



## ESTUDO DE PROJETO PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE COLETA E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR PRIVADA NA CIDADE DE GUAÍRA/PR

<sup>1</sup>Andrei Eduarte Barroso <sup>2</sup> Vanda Zago Lupepsa.

<sup>1</sup>Discente do curso de Engenharia Civil da Unipar.

<sup>2</sup>Docente do curso de Engenharia Civil da Unipar.

### Resumo

A viabilidade da coleta de água pluvial está diretamente relacionada às características climáticas regionais, aos padrões de precipitação e à área disponível para captação. Este trabalho teve como objetivo fazer um estudo de projeto da viabilidade da coleta e armazenamento de água pluvial como uma estratégia para promover a sustentabilidade hídrica em determinada área. Foram considerados aspectos como a legislação local, a eficiência do sistema de captação e as possíveis melhorias no uso racional da água. Além disso, é importante considerar a qualidade da água coletada, implementando-se sistemas de filtragem e tratamento adequados a fim de garantir a segurança caso o uso for potável. A utilização de reservatórios também é fundamental para garantir a disponibilidade contínua da água captada. Esses reservatórios podem ser construídos em diferentes volumes, dependendo da demanda e disponibilidade de espaço, e devem ser projetados levando em conta critérios técnicos como a vedação adequada, evitando perdas por vazamentos e evaporação excessiva. Por meio disso, esse trabalho fez um estudo de projeto para implantação de sistema de coleta de águas pluviais para uma instituição de ensino privada na cidade de Guaíra- pr.

**Palavras chave:** coleta de água; águas pluviais; calhas; reservatório.

### Abstract

The feasibility of rainwater collection is directly related to regional climatic characteristics, precipitation patterns, and the available area for capture. This study aimed to conduct a project study on the feasibility of rainwater collection and storage as a strategy to promote water sustainability in a specific area. Aspects such as local legislation, efficiency of the capture system, and potential improvements in water rationalization were considered. Furthermore, it is important to consider the quality of the collected water by implementing appropriate filtration and treatment systems to ensure safety if the water is intended for potable use. The use of reservoirs is also crucial to ensure continuous availability of captured water. These reservoirs can be constructed in different volumes, depending on demand and available space, and must be designed with technical criteria such as adequate sealing to avoid losses through leaks and excessive evaporation. Through this, this study conducted a project study for the implementation of a rainwater collection system for a private educational institution in the city of Guaíra, in the state of Paraná.

**Keywords:** water collection; rainwater; gutters; reservoir.



## 1. Introdução

No Brasil, existem estados caracterizados por uma alta incidência de chuvas em determinadas épocas do ano, seguindo o ciclo das estações com uma notável precisão meteorológica. Isso cria oportunidades valiosas para coletar a água da chuva de maneira específica e direcionada, aproveitando os sistemas de calhas e tubos que conduzem a água diretamente para reservatórios (CAMPOS; AZEVEDO, 2013).

Atualmente, a água se tornou um recurso crítico, sendo um fator limitante em muitas regiões, especialmente aquelas que dependem de seu suprimento para fins de desenvolvimento. Em muitas localidades, a escassez de bacias hidrográficas disponíveis para atender às necessidades da população tem gerado uma série de desafios, impactando o bem-estar e a economia dessas áreas em crescimento (SILVA; FREITAS, 2020).

O uso inadequado da água tratada resulta em desperdício desnecessário, o que tem implicações a longo prazo para todos que dependem desse recurso em sua forma potável. Nesse contexto, o aproveitamento da água da chuva se torna uma solução altamente viável, tanto para usos não potáveis quanto potáveis, desde que o tratamento adequado seja aplicado a esse recurso. Em face das previsões climáticas incertas para o futuro, as alternativas de coleta de água em fontes naturais ganharão cada vez mais destaque em consonância com as necessidades das edificações. A implementação de práticas sustentáveis de gestão da água se torna imperativa para a melhoria do desempenho na captação e aproveitamento das águas pluviais em todos os lugares onde essa necessidade se faz presente (VAZ, 2019).

Um bom planejamento de captação de água pluvial visa obter um bom recurso sustentável no bem-estar dos habitantes que optam pelo uso dessa prática, e beneficiam indiretamente pessoas ao seu redor, e também ambiental (SILVA; RIBEIRO JUNIOR, 2022).

Diante das problemáticas apresentadas se faz necessário uma pesquisa sobre aproveitamento de águas pluviais, para maior sustentabilidade. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é realizar o estudo de projeto da possibilidade de implementação de um sistema de captação e armazenamento de águas pluviais em uma instituição de ensino superior no oeste do Paraná, na cidade de Guaíra para fins não potáveis.

