neve e as chuvas que caem sobre o planeta originam-se das águas que estão sobre a superfície do globo, graças a energia provinda do Sol. Esta energia (calor) produz a evaporação das águas dos oceanos, mares, rios e lagos. O vapor d'água sobe a grandes altitudes, esfria-se e condensa-se formando as nuvens. Posteriormente, a água contida nas nuvens se precipita sobre a Terra, na forma líquida (chuva e chuveiro) ou sólida (neve, granizo e saraiva) e desloca-se para os corpos de água, fechando-se o ciclo (NOWATZKI, 1997).

No entanto, além da desproporcional distribuição da água disponível entre as regiões brasileiras, tem-se que a escassez de água é cada vez mais preocupante, haja vista os baixos índices de precipitações devido às mudanças climáticas oriundas da atividade humana, bem como má gestão desse recurso natural.

Nesse sentido, a instalação do sistema de captação de água pluvial possibilita o armazenamento da água captada em um reservatório a fim de complementar o uso de água não potável. Para tal, é necessária a utilização de uma cisterna, interligada por meio de tubos e os devidos equipamentos, até às calhas de um telhado que deve ser usado como área de captação.

Dessa forma, o referido sistema contribui para a amenização da escassez da água, de forma que pode reservar e destinar a água captada para uso em diversas atividades que não necessitam de tratamento de água potável. Além do que, favorece a não ocorrência de enchentes e alagamentos em épocas de muita precipitação, de modo que a água é armazenada no reservatório para uso oportuno.

Haja vista a importância e escassez cada vez maior desse recurso, faz-se necessária a adoção de medidas que possam atenuar tal cenário. Para tanto, o presente trabalho tem como proposta o estudo sobre a viabilidade de construção de um sistema de captação de água pluvial em um edifício multifamiliar na cidade de Guiricema/MG.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Escassez de água no Brasil

Inicialmente, convém mencionar que já não é novidade que a crise hídrica tem se agravado diante do atual cenário geopolítico. Nesse sentido:

Situações de escassez hídrica vêm crescentemente ocorrendo em certas regiões no Brasil. Além da vulnerabilidade climática decorrente de eventos extremos, os crescimentos das demandas hídricas, a partir do aumento das exportações, do consumo das famílias e das atividades econômicas intensivas em uso de água, contribuem para um aumento do estresse hídrico (MAGALHÃES; DOMINGUES; CIASCA, 2019, p. 5).

Por conseguinte, a escassez de água é um tema comumente debatido no Brasil, tendo em vista que há regiões do país que sofrem paulatinamente com a falta da mesma. Nesse sentido, é tradicional a falta de água em algumas localidades, o que, somada com todo o aquecimento global e tudo o que vem acontecendo, acelera o processo de escassez de água (BONIFÁCIO, *et al.*, 2020).

Assim, de acordo com a pesquisadora Figueiredo (2021), a previsão é de que as crises hídricas sejam cada vez mais frequentes e em mais cidades do país, devido ao nível cada vez mais baixo de água nos rios em razão do aumento da temperatura e agravamento das mudanças climáticas.¹

Além disso, o Brasil tem um nível de água considerado confortável em relação a outros países, no entanto, a distribuição é feita de maneira desigual, de modo que há regiões com pequeno número de habitantes e muita concentração de água. De acordo com a EOS Organização e sistemas, em 2019, o Brasil tinha 12% da água doce disponível mundialmente. Enquanto regiões como a Amazônia desfrutavam de 80% do volume de água superficial existente, o Sudeste dispunha de apenas 6% desse recurso.²

Na FIG. 1 demonstra o percentual de distribuição de água no Brasil:

¹<https://www.correiobraziliense.com.br/brasil/2021/08/4945311-escassez-de-agua-e-um-problema-cada-vez-mais-comum-no-pais.html>

²<https://www.eosconsultores.com.br/descubra-qual-a-situacao-da-agua-no-brasil/>

Figura 1: Distribuição de água no Brasil

Região	Densidade demográfica (hab/km ²)	Concentração dos recursos hídricos do país
Norte	4,12	68,5%
Nordeste	34,15	3,3%
Centro-Oeste	8,75	15,7%
Sudeste	86,92	6%
Sul	48,58	6,5%
Fonte: IBGE / Agência Nacional das Águas (2010)		

Fonte: IBGE/ Agência Nacional das Águas, 2010.³

Outrossim, de acordo com reportagem divulgada pelo Correio Brasiliense (2021), no estudo feito pelo Mapbiomas observou-se que no decorrer dos últimos 36 anos o Brasil perdeu 15% da superfície de água disponível, de modo que a crise hídrica tende a agravar cada vez mais.⁴

Nessa premissa, diante da presente escassez de água:

O início do uso racional de água no Brasil através de leis iniciou-se no ano de 1997 com lançamento do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), programa da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, que tem por objetivo geral promover o uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços, propiciando a melhor produtividade dos ativos existentes e a postergação de parte dos investimentos para a ampliação dos sistemas (SILVA, 2021, p. 12).

Destarte, observa-se que há a necessidade do uso racional da água e a população deve ser conscientizada e incentivada a preservar esse recurso que está progressivamente mais escasso no mundo todo. Assim, foi fundamental a implantação de programas hábeis a promover o uso prudente de água no Brasil.

³ <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-brasil.htm>

⁴ <https://www.correiobraziliense.com.br/brasil/2021/08/4945311-escassez-de-agua-e-um-problema-cada-vez-mais-comum-no-pais.html>

2.2. Por que captar a água da chuva?

Como dito anteriormente, o mundo enfrenta uma das maiores crises hídricas já existentes tendo em vista a escassez de água oriunda de diversos fatores. Dessa forma, a captação da água de chuva torna-se uma das soluções encontradas para amenizar a situação, bem como preza pela sustentabilidade. Nessa esteira:

A captação e o reuso da água pluvial tem como principal objetivo preservar o meio ambiente, ainda, torna-se propício as questões econômicas que a mesma ocasiona. Além de proporcionar os benefícios mencionados acima, a captação da água da chuva, manter um reservatório de água, a ser utilizado sempre que necessário, não necessitando preocupar-se com a escassez temporária da água, pois, devido a captação, a quantidade de água, será suficiente para suprir as necessidades momentâneas, até uma próxima chuva, para nova captação de água pluvial (BORGES; AYRES, 2018, p.1).