## 2.Revisão Bibliográfica

### 2.1 A importância da coleta da água da chuva

A relevância das águas pluviais para a coleta e aproveitamento é inegável, o que a torna um recurso valioso para diversos usos. No entanto, à medida que ela atinge a superfície e é coletada, sua pureza é comprometida devido à presença de impurezas, bactérias e minerais, que podem afetar a qualidade da água. Isso inclui partículas de poeira provenientes dos telhados das edificações, bem como matéria orgânica que pode se originar de resíduos, sejam eles de natureza vegetal ou animal (CAMPOS; AZEVEDO, 2013).

O cuidado com o tratamento doméstico e comercial da água consumível geralmente vem de empresas regionais ou estaduais de origem pública ou também privada. Nesses casos, a água exige um tratamento intensivo e rígido para ser potável, levando a água com excelência de consumo para as casas e também empresas de diversas localidades



brasileiras. Já em outras categorias do uso da água, onde não sendo necessário tratamento intensivo como: lavagem, irrigação, fornalhas, amortizações de calor, essa água já pode ser empregada com práticas de reaproveitamento de águas da chuva tanto em áreas rurais quanto urbanas (CARVALHO, et al, 2015).

Segundo Goldenfum (2015), esses sistemas de reaproveitamento podem ser usados em diversas atividades divididas em blocos de atuação como na parte doméstica, industrial e comercial. Em todos esses casos têm-se pontos específicos para uso como na parte doméstica que se pode obter para uso em descargas sanitárias, lavagens de carros, incêndio e além disso na irrigação de jardins. Já na parte industrial também há setores como amortização de calores, empresas siderúrgicas de produção de alta escala. No comercial pode ser usado para limpezas, utilização de decorações como lagos, chafarizes e na lavagem de automóveis da frota.

Ainda segundo o mesmo autor, a utilização desse método traz grandes benefícios e contém um baixo custo de agregado para a captação, isso gera um maior controle e também facilidade na manutenção, uma vez que para meios onde a utilização seja para fins não consumíveis em tempos de estiagem o recurso se basta trazendo uma seca para o reservatório que por fim tem um baixo custo.

## 2.2 A utilização da água

A água é distribuída de formas diferentes em várias partes do mundo, visto que em alguns lugares existe abundância desse recurso, já em outros existe uma limitação de praticamente escassez. Isso leva a população nacional de certas regiões viverem em situações extremamente difíceis e desumanas (SOUZA, 2014).

Para que a carência de água seja evitada, grande parte das pessoas utilizam seus métodos para uma reutilização que beneficie sua necessidade, seja ela para uma coleta de água potável, quanto para uma coleta de água não potável. Esse recurso aprimora a ideia de explorar meios no qual a água se sustente por si através da captação, tendo assim uma maior sustentabilidade do recurso para as empresas. Sabe-se que a escassez de água acontece em lugares com muita falta de chuva ou até mesmo vivendo em grandes temperaturas, isso diminui o prazo de vida útil das bacias trazendo prejuízos ambientais e desvantagens catastróficas em certas regiões de todo lugar do mundo (CAMPOS et al, 2008).

## 2.3 Tratamento de águas pluviais

Segundo a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP (2023), existem diferentes métodos utilizados no tratamento de água pluvial, que variam conforme o tipo de aplicação e a capacidade de investimento. Alguns métodos mais comuns incluem procedimentos como:

### 2.3.1 Filtros

Os filtros desempenham um papel crucial na purificação da água pluvial, trabalhando diligentemente para capturar e reter as impurezas que podem estar presentes, como folhas, galhos e outros detritos. Esses dispositivos de filtração desempenham um papel vital na melhoria da qualidade da água coletada, garantindo que ela seja segura e adequada para uso (CAMPOS; AZEVEDO, 2013).

Diferentes tipos de filtros podem ser empregados para essa finalidade, e cada um deles tem suas próprias características e vantagens específicas. Os filtros de tela, conforme a Figura 1 por exemplo, utilizam uma malha para bloquear as partículas maiores, enquanto os filtros de areia usam camadas de areia para filtrar as partículas em suspensão.

Figura 1. Filtro de tela usado para segurar partículas maiores de sujeiras.



Fonte: Hidro Solo. Adaptado pelo Autor, (2023).

Os filtros de carvão conforme a Figura 2, são eficazes na remoção de substâncias químicas e odores indesejados da água. Cada um desses tipos de filtro desempenha um papel fundamental na manutenção da qualidade da água da chuva coletada (SILVA; FREITAS, 2020).

Figura 2. Filtro de carvão modelo FC0500



Fonte: Permutation. Adaptado pelo Autor, (2023).

A importância dos filtros na gestão de águas pluviais não pode ser subestimada. A água da chuva, quando devidamente tratada e filtrada, pode ser utilizada em diversas aplicações, como irrigação de jardins, descarga de vasos sanitários e até mesmo para lavagem de veículos. Sem a presença de filtros eficazes, a água pluvial pode conter impurezas que a tornam inadequada para tais usos (VAZ, 2019).

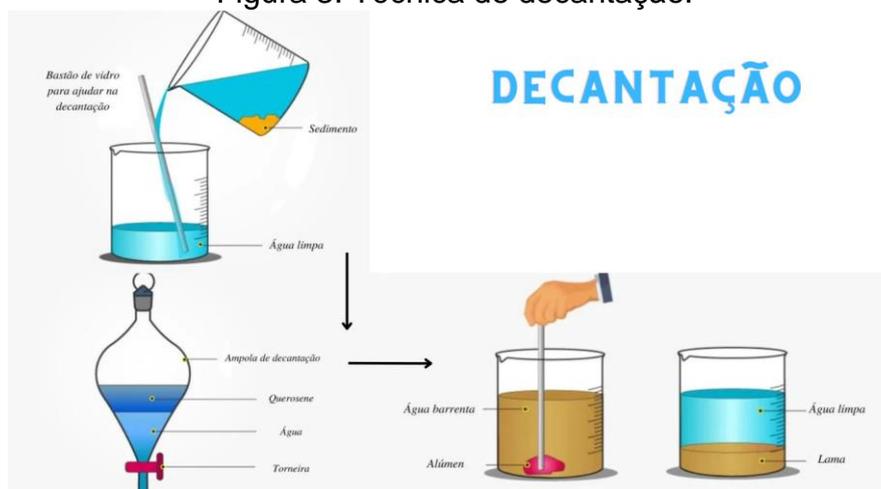
Os filtros de tela são frequentemente escolhidos pela sua simplicidade e facilidade de manutenção. Eles funcionam retendo as partículas maiores presentes na água, evitando que entrem no sistema de coleta. Os filtros de areia, por outro lado, oferecem uma filtragem mais refinada, retendo partículas menores e melhorando a qualidade da água de forma notável. O carvão ativado é uma escolha inteligente quando se deseja eliminar substâncias químicas orgânicas, cloro residual e compostos que causam odores desagradáveis na água da chuva (SILVA; RIBEIRO JUNIOR, 2022).

Além de sua eficácia, os filtros também desempenham um papel crucial na preservação do meio ambiente. Ao reter impurezas, eles reduzem a carga de poluentes que são direcionados para os corpos d'água, contribuindo para a preservação dos ecossistemas aquáticos. Os filtros são elementos fundamentais na gestão sustentável das águas pluviais, assegurando que a água captada seja limpa e segura, enquanto também desempenham um papel valioso na conservação ambiental (CAMPOS; AZEVEDO, 2013).

### 2.3.2 Decantação

A decantação é uma técnica valiosa na purificação da água, permitindo a separação eficiente das partículas com base em seu peso conforme a Figura 3. Esse processo desempenha um papel fundamental na remoção de materiais mais densos que podem não ter sido retidos pelos filtros, como areia e lodo. Durante o processo de decantação, a água é deixada em repouso em um reservatório ou tanque específico, o que permite que as partículas mais pesadas afundem gradualmente para o fundo, enquanto as partículas mais leves permanecem na superfície. Esse movimento ocorre devido à gravidade, pois as partículas mais pesadas são puxadas para baixo, criando uma clara separação entre a água limpa e as impurezas (CARVALHO, et al, 2015).

Figura 3. Técnica de decantação.



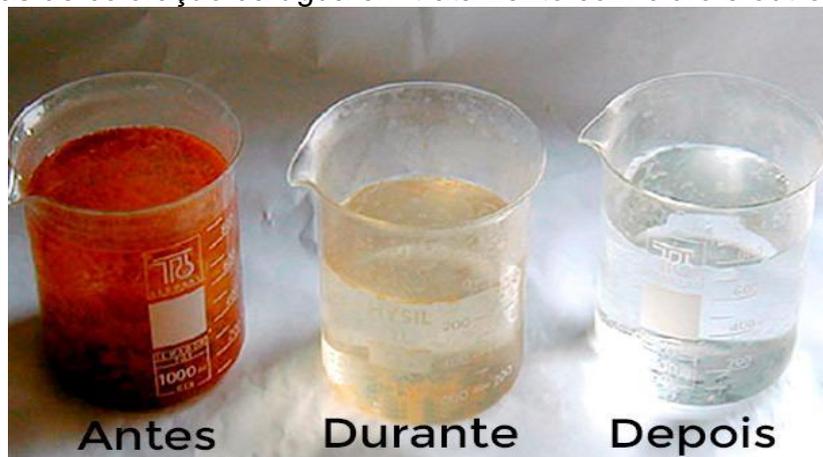
Fonte: decantação. Adaptado pelo Autor, (2023).