Em várias cidades do Brasil os órgãos públicos estão incentivando a captação da água de chuva, bem como em outras cidades essa está sendo exigida em novas construções. Desse modo, essas medidas estão visando à evolução, de forma que a captação da água possa evitar que as fortes chuvas causem estragos por falta de vazão do acúmulo de água, o que, somado ao principal foco, possibilita a reutilização da água da chuva, diminuindo, assim, o risco da falta de água (TAVARES, *et al.*, 2019)

Assim, de acordo com Silva:

Em 2007, em São Paulo também traz a lei nº 12526, de 02 de Janeiro de 2007 (SÃO PAULO, 2007) que torna obrigatória implementação de sistemas de captação e retenção de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços, pavimentos descobertos, em lotes edificadas ou não que tenham área impermeabilizada superior a 500 m², com objetivo de reduzir a velocidade de escoamento de águas pluviais para bacias hidrográficas em áreas urbanas com alto coeficiente de impermeabilização o que dificulta a drenagem (SILVA, 2021, p.18)

Além disso, observa-se que além da amenização da crise hídrica, a captação da água pode trazer vantagens, como armazenar água da chuva para abastecer o consumo humano e animal, assim como está associada à viabilidade econômica e sustentabilidade (PEREIRA, PASQUALETTO, MINAMI, 2008).

De forma que regiões mais afetadas pela escassez de água como o Nordeste possam enfrentar os períodos de seca com o aproveitamento da água armazenada para complementar o abastecimento de água potável. Logo:

No Brasil a utilização da água pluvial acontece há muitos anos, sendo que a região do nordeste brasileiro o grande destaque, uma vez que a região é semiárida, com longos períodos estiagem, o que faz com que técnicas de captação de água da chuva tenham sido aprimoradas durante os anos. No Nordeste as cisternas são utilizadas para poder captar e armazenar a água da chuva para o consumo humano e animal (SILVA, 2021, p.17)

2.3. Sistema de captação da água da chuva

Um sistema de captação possibilita o armazenamento da água da chuva, o que é uma alternativa eficaz para uso em diversas atividades domésticas e industriais, como em lavagens de pisos e roupas, descargas de vasos sanitários, irrigação de jardins, podendo ser até mesmo tratada e adequada ao consumo animal. (CLAUDINO, 2019).

Nesse sentido, de acordo com Stumpf (2019), foram criadas leis, decretos e regulamentações, a fim de servirem como base para a reutilização dos recursos pluviais e ainda citar informações relevantes ligadas à construção de cisternas para utilização de águas captadas em áreas públicas. Bem como, em 2017, com a alteração trazida ao artigo 2º da 9.433/97, de forma que Política Nacional de Recursos Hídricos incluiu o aproveitamento de águas pluviais como um de seus objetivos (STUMPF, 2019).

Há também em tramitação no Senado o Projeto de lei nº 324 de 2015, o qual obriga que novas edificações, residenciais, comerciais, industriais, públicas ou privadas, incluam em seus projetos o sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais e a sua reutilização. E, não menos importante, destaca a criação da NBR 15527, a qual disponibiliza diretrizes para se projetar e dimensionar um sistema de captação de água da chuva com êxito (STUMPF, 2019)

É importante observar que nos períodos carentes de chuvas pode ser que o nível de água captado seja inferior a quantidade necessária para o abastecimento das atividades demandadas pela edificação. Lado outro, também pode ser que a capacidade da cisterna seja insuficiente na hipótese de uma longa e volumosa precipitação.

Nesse diapasão, ressalta-se que:

Em momentos de falta de chuva no local, é possível que o volume reservado na cisterna não seja suficiente para suprir a demanda na edificação, sendo necessário que o abastecimento do reservatório seja feito pela rede de água do município. Também é importante observar que caso haja uma precipitação intensa e o sistema sature rapidamente, é necessária a instalação de um

extravasor conectado a drenagem pública, para evitar a ocorrência de transbordamento (SILVA, 2017, p. 3).

Para tal, é fundamental o uso de alguns equipamentos, dentre eles: Cisterna, filtro, bomba, condutores verticais, calha, conforme sistema da FIG. 2. Nesta figura, detalha um sistema simples, os números 5 e 6 representam o telhado e a calha, respectivamente, o número 1 é o filtro, o 2 a cisterna, o 3 a bomba e 4 o condutor vertical.

Figura 2: Sistema de captação de água pluvial



Fonte da imagem: Metálica – Como fazer captação de água de chuva.⁵

2.3.1. Cisterna

Cisterna é um depósito ou reservatório que serve para captar, armazenar e conservar água, podendo ser potável, água da chuva ou água de reuso (CORTEZ, 2019). Assim, é possível destacar diversos tipos de reservatórios, entre os quais, há o de cisterna compacta, que é usado em casas e edifícios com menos espaço ou que não pretendem fazer reformas (GONDIM, BARBOSA, 2018), conforme imagens (FIG. 3 e 4).

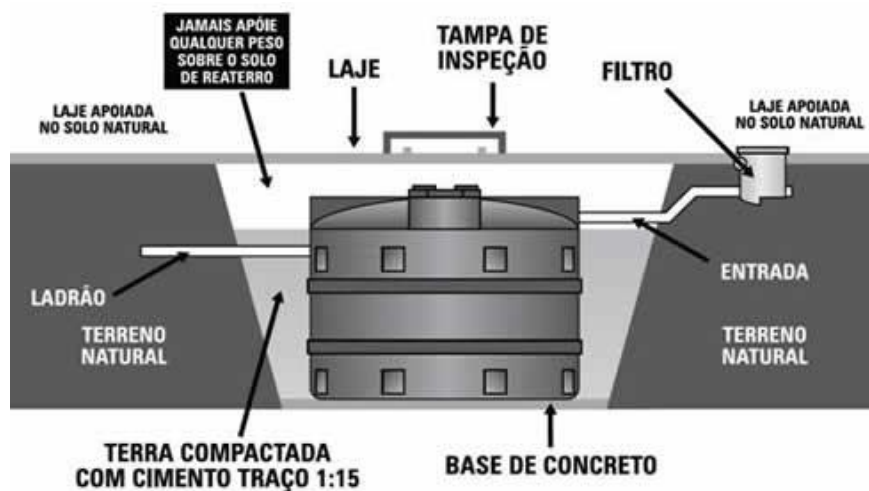
⁵ <https://metalica.com.br/como-fazer-captacao-de-agua-de-chuva/>

Figura 3: tanque de cisterna



Fonte: Grupo Síntese Natural Ambiente – Água de Chuva – Captação, armazenamento e uso.

Figura 4: Instalação de cisterna



Fonte: Snatural – Captação da água da chuva. ⁶

Dessa forma, tem-se que:

A cisterna consiste num reservatório fechado para armazenar a água da chuva, para consumo humano e de pequenos animais, destinada a captar e minimizar as perdas de água de chuva proveniente do escoamento superficial, principalmente em áreas com recursos hídricos escassos (LOPES, SILVA, et al., 2002 *apud* QUEIROZ; MACEDO; NETO, 2017, p.1).

Além do que, de acordo com o manual técnico de cisterna da marca fortlev, tem-se que a cisterna será utilizada para o armazenamento de água da chuva, e,

⁶ <https://www.snatural.com.br/captacao-agua-chuva/>

portanto, a sua manutenção e a limpeza deverão ser feitas conforme recomendações da NBR 15527.⁷

Primeiramente, o tamanho do reservatório escolhido levará em conta a demanda de água a ser armazenada e o espaço disponível para sua instalação. Bem como, o tipo de reservatório escolhido será o modelo compacto, no qual não haverá necessidade de grandes reformas, podendo ser instalado após a conclusão do edifício.

2.3.2. Filtro

Os filtros servem basicamente para eliminar as impurezas da água captada como folhas e ciscos, a fim de evitar obstrução do sistema. Para tanto, os tipos de filtros podem variar de acordo com a necessidade de vazão do sistema, tendo em vista o tamanho da área usada para captação e volume de chuvas da região. (LE MOS, 2008).

Sequentemente, de acordo com o manual de instalação da Ecoracional:

O filtro pode ser instalado apoiado sobre suporte metálico ou enterrado. Na opção enterrada, abrigar o filtro em caixa de alvenaria com tampa de concreto ou metálica. • A manutenção é muito simples. O elemento filtrante deve ser inspecionado e limpo regularmente. Recomenda-se que seja de dois em dois meses: o Abrir a tampa e puxar o elemento filtrante de inox para fora do filtro; o limpar a tela com um jato d'água na parte de trás; o montar o elemento filtrante e fechar a tampa. (ECORACIONAL, s. d.)

O filtro escolhido no presente é o modelo Filtro VF1, o qual possui uma peneira mais grossa e outra mais fina, de modo que a água captada fica pronta para uso doméstico, exceto para consumo humano. Além do que, possui manutenção prática, devendo apenas retirar a peneira e lavá-la com água e sabão de uma a duas vezes ao ano, ou, de acordo com o nível de sujeira acumulado, encontra-se em imagem abaixo para melhor elucidação, (FIG. 5).

⁷ <https://www.fortlev.com.br/wp-content/uploads/2020/02/Manual-Tecnico-Cisterna-Fortlev.pdf>

Figura 5: Filtro



Fonte: Casa da cisterna – Filtro VF1 ⁸

2.3.3. Freio d'água

Destaca-se que o freio d'água tem papel fundamental para o bom funcionamento do sistema de captação de água, uma vez que é responsável por frear a água que entra no reservatório, fazendo com que impeça o turbilhamento do material sólido decantado no fundo. (LEMOS, 2008).

Outrossim, também segundo o Manual da Ecoracional:

O freio d'água é instalado no fundo da cisterna, conectado ao filtro através de um tubo de 100 mm de PVC. Sua função é reduzir a velocidade de entrada da água filtrada e evitar o revolvimento das partículas finas decantadas no reservatório. ⁹(ECORACIONAL, s. d.)

O freio d'água também contribui para a oxigenação da água armazenada dentro do reservatório, de forma que melhore sua qualidade e durabilidade. Assim, ao passar pelo filtro, a água é direcionada para o fundo do reservatório onde deve ser instalado o freio d'água. ¹⁰

⁸<https://www.casadacisterna.com.br/filtro-vf1-fabricado-pela-3p-technik-p163>

⁹ https://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/ecoracional/cat_filtro_vf1.pdf

¹⁰<https://www.casadacisterna.com.br/freio-dagua-100mm-3p-technik-p151>

2.3.4. Sifão

O sifão deve ser instalado sempre a 5 cm de desnível em relação à entrada de água no reservatório. Assim, ele atua como extravasor do excesso de água do reservatório, através do qual o seu sistema de sifão impede a passagem de odores e objetos estranhos.¹¹

Por fim, conforme a Ecoracional, o sifão deve ser instalado dentro da cisterna, realizando ajuste do nível para que não haja transbordamento. Além disso, o formato sifonado impede a entrada de insetos e roedores.¹²

Demonstra-se abaixo a imagem do Sifão, (FIG. 6):

Figura 6: Sifão



Fonte: Acqualimp – Cisterna equipada para água da chuva.¹³

2.4. Estudo de Caso

2.4.1. Como construir o sistema de captação

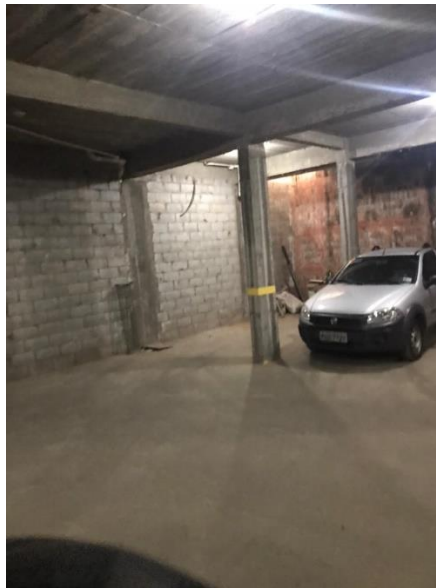
Inicialmente, destaca-se que deve ser escolhido o local para instalação do sistema, o qual deve ser firme, seguro e protegido da ação da luz e de insetos. Logo, o lugar escolhido para o objeto do presente trabalho será uma vaga da garagem do edifício localizado na cidade de Guiricema/MG, o qual possui uma área de claridade que irá facilitar a instalação da tubulação. Para melhor compreensão, segue a imagem do lugar (FIG. 7) e a área de claridade, na qual terão acesso os tubos que irão interligar a montagem do sistema (FIG. 8).