A decantação é uma etapa importante no tratamento da água da chuva, complementando a ação dos filtros. Ela ajuda a garantir que mesmo as partículas mais pesadas e sedimentáveis sejam removidas antes que a água seja armazenada ou redirecionada para usos específicos. A combinação de filtros e decantação contribui para a obtenção de água pluvial de alta qualidade, pronta para ser utilizada de forma sustentável em diversas aplicações (SOUZA, 2014).

### 2.3.3 Cloração

A Cloração é um processo de tratamento da água que desempenha um papel essencial na eliminação de micro-organismos e bactérias que podem estar presentes no recurso hídrico. Ao contrário do que a palavra "coloração" pode sugerir, esse método não se refere à adição de cor à água, mas sim à introdução de cloro ou outros desinfetantes. O cloro é um agente químico comprovadamente eficaz na desinfecção da água, pois age destruindo ou inativando os micro-organismos patogênicos que representam riscos à saúde humana dando a diferença na sua coloração conforme a Figura 4 (CAMPOS; et al, 2008).

Figura 4. Etapas de coloração da água em tratamento com cloro e outros desinfetantes.



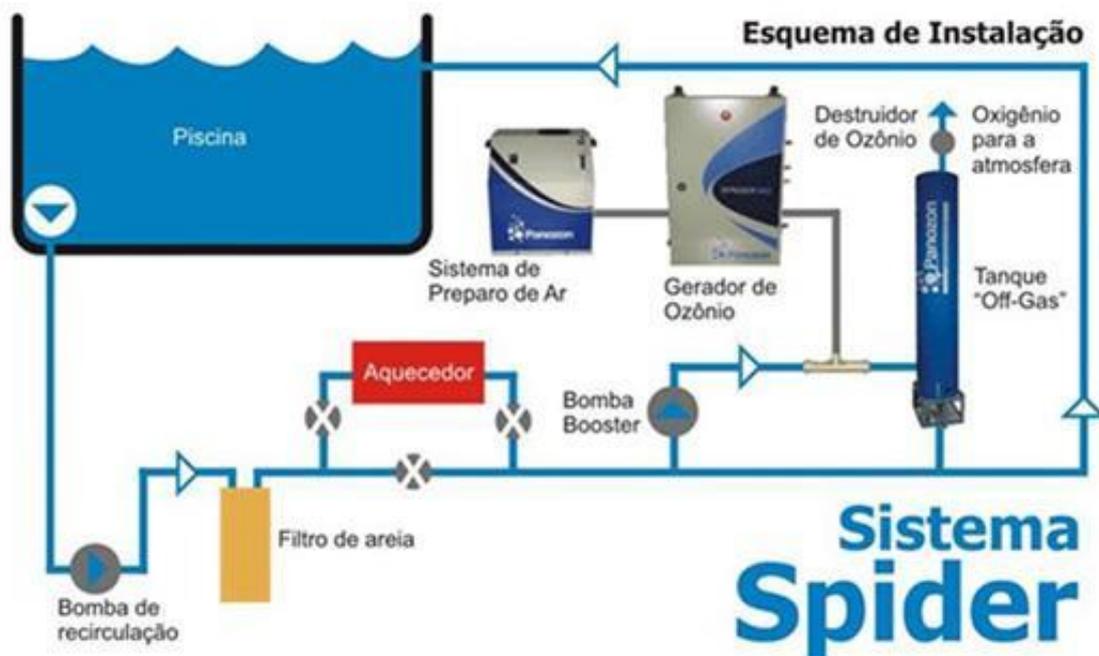
Fonte: Adriann, Watter , 2023

A adição controlada de cloro à água é uma prática comum em sistemas de tratamento de água potável, piscinas e, em alguns casos, na gestão da água pluvial. A presença de micro-organismos, como bactérias e vírus, pode ser prejudicial à saúde humana, e o cloro age como um agente desinfetante que elimina essas ameaças. É importante ressaltar que a dosagem de cloro deve ser cuidadosamente controlada para garantir que a água esteja livre de patógenos, mas sem a presença de concentrações excessivas que possam ser prejudiciais. A coloração é um procedimento crítico no tratamento da água, garantindo que a água esteja segura para uso e consumo, ao eliminar ou inativar os micro-organismos que podem representar riscos à saúde pública (MAY, 2009).