¹¹http://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/acqualimp/acqualimp_cisternas.pdf

¹² https://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/ecoracional/cat_filtro_vf1.pdf

¹³<https://www.acqualimp.com/produto/cisterna-equipada-para-agua-da-chuva-acqualimp/>

Figura 7: Vaga da Garagem destinada a Instalação da Cisterna.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2021)

Figura 8: Área de claridade



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2021)

Por conseguinte, como já visto, será utilizado o modelo de reservatório compacto, que não demandará grandes reformas, serão necessários apenas pequenos ajustes para ligação do reservatório até as calhas já instaladas no telhado do aludido edifício, conforme imagem, (FIG. 9 e 10).

Figura 9: Telhado do edifício



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2021)

Figura 10: Projeto vista de cima do telhado - Autocad



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2021)

Desta forma, tem-se que o sistema em questão já possui calhas instaladas, de modo que essas serão aproveitadas para o sistema a fim de se evitar gastos e reformas. Logo, de acordo com Bortolotti (2019), deve-se verificar se estão devidamente ajustadas aos telhados para evitar a inutilização de todo o sistema. ¹⁴

¹⁴<https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/captar-agua-da-chuva-8-passos/>

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas- ABNT em sua NBR 10844 de 1989, “as calhas são canal que recolhe a água de coberturas, terraços e similares e a conduz a um ponto de destino.” (ABNT, 1989, p. 2).

Por conseguinte, uma vez dimensionados os reservatórios e demais equipamentos e com as calhas já instaladas, procede à instalação do filtro, do freio d'água, sifão e conexão com tubulação entre a estrutura do telhado com o reservatório.

Assim, após passar pelas calhas, a água percorre por um tubo com filtro para impedir a passagem de resíduos e impurezas e com freio para reduzir a velocidade com que entra na cisterna e evitar que fique com má aparência.

Além de tudo, ressalta-se que na hipótese da água captada ser aproveitada, por exemplo, em vasos sanitários e torneiras, deve-se instalar uma bomba junto à cisterna para levá-la até seu destino.¹⁵

2.4.2. Características pluviométricas da Região (Viçosa/MG)

Vale citar a necessidade de analisar a precipitação e variáveis climáticas da região para êxito do desdobramento do presente trabalho. No entanto, haja vista a ausência de dados da cidade de Guiricema/MG, na qual está situado o local de estudo para instalação do sistema de captação de água, apresentam-se como base os dados da Região mais próxima registrados, qual seja, os números da cidade de Viçosa/MG.

À vista disso, aduz que:

A precipitação é um fator considerável no controle do ciclo hidrológico por ser responsável pelas variáveis climáticas que exercem maior atuação na qualidade do meio ambiente. A variabilidade climática é uma característica importante a ser analisada no processo de instalação de sistemas de captação de água pluvial, pois determinarão o sucesso ou fracasso de seu funcionamento (RIBEIRO, GOMES, 2020, p. 7).

Assim, segue a Tabela 1, construída com base nas características pluviométricas de Viçosa/MG.

¹⁵<https://acquireduz.com/como-fazer-captacao-de-agua-da-chuva/>

Tabela 1: Tabela construída a partir de dados do INMET¹⁶

Mês	Precipitação média
Janeiro	496
Fevereiro	112,5
Março	222,67
Abril	52
Maio	49,5
Junho	24,5
Julho	11,33
Agosto	1
Setembro	35,68
Outubro	136
Novembro	152
Dezembro	286

Fonte: Autor

Logo, tem-se que para apurar o dimensionamento do reservatório, levou-se em consideração o índice pluviométrico da região de Viçosa/MG, conforme os dados de chuva que foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), relativos ao período entre 2010 a 2021.

2.4.3. Capacidade de coleta do sistema

A intensidade pluviométrica é de extrema importância no entendimento da necessidade de água do local, por exemplo, se houver uma precipitação alta durante o ano, mas seja ela bem distribuída ao longo do ano, os danos serão menores, caso o contrário, os problemas são enormes (CREPANI, MEDEIROS, PALMEIRA., 2004).

Complementando o dito anterior:

“Os valores de intensidade pluviométrica podem ser considerados representantes de valores de energia potencial disponível para transformar-se em energia cinética responsável pela erosividade da chuva, logo podemos dizer que quanto maiores os valores da intensidade pluviométrica maior é a erosividade da chuva e podemos criar uma escala de erosividade da chuva que represente a influência do clima nos processos morfodinâmicos”. (CREPANI, MEDEIROS, PALMEIRA., 2004, p. 18).

Ainda de acordo com o autor, os valores da intensidade pluviométrica para a região sudeste variam de 75,0 a 600,0. (CREPANI, MEDEIROS, PALMEIRA., 2004).

¹⁶ <https://portal.inmet.gov.br/>

A intensidade de precipitação é calculada de acordo com a equação 1.

$$i = \frac{k_x T^a}{(t+b)^c} \quad (1)$$

De acordo com a NBR 10844/89 a duração da precipitação (t) deve ser fixada em 5 min e o período de retorno (T) em 5 (cinco) anos, para coberturas e ou terraços (JÚNIOR, 2017).

Logo, para apuração da capacidade do sistema, contou-se com dados extraídos do software Pluvio.net 2.1, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa – UFV, quais sejam:

K=3513,639

a=0,227

b=29,327

c=0,995

$$i = \frac{k_x T^a}{(t+b)^c}$$

$I = (3513,639 \times 5^{0,227}) / (5 + 29,327)^{0,995}$

$I = 150,13$

Para o cálculo da vazão de projeto, tem-se a equação 2:

$$Q = \frac{I \cdot A}{60} \quad (2)$$

No qual:

I = Intensidade pluviométrica (mm/h)

Q = Vazão de projeto (litros/min)

A = Área de contribuição (m²) = 422,05m²

$Q = 150,13 \times 422,05 / 60 = 1056,04 \text{ L/min}$

2.4.4. Dimensionamento das calhas

Insta mencionar, que de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT em sua NBR 10844: “A inclinação das calhas de beiral e platibanda deve ser uniforme, com valor mínimo de 0,5%.” (ABNT, 1989, p.6).

Em sequência, tem-se que o dimensionamento de calhas foi feito por meio da fórmula de Manning-Strickler, a equação 3:

$$Q = 60.000 \cdot \left(\frac{A}{n} \right) \cdot R^{2/3} \cdot S^{0,5} \quad (3)$$

Onde:

Q = vazão de projeto, em L/min;

A = área da seção molhada, em m²;

n = coeficiente de rugosidade (FIG. 11);

R = raio hidráulico, em m;

S = declividade da calha, em m/m;

K = 60 000 (coeficiente para transformar a vazão em m³/s para L/min).

Considerando a calha já existente, com as dimensões de a=20 cm x b=40 cm.

Tem-se:

$$A = (2 \times a^2 / 0,011)$$

$$R = (a/2)^{2/3}$$

$$A = (2 \times 0,2^2 / 0,011) = 7,27$$

$$R = (0,2/2)^{2/3} = 0,215$$

$$Q = 60000 \times 7,27 \times 0,215 \times (0,005)^{1/2}$$

$$Q = 6631,46/\text{min}$$

Assim, considerando a vazão encontrada, as calhas de aço galvanizado já existentes no local estão superdimensionadas, visto que seria necessária apenas uma vazão de 1056,04L/min. Porém, como já estão instaladas, optou-se por aproveitá-las, sem necessidade de fazer alterações. A diferença entre os valores de vazão se dá pelo fato de que o telhado e a calha foram instalados neste edifício sem um cálculo prévio, porém se o telhado tem uma vazão, a calha também terá a mesma vazão.

Figura 11: Coeficiente de rugosidade.

Dimensionamento/Calhas	
Coeficientes de rugosidade de Manning.	
Material	n
plástico, fibrocimento, aço, metais não ferrosos.	0,011
ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida.	0,012
cerâmica, concreto não alisado.	0,013
alvenaria de tijolos não revestida	0,015

Fonte: Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura.¹⁷

2.4.5. Dimensionamento dos condutores verticais

Segundo a NBR 10844, “Condutor vertical Tubulação vertical é destinada a recolher águas de calhas, coberturas, terraços e similares e conduzi-las até a parte inferior do edifício” (NBR 10844, 1989, p. 2).

Para o dimensionamento de condutores verticais, a NBR 10844 apresenta ábacos específicos. Adotam-se, na prática, diâmetros maiores ou iguais a 75 mm, em virtude da possibilidade de entupimento dos condutores com folhas secas e pássaros mortos.

De acordo com a norma, o dimensionamento dos condutores verticais deve ser feito a partir dos seguintes dados:

Q = vazão de projeto, em litros/min;

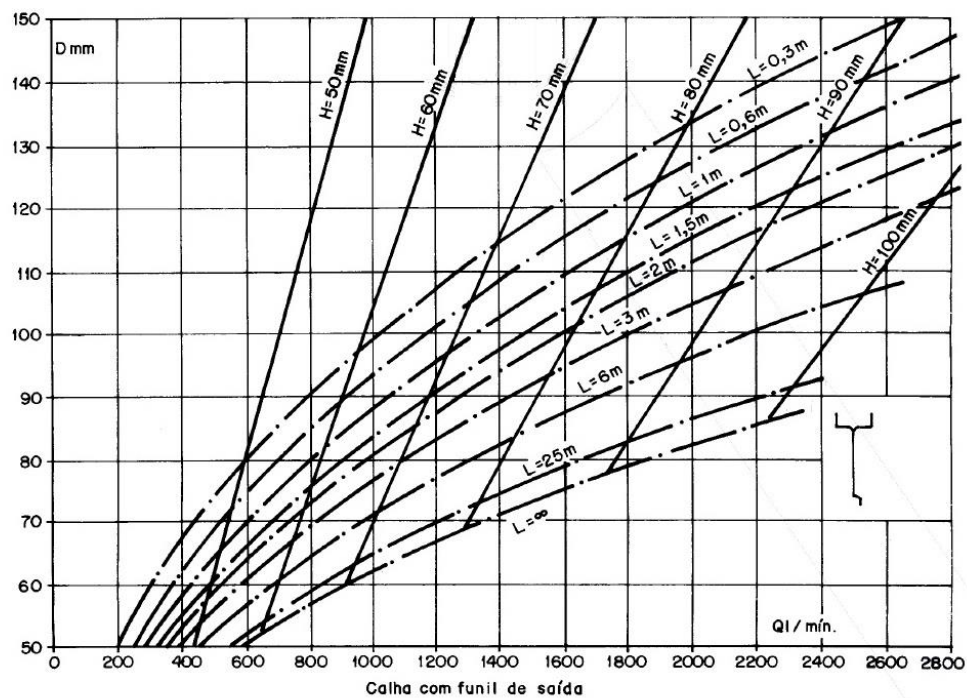
H = altura da lâmina de água na calha, em mm;

L = comprimento do condutor vertical, em m

Logo, tem-se o dimensionamento dos condutores (FIG. 12).

Figura 12: Dimensionamento dos Condutores

¹⁷ <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521207115/>



Fonte: Guia da Engenharia – Dimensionamento de Calhas e Condutores.¹⁸

De acordo com o ábaco, o diâmetro mínimo para o condutor vertical seria o de 100 mm, pois a calha está superestimada.

2.4.6. Dimensionamento da cisterna

De acordo com Brandão e Marcon, para o dimensionamento da cisterna podem ser usados diversos métodos, os quais são sugeridos pela NBR 15527/07 (BRANDÃO; MARCON, 2018, p. 1033). Dessa forma, foi escolhido o método RIPPL para o presente trabalho (TABELA 2):

Tabela 2: Método RIPPL

¹⁸<https://www.guiadaengenharia.com/dimensionamento-calhas-condutores/>

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda constante mensal (m³)	Área de captação (m²)	Produção mensal de chuva (m³)	Demanda-Produção (m³)	Somatório dos valores positivos da coluna 6 (m³)
Janeiro	496	11	422,05	167,47	-156,47	
Fevereiro	112,5	11	422,05	37,99	-26,99	
Março	222,67	11	422,05	75,18	-64,18	
Abril	52	11	422,05	17,56	-6,56	
Maio	49,5	11	422,05	16,71	-5,71	
Junho	24,5	11	422,05	8,27	2,73	2,73
Julho	11,33	11	422,05	3,83	7,17	9,9
Agosto	1	11	422,05	0,34	10,66	20,56
Setembro	35,68	11	422,05	12,05	-1,05	
Outubro	136	11	422,05	45,92	-34,92	
Novembro	152	11	422,05	51,32	-40,32	
Dezembro	286	11	422,05	96,57	-85,57	
Volume do reservatório de armazenamento (m³)						20,56

Fonte: Tabela adaptada Método RIPPL ¹⁹

O reservatório escolhido terá o volume de 20000 L, da marca FOTLEV, com as dimensões de 3,17x3,17x2,83 m, como mostra a FIG.13.