### 2.3.4 Ozonização

A ozonização é um processo avançado e altamente eficaz que faz uso do ozônio ( $O_3$ ) para a purificação da água. Essa técnica é amplamente reconhecida por sua capacidade de eliminar micróbios, vírus, bactérias e outros elementos patogênicos presentes na água. O ozônio é uma forma alotrópica do oxigênio que atua como um poderoso agente oxidante, tornando-o ideal para a desinfecção da água conforme mostrado no exemplo para uma piscina na Figura 5. (MORUZZI; NAKADA, 2009).

Figura 5. Esquema de instalação para ozonização da água de uma piscina.



Fonte: Aqualar, (2023).

O processo de ozonização envolve a geração de ozônio a partir do oxigênio atmosférico e a subsequente introdução desse gás na água a ser tratada. O ozônio ataca as partículas e micro-organismos patogênicos na água, quebrando suas estruturas celulares e inativando seu potencial de causar doenças. O ozônio também é eficaz na remoção de odores desagradáveis, sabores ruins e compostos orgânicos indesejados, contribuindo para a melhoria da qualidade geral da água (CAMPOS; AZEVEDO, 2013).

A ozonização é uma técnica versátil que encontra aplicações em sistemas de tratamento de água potável, águas residuais, piscinas, e até mesmo na purificação da água pluvial. Sua eficácia na eliminação de patógenos e na melhoria da qualidade da água faz dela uma opção valiosa para garantir que a água seja segura e adequada para uso em diversas aplicações, promovendo assim a saúde pública e a sustentabilidade ambiental (SILVA; FREITAS, 2020).

### 2.3.5 Ultrafiltração

A técnica de purificação da água através do uso de membranas é uma abordagem avançada que se destaca na remoção eficaz de impurezas, micro-organismos e outras substâncias que possam poluir a água. Essa tecnologia baseia-se na utilização de membranas semipermeáveis que atuam como barreiras seletivas, permitindo que a água passe através delas enquanto o sistema retém partículas, bactérias, vírus e outras impurezas conforme a Figura 6. (VAZ, 2019).

Figura 6. Sistema de Ultrafiltração



Fonte: Filtrando (2023).

Embora seja altamente eficaz, a utilização de membranas para a purificação da água é frequentemente considerada mais complexa e requer um investimento significativo em termos de tecnologia e infraestrutura. Existem diferentes tipos de membranas, como membranas de microfiltração, ultrafiltração, nanofiltração e osmose reversa, conforme na figura 7. Cada uma com capacidades de retenção variadas. A seleção da membrana adequada depende da qualidade da água de entrada e dos requisitos específicos do processo de tratamento (CAMPOS; AZEVEDO, 2013).

Figura 7. Modelos de membranas de filtração de água.



Fonte: snatural ambiente, Adaptado pelo Autor, (2023)

Essa técnica é comumente empregada em aplicações que exigem uma qualidade excepcionalmente alta da água, como sistemas de tratamento de água potável para atender aos padrões regulatórios rigorosos. As membranas também encontram uso em processos industriais, como a dessalinização da água do mar e o tratamento de efluentes (SOUZA, 2014).

Embora seja mais complexo e custoso em comparação com métodos convencionais, o uso de membranas na purificação da água é uma escolha valiosa quando a pureza da água é fundamental, garantindo que impurezas, micro-organismos e poluentes sejam eficazmente removidos, resultando em água de alta qualidade e adequada para uma ampla gama de aplicações (MORUZZI; NAKADA, 2009).

### 2.3.6 Armazenamento

O armazenamento da água tratada é uma etapa crítica no processo de gestão hídrica, pois é aqui que a água é mantida em reservatórios ou cisternas específicas, prontas para uso futuro. A qualidade do armazenamento desempenha um papel fundamental na preservação da água tratada e na manutenção de sua potabilidade. É imperativo que esses reservatórios e cisternas sejam mantidos livres de qualquer tipo de contaminação, assegurando que a água permaneça limpa e segura para consumo e outras aplicações (SILVA; RIBEIRO JUNIOR, 2022).

A Figura 8 ilustra a importância de manter o ambiente de armazenamento livre de contaminação. Isso significa que os reservatórios e cisternas devem ser projetados e mantidos de forma a evitar a entrada de impurezas, sujeira, insetos e qualquer elemento que possa comprometer a qualidade da água. A higiene e a manutenção adequadas são essenciais para garantir que a água permaneça inalterada em termos de qualidade e segurança.

Figura 8. Ilustração de modelo de reservatório para armazenamento de água pluvial.



Fonte: Eco soli, (2023)



A escolha de materiais apropriados para a construção das cisternas e reservatórios desempenha um papel importante na prevenção da contaminação da água armazenada. Materiais que não reagem quimicamente com a água e que não liberam substâncias nocivas devem ser obrigatórios. É necessário também estabelecer procedimentos de limpeza regulares e a inspeção constante desses sistemas de armazenamento para garantir que a água tratada mantenha sua integridade. O processo de armazenamento da água tratada é uma fase crítica na gestão da água, onde a preservação da qualidade e a prevenção da contaminação são fatores cruciais para garantir que a água permaneça segura e pronta para uso em diversas aplicações (SOUZA, 2014).

## 2.4 Reservatório de Águas pluviais

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, pela NBR 15527:2019, deve-se realizar uma avaliação de viabilidade técnica-econômica para a instalação de um sistema de coleta e utilização de água da chuva em obras, considerando os fatores como caracterização do local, precipitação pluviométrica, área de captação, volume do reservatório, mecanismos para melhoria da excelência da água, demanda e porcentagem de atendimento. A análise serve para casos de reformas de edificações existentes e construção de novas edificações.

Algumas edificações fazem a captação e utilização de forma simplificada ou improvisada, sem seguir a NBR 15527:2019, o que pode comprometer a efetividade do sistema. Em ambos os casos, a intenção é reduzir despesas com água ou promover a sustentabilidade (SILVA; FREITAS, 2020).

Os reservatórios são estruturas de armazenamento, sendo alternativas muito utilizadas por ser uma forma sustentável e economicamente viável para esse tipo de benefício da baixa dos gastos de água boa em operações que não sejam de necessidade para ser utilizadas, como várias delas tais como: regar jardins, lavar carro, descarga de sanitários e etc. Existem diversos tipos de reservatórios, que podem ser instalados acima ou abaixo do solo, com capacidades que variam conforme as necessidades da região do local e também a quantidade de chuvas que vão ocorrer ali naquela região (MARINOSKI; GHISI, 2008).

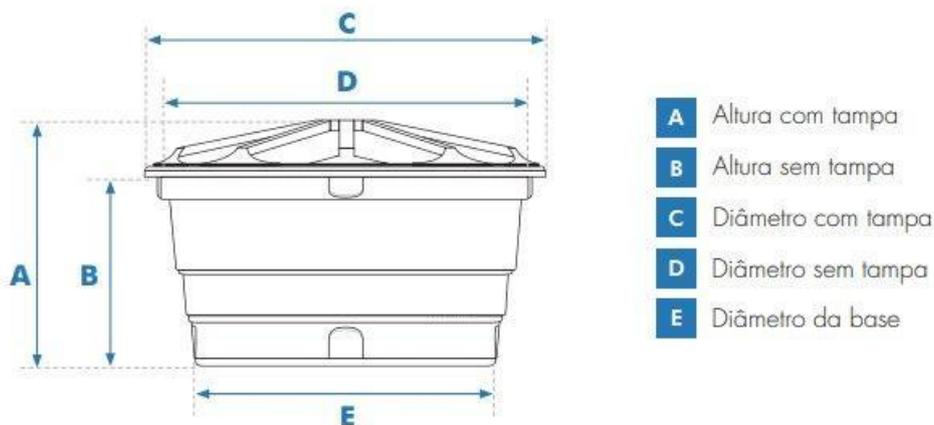
Um dos grandes benefícios dos reservatórios de águas da chuva é a diminuição do consumo de água potável, o que entrega em um resultado de maior economia financeira na conta de água. Além do mais, a utilização da água pluvial contribui para a conservação dos recursos hídricos e a sustentabilidade ambiental. Outra vantagem é a flexibilidade, já que o reservatório permite o acesso à água mesmo em período de escassez. Também há a redução do escoamento pluvial, o que evita enchentes nas ruas e contribui para a excelência da água nas áreas urbanas. A autonomia é mais um benefício dos reservatórios de águas da chuva, especialmente em locais onde o abastecimento pode ser irregular. Além disso, a montagem dessas estruturas está se tornando cada vez mais comum e pode até mesmo gerar valorização imobiliária do imóvel em questão (NOVAKOSKI *et al*, 2017). Segundo o mesmo autor, de modo geral, é importante que a instalação de um reservatório de águas pluviais requeira cuidados e técnicas adequadas, que garantam a qualidade da água e a eficiência do sistema. É fundamental contratar profissionais especializados para efetivar a instalação e manutenção dessas estruturas.

### 2.4.1 Dimensionamento de reservatórios de Águas pluviais

O procedimento de dimensionamento dos reservatórios de águas pluviais é uma etapa fundamental para garantir a eficiência do sistema e o aproveitamento correto da água da chuva, nas dimensões para alguns tipos de reservatórios como o de Polietileno se tem em metros as dimensões padrão para cada capacidade em litros, conforme a Quadro 1.