Figura 13



Fonte: <https://bit.ly/3o654UC>

¹⁹<https://confea.org.br/sites/default/files/uploads-imce/contecc2016/civil/o%20m%C3%A9todo%20de%20ripppl%20para%20dimensionamento%20de%20reservat%C3%B3rios%20de%20sistemas%20de%20aproveitamento%20da%20%C3%A1gua%20de%20chuva.pdf>

Assim, observa-se que os dados de entrada e saída dessa planilha são feitos da seguinte forma:

- COLUNA 1: Período em meses, de janeiro a dezembro.
- COLUNA 2: Índice pluviométrico médio mensal em mm.
- COLUNA 3: Demanda mensal de água chuva em (m³)
- COLUNA 4: Área de captação da água da chuva, dada em m².
- COLUNA 5: Volumes mensais da água da chuva, obtendo esse valor multiplicando a coluna 2 pela coluna 4, e pelo coeficiente de runoff, que é 0,80. E depois passando o resultado pra metros cúbicos, dividindo por 1000.
- COLUNA 6: Diferença dos volumes da demanda e os volumes mensais de chuva. Diminuindo a coluna 3 pela coluna 5. Os resultados negativos encontrados indicam que há excesso de água, e os positivos indicam que o volume da demanda não é maior que o volume de água disponível.
- COLUNA 7: Nessa coluna só serão computados os valores positivos, é a soma dos valores positivos da coluna 6. Os valores negativos não são computados devido ao excesso de água.
- O volume do reservatório é obtido pelo valor máximo encontrado na coluna 7.

2.4.7. Bomba Hidráulica que vai distribuir a água

A bomba hidráulica realizará o recalque da água do reservatório de captação para o reservatório de distribuição, desse modo, foram analisados critérios como altura manométrica e vazão. Portanto, devido às análises feitas, concluiu-se que será usada a Bomba D'água Intech Machine Perférica BP 500 – 1/2 HP.²⁰

Assim, de acordo com a Intech Machine as características da mesma são: vazão de 33L/min, ou seja, de 1980L/s; sucção máxima de 8 metros, altura manométrica máxima de 26 metros, consumo de 0,37 KW/h, recalque de sucção de 1" x 1", frequência de 60 Hz, rotação de 3.450 RPM e temperatura máxima da água de 40° C.²¹

²⁰ <https://intechmachine.com.br/product/bomba-periferica-1-2hp-33-l-min/>

²¹ <https://intechmachine.com.br/product/bomba-periferica-1-2hp-33-l-min/>

2.4.8. Formas de utilização da água captada

Ante todo exposto, destaca-se que a captação de água da chuva em residências pode ser destinada para diversas atividades, salvo para o consumo humano, para o qual há necessidade de transformar a água armazenada em água potável, o que não é caso do presente estudo.

Nesse sentido, de acordo Oliveira e Rosa:

A água pode ser utilizada na geração de energia, irrigação de plantas, lavagem de carros, calçadas, sanitários e em sistemas de controle de incêndios, dentre outros. Além de também poder ser utilizada em processos industriais e nas edificações. (OLIVEIRA, ROSA, 2018, p. 2)

Dessa forma, para esta captação, serão considerados apenas para usos em atividades que não necessitam de água potável como, por exemplo, lavagem e rega de jardins, lavagem de automóveis, lavagem de calçadas, enchimento de piscinas. Lado outro, as descargas sanitárias também podem ser consideradas atividades que não necessitam de água potável, porém, o estudo de caso em questão é de um prédio já construído, então não é viável essa destinação.

Assim, para o estudo em comento, a água armazenada terá como destino a lavagem de automóveis dos moradores do prédio, bem como lavagem de pisos em geral e abastecimento de uma piscina de capacidade 4.800 litros de água, a qual está localizada em um dos apartamentos do referido edifício, de acordo a TAB.3.

A tabela foi feita com base no consumo de água do edifício, portanto durante o período de estudo, para cada atividade desta foi-se feito uma média de tempo de uso desta água e também foi utilizado os dados do departamento municipal de água e esgoto de Caldas Novas (DEMAE), o qual informa a média de quantidade de água gasta por tempo para cada atividade. Assim sendo, para o cálculo considerou-se os 6 carros que fazem uso desta água e o tempo de 15 min em média de uso da mesma e um consumo médio de 216 litros por carro. Para a piscina, considera-se que há uma evaporação mensal. Para o jardim, considera-se um gasto médio de 186 litros a cada 10 minutos de irrigação, no caso deste edifício, o tempo médio de irrigação mensal é de 80 minutos. Para as demais atividades foi considerado um gasto de 280 litros de

água a cada 15 minutos, para a calçada e a garagem são gastos 60 minutos por mês em média, para a escada são gastos 120 minutos em média por mês.²²

Tabela 3: Utilização da água na residência

UTILIZAÇÃO DA ÁGUA	QUANTIDADE GASTA(L/MÊS)	
Lavar carro	1296	
Lavar escada	2240	
Lavar calçada	1120	
Lavar garagem	1120	
Piscina	3785	TOTAL DE ÁGUA GASTA(L/mês)
Irrigação de plantas	1488	11049

Fonte: autor

2.5. Valores do sistema

O sistema é composto basicamente pelos tubos verticais, filtro, cisterna, bomba, sifão e freio d'água.

De acordo com uma pesquisa feita na internet, o valor médio para o sistema é de R\$15200,00; considerando que haverá uma mão de obra para que o serviço seja feito, o que gerará um valor total de R\$15650,00.

A conta de água, de acordo com as atuais taxas cobradas, geralmente vem no valor de R\$280,00; seria reduzida para R\$90, em média, o que geraria uma economia mensal de R\$190,00, totalizando no ano R\$2280,00.

A economia, de quase 70% ao mês de valor pago, faz com que o sistema ganhe cada vez mais força e seja muito bem-visto do lado econômico e ambiental.

²² <https://www.demae.go.gov.br/projetos/consumo-de-agua/>

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destarte, ante todo o exposto, observa-se que a captação da água da chuva, conforme apresentado no presente, é uma solução simples e eficaz para diversas possibilidades de reuso desse recurso, o qual está cada vez mais escasso no nosso dia a dia.

Outrossim, verifica-se que o aludido sistema não demanda mão de obra especializada e nem investimentos altos para sua instalação, visto que é prático e com bom êxito.