Quadro 1. Dimensões de reservatórios com material de polietileno

#### DIMENSÕES:



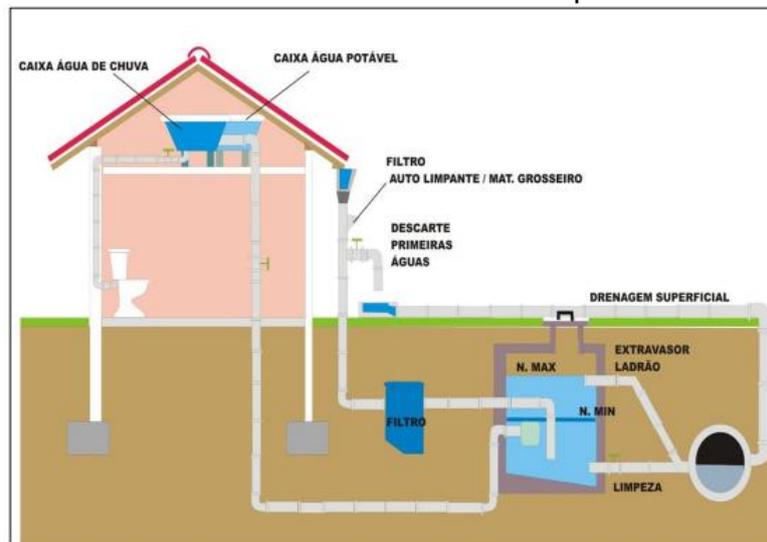
Capacidade em litros	Dimensões em metros				
	A	B	C	D	E
100	0,51	0,41	0,75	0,73	0,54
150	0,55	0,43	0,88	0,87	0,61
250	0,66	0,50	1,04	1,03	0,75
310	0,69	0,54	1,04	1,03	0,75
500	0,72	0,58	1,24	1,22	0,95
750	0,77	0,58	1,52	1,51	1,16
1.000	0,97	0,76	1,52	1,51	1,16
1.500	1,05	0,83	1,77	1,75	1,43
2.000	1,12	0,90	2,00	1,99	1,66
3.000	1,49	1,21	2,28	2,22	1,72
5.000*	2,00	1,63	2,45	2,37	1,85
7.500*	2,37	1,89	2,81	2,78	2,26
10.000*	2,57	2,03	2,95	2,92	2,41
15.000*	3,13	2,62	3,17	3,15	2,67

Fonte: Tigre (projetista pleno, 2023).

O processo envolve fatores como a área de coleta, a quantidade de chuva, a solicitação de água não potável, entre outros. O primeiro passo para o dimensionamento é

identificar a área de coleta, que pode ser o telhado de uma residência, também prédio ou galpão. É importante considerar a área total, descontando as partes inclinadas e as que não permitem escoamento adequado de água. Após isso é preciso também calcular a quantidade de chuva que será coletada nessa área, levando em consideração as características climáticas da região (MURÇA; JULIO; MORUZZI, 2014). O Modelo de sistema de reservatório pluvial subterrâneo é apresentado na Figura 9.

Figura 9. Modelo de sistema de reservatório pluvial subterrâneo.



FONTE: Guimarães, (2018)

Com essas informações já se consegue determinar o tamanho específico do seu reservatório, já entendendo qual é a demanda de água não potável em volume do local. É interessante fazer um reservatório com capacidade suficiente de armazenamento da água durante os períodos de chuva para suprir essa demanda nos períodos de estiagem (PEREIRA; AMORIM, 2008). O modelo de reservatório de água pluvial para reuso é mostrado na Figura 10.

Figura 10: Modelo de reservatório de água pluvial para reuso.



Fonte: Saluta (2021)

Outro posicionamento importante nessas estruturas é o controle de qualidade dessa água coletada, que deve ser filtrada e tratada adequadamente para evitar contaminações e garantir a segurança do uso. É fundamental contar com profissionais especializados na instalação e manutenção do sistema. No contexto geral o dimensionamento dos reservatórios de águas pluviais varia de acordo com as necessidades de cada caso em específico, por isso é indicado que um especialista faça a análise do seu projeto e indique a melhor solução em reservatório para sua edificação. O objetivo é garantir eficiência do sistema e otimizar o aproveitamento da água da chuva, contribuindo para a redução do consumo de água potável e a preservação dos recursos hídricos (GHISI; RUPP; MUNARIN, 2011). As imagens do sistema de captação em área externa da água da chuva para uso e consumo são mostradas na Figura 11.

Figura 11. Imagens do sistema de captação em área externa da água da chuva para uso e consumo.