Lado outro, em que pese não ser a situação do presente trabalho, destaca-se que quando o referido sistema é feito ainda no decorrer da construção do edifício, é possível atribuir mais funções para a água captada. O que, de certa forma, gera uma economia ainda maior, tendo em vista a possibilidade de destinar o recurso captado também para outras atividades como descargas e lavanderias.

Isso posto, conclui-se que o mencionado sistema é uma solução chave para diminuir as despesas, como visto, poderá gerar uma redução de até 70% na conta de água do edifício e ainda contribuir no escoamento da água na cidade, a fim de evitar enormes enxurradas e até mesmo enchentes. Bem como, possibilita ainda a reserva de água para as atividades, de forma que em períodos de seca é possível ter água armazenada para reuso.

Por fim, destaca-se que o local do presente estudo é uma residência multifamiliar, na qual, se feito o sistema antes da edificação, geraria uma enorme economia a todos as pessoas que moram e trabalham no prédio.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **Instalação predial de águas pluviais**: NBR 5626. Rio de Janeiro, 1989. Disponível em: <https://ecivilufes.files.wordpress.com/2013/06/nbr-10844-1989-instalac3a7c3b5es-prediais-de-c3a1guas-pluviais.pdf>. Acesso em 24 set. 2021.

AECWEB. **Catálogo ecoracional**. Catálogo disponibilizado para maior conhecimento dos produtos. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/ecoracional/cat_filtro_vf1.pdf. Acesso em 19 out. 2021.

AECWEB. **Catálogo acqualimp cisternas**. Catálogo disponibilizado para maior conhecimento das cisternas. Disponível em: http://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/acqualimp/acqualimp_cisternas.pdf, Acesso em 4 out. 2021

ACQUALIMP. **Cisterna equipada para água da chuva**. Site com informações sobre a cisterna. Disponível em: <https://www.acqualimp.com/produto/cisterna-equipada-para-agua-da-chuva-acqualimp/>, Acesso em 4 out. 2021.

BORTOLOTTI, P. 8 passos para captar água da chuva. **Fluxo Consultoria**, 2019. Disponível em: <https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/captar-agua-da-chuva-8-passos/>. Acesso em 04 out. 2021.

BORGES, J.G.; AYRES, L. A. A. A captação e o reuso da água Pluvial. *In*: XIX Encontro iniciação científica & IV mostra de, n. 19, 2018. Belo Horizonte. Unincor. Disponível em: <http://periodicos.unincor.br/index.php/iniciacaocientifica/article/viewFile/4780/3577>. Acesso em 26 set. 2021.

BONIFÁCIO, D. R. *et al.* **Aproveitamento da água da chuva para fim não potável em residências de JI-Paraná/RO**. Revista de engenharia e tecnologia, v. 12, n. 4, 2020.

BOMBA periférica. Loja do mecânico. Site onde a bomba constava com o melhor preço Disponível em < https://www.lojadomecanico.com.br/produto/120879/33/619/Bomba-Periferica-12HP-33-Lmin-220V/153/?utm_source=googleshopping&utm_campaign=xmlshopping&utm_medium=cpc&utm_content=120879&gclid=Cj0KCQjwrJOMBhCZARIsAGEd4VGwPNV5rmYlpL5SgiNZH0-wr5WS1eXXd1Fci89bM_04ek1TkQRiqlEaAgPjEALw_wcB >. Acesso em 5 nov. 2021

CASA DA CISTERNA. **Filtro vf1**. Site para explicar sobre o filtro. Disponível em: <https://www.casadacisterna.com.br/filtro-vf1-fabricado-pela-3p-technik-p163>, Acesso em 02 set. 2021.

CASA DA CISTERNA. **Freio d'água**. Site para explicar sobre o freio d'água Disponível em: <https://www.casadacisterna.com.br/freio-dagua-100mm-3p-technik-p151>. Acesso em 04 out. 2021.

COMO fazer captação de água de chuva. **Acquareduz**, 2018. Disponível em: <https://acquareduz.com/como-fazer-captacao-de-agua-da-chuva/>, Acesso em 04 out. 2021.

CLAUDINO, P. H. **Análise de viabilidade**: sistema de captação e aproveitamento de água pluvial em condomínio residencial na cidade de Varginha, 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2019.

CORTEZ, P. H. **Reservatórios para captação de água da chuva**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Civil) - Universidade de Taubaté. Taubaté, 2019.

COMO fazer captação da água de chuva. **Portal Metalúrgica Construção Civil**, [Entre 2005 e 2021]. Disponível em: <https://metalica.com.br/como-fazer-captacao-de-agua-da-chuva/>. Acesso em 5 nov. 2021.

CREPANI, Edison; MEDEIROS, JS de; PALMEIRA, Alessandro Ferraz. **Intensidade pluviométrica: uma maneira de tratar dados pluviométricos para análise da vulnerabilidade de paisagens à perda de solo**. São José dos Campos: INPE, 2004.

DEMAE. **Consumo de água**. Consumo médio de água por tempo para cada atividade. Disponível em: <https://www.demae.go.gov.br/projetos/consumo-de-agua/>, acesso em 06 dez. 2021.

DESCUBRA qual a situação de água no Brasil. Campo Grande: EOS Consultores, 2019. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/ descubra-qual-a-situacao-da-agua-no-brasil/>, Acesso em 26 de setembro de 2021.

FORTLEV. **Manual técnico de cisterna fortlev**. Manual disponibilizado pela FORTLEV para conhecimentos sobre o produto. Disponível em: <https://www.fortlev.com.br/wp-content/uploads/2020/02/Manual-Tecnico-Cisterna-Fortlev.pdf>. Acesso em 19 out. 2021.

FILTRO VF1 Acquasave/3P Technik. Ecosustentavel. Site onde o filtro constava com o melhor preço Disponível em < https://www.ecosustentavel.eng.br/filtro-vf1?gclid=Cj0KCQjwrJOMBhCZARIsAGEd4VGREzzGNJ0cex87tPW5uUOi-1MOFSVuYOLBVXbWaOH9osnFfCMN9S4aAITyEALw_wcB >. Acesso em 5 nov. 2021

FREIO d'água 100. Mercado Livre. Site onde o freio d'água constava com o melhor preço. Disponível em < https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1590838523-freio-dagua-100mm-_JM?matt_tool=41115571&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14302215570&matt_ad_group_id=134553710308&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=539425529515&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=132194451&matt_product_id=MLB1590838523&matt_product_partition_id=1403298660466&matt_target_id=pla-

1403298660466&gclid=Cj0KCQjwrJOMBhCZARIsAGEd4VGhCuMThbdnIJr9ZheWLg_KYtkDrQKBRMsZyimpdc2QmgDa_TmghyYaAgPuEALw_wcB >. Acesso em 5 nov. 2021

GONDIM, J. M. S., BARBOSA, L. N. V. Práticas de uso sustentável da água da chuva como meio de minimizar os impactos da crise hídrica no semiárido nordestino. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMINÁRIO, n. 2, 2018, Campina Grande. **Anais [...]** Campina Grande: CONADIS, 2018, p.1-6.

INTECHMACHINE. **Bomba periférica**. Site com as informações sobre a bomba hidráulica escolhida. Disponível em: <https://intechmachine.com.br/product/bomba-periferica-1-2hp-33-l-min/>. Acesso em: 21 out. 2021.

JESUS, T. B.; SILVA, E. H. B. C. Captação de água de chuva em um grande edifício público. *In*: XXII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, n. 22, Florianópolis. Simpósio [...] Florianópolis: ABRH, 2017, p.1-8.

JÚNIOR, R. C. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura**. Edição. Cidade. Editora Blucher, 2017. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#!/books/9788521207115/>. Acesso em: 18 out. 2021.

LIMA, B., VICTORINO, L. Escassez de água é um problema cada vez mais comum no país. **Correio Braziliense**, Brasília, 23 ago. 2021. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/brasil/2021/08/4945311-escassez-de-agua-e-um-problema-cada-vez-mais-comum-no-pais.html>. Acesso em 26 set. 2021.

MAGALHÃES, A. S.; DOMINGUES, E. P.; CIASCA, B. S. **Uso da água no Brasil e sua relação com condicionantes econômicos**: análise a partir de simulações com um modelo de equilíbrio geral. UFMG/Cedeplar: Belo Horizonte, 2019, Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Bruna-SteinCiasca/publication/340850263_Uso_da_agua_no_Brasil_e_sua_relacao_com_condicionantes_economicos_analise_a_partir_de_simulacoes_com_um_modelo_de_equilibrio_geral_TD_n_616_CedeplarUFMG/links/5ea0c52ca6fdcc88fc361019/Uso-da-agua-no-Brasil-e-sua-relacao-com-condicionantes-economicos-analise-a-partir-de-simulacoes-com-um-modelo-de-equilibrio-geral-TD-n-616-Cedeplar-UFMG.pdf. Acesso em 26 set. 2021.

NOWATZKI, C. (1997). **O Ciclo ds Águas e a Água Subterrânea**. Material Didático-Pedagógico, 7 p.

PENA, R. F. A., **Distribuição de água no Brasil**. Mundo Educação, [2010]. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-brasil.htm>. Acesso em 26 set. 2021.

PEREIRA, L. R.; PASQUALETTO, A.; MINAMI, M. Y.M. **Viabilidade econômica/ambiental da implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial em edificação de 100 m² de cobertura**. Recuperado em, v. 10, 2008

QUEIROZ, D. P.; MACEDO, C. R.; NETO, C. L. A. **Tipos de Cisternas utilizadas para o armazenamento da água na região do semiárido**. *In*: CONGRESSO

INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMINÁRIO, n. 2, 2017, Campina Grande. Anais [...] Campina Grande: CONIDIS, 2017, p.1. Disponível em: TRABALHO_EV074_MD4_SA5_ID2129_23102017214033.pdf. Acesso em 18 out. 2021.

RIBEIRO, D. F. F.; GOMES, G. A. M. **Análise da Viabilidade da captação e reuso de água da chuva através do sistema de cisterna waterbox em residência unifamiliar na cidade de varginha (MG)**, 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Civil) - Fundação de Ensino e Pesquisa do Sul de Minas, Varginha, 2020.

SANDRO, R. **Sistema de captação de água da chuva para residência unifamiliar no município de Timbó**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Civil) - Faculdade Leonardo da Vinci, Timbó, 2019.

SILVA, J. L. C. **Avaliação técnico-financeira de um sistema de captação de água da chuva em um edifício residencial multifamiliar em Presidente Médici - RO**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Ambiental) – Fundação Universidade Federal de Rondônia, Campus de Ji-Paraná, 2021.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água da chuva**. 4.ed. São Paulo: Navegar Editora, 2011, p. 208.

TAVARES, Lígia Conceição et al. Incentivos legais ao aproveitamento de água de chuva no Brasil. **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (23.: Foz do Iguaçu, 2019). Anais [recurso eletrônico]. Porto Alegre: ABRH, 2019**, 2019.

TANQUE polietileno fortplus 20000l tampa rosca azul Fortlev. Leroy Merlin. Site onde no dia da busca constava o melhor preço. Disponível em < https://www.leroymerlin.com.br/tanque-polietileno-fortplus-20-000l-tampa-rosca-azul-fortlev_89867442?region=outros&gclid=Cj0KCQjwrJOMBhCZARIsAGEd4VF0J4g_IRllyq7VU7hXUa1Drbe54qTZILUSy6oPDyOKyBEfCbPIIQaAmA7EALw_wcB#caracteristicas-tecnicas >. Acesso em 5 nov. 2021

TUBO esgoto Tigre 100mm 6m. Balaroti. Site onde o tubo vertical constava com o melhor preço Disponível em < https://www.balaroti.com.br/tubo-100mm-esgoto-6m-7430/p?idsku=7430&gclid=Cj0KCQjwrJOMBhCZARIsAGEd4VHEALKae6bryCczAX6V2YZxFe-uU_cMbGect0Pr9-MM00KkMKo-8zwaAjbZEALw_wcB >. Acesso em 5 nov. 2021

SIFÃO ladrão 100mm 3P para reservatório de água. Americanas. Site onde o sifão constava com o melhor preço. Disponível em <https://www.americanas.com.br/produto/2660096028?epar=bp_pl_00_go_pla_casa_econst_geral_gmv&opn=YSMESP&WT.srch=1&gclid=CjwKCAiAs92MBhAXEiwAXTi255RI4NMkwPzpP6Qbj5dZ-1V1z6bvnkw1S8wevY4DSVPnUsqQPk5HBoC9AIQAvD_BwE>. Acesso em 5 nov. 2021