(parte de trás do reservatório)

(parte da frente do reservatório)



Fonte: Saluta (2021)

## 2.5 Estudo de Revisão sobre a utilização de água pluvial

Para Silva e Freitas, (2020) a construção de um sistema de reaproveitamento de água pluvial é importante para garantir a sustentabilidade da água no futuro, estabelecer o uso inteligente e a preservação da água e ajudar a controlar as enchentes. Mesmo que o retorno do investimento possa ocorrer lentamente, especialmente em situações que exigem grandes reservatórios, a decisão de construir um sistema não deve ser baseada apenas na economia.

O estudo realizado por Saluta (2021) tem como base uma análise de caso na Escola Municipal João XXIII de Londrina - PR, que tem um clima subtropical com altos índices pluviométricos bem distribuídos perante o ano. A escola está estabelecida em um terreno de 5.886,58m<sup>2</sup>, sendo que 1.823,38m<sup>2</sup> são cobertos, distribuídos em três blocos. É uma



edificação térrea com um grande local de cobertura que é propício para a coleta de água pluvial.

Em conformidade com o estudo de Silva e Ribeiro Junior (2022) o levantamento de custos para a implantação e operação de um sistema de aproveitamento de água da chuva. Foram orçados os equipamentos necessários, como reservatórios, motobomba, kit filtro, realimentador, boia e tubulações, considerando valores de mercado local e fornecedores da região. Essas informações foram inseridas no programa Netuno para calcular os custos. Também foi escolhida uma motobomba de acordo com catálogos de fabricantes e os valores cobrados pela Companhia Paranaense de Energia - COPEL foram inseridos no programa para definir o consumo elétrico. O custo mensal de energia elétrica para o funcionamento do sistema de bombeamento foi simulado. Após definidos os custos iniciais e de operação do sistema, foi inserida a tarifa da água potável fornecida pela SANEPAR, considerando que a instituição em estudo paga o valor equivalente a 50% dessa tarifa por ser considerada uma utilidade pública. Esse fato impactou diretamente no tempo de retorno do investimento. Também foi simulado o tempo de retorno do investimento com a tarifa integral aplicada às instituições particulares.

O estudo de Campos e Azevedo (2013) avaliou a possibilidade de utilizar água da chuva em uma escola pública em Londrina, no Paraná. Descobriu-se que a maior parte do consumo de água (66,14%) era para usos não potáveis. Com um reservatório de 15.000L e outro de 2.000L, foi possível economizar 55,55% de água potável. O custo inicial foi de R\$11.257,00, mas a economia mensal foi de 48%. O sistema é viável, com vantagens financeiras e ambientais, além de ser um exemplo para outras instituições. Porém, não é possível substituir totalmente a água potável por água da chuva, mesmo para as bacias sanitárias.

Novakoski et al (2017), apresentaram uma abordagem exploratória descritiva com metodologia qualitativa e quantitativa. Os dados foram coletados por meio de entrevistas e relatórios sobre a implantação de cisternas na escola e a demanda de água nos últimos três anos. A captação e reaproveitamento de água da chuva foram realizados por calhas e canos, e a água passou por tratamento para evitar entupimento da tubulação e desinfecção. A abordagem quantitativa permitiu avaliar a correlação entre o custo de implantação e a economia obtida com a cisterna. Os índices pluviométricos foram usados para análise da viabilidade econômica do projeto. Também destaca a importância das políticas públicas para a instalação de cisternas nas escolas, com resultados ambientais, sociais e financeiros positivos. O objetivo é incentivar a consciência ambiental nos alunos e promover a sustentabilidade na sociedade. Segundo Carvalho, et al, (2015) o sistema de captação de água da chuva do colégio consiste em cisternas que armazenam a água coletada do telhado da escola durante as chuvas. Essa água é utilizada em atividades que não requerem o uso de água potável, como irrigação de plantas, limpeza das instalações e descargas sanitárias. Com isso, é possível reduzir significativamente o consumo de água tratada e, conseqüentemente, contribuir para a preservação dos recursos naturais.

Para Souza, (2014) além de implantar o sistema de captação de água da chuva, o Colégio Estadual Eron Domingues também promove a conscientização ambiental entre os alunos por meio de aulas de ciências que discutem as vantagens da utilização das cisternas. Isso demonstra um compromisso da instituição em formar cidadãos conscientes e responsáveis em relação ao meio ambiente.



Campos et al, (2008) destacam a importância da iniciativa na conscientização dos alunos em relação ao uso da água. Isso mostra que a implantação do sistema de captação de água da chuva não é apenas uma medida de economia de água, mas também um meio de educar os alunos sobre a importância da preservação dos recursos naturais e da promoção da sustentabilidade. No colégio implantou-se um sistema que capta água da chuva através de tubulações, que a levam até um reservatório de água de 15 mil litros, onde é clorada, tratada e filtrada para evitar entupimentos. Em seguida, a água é armazenada em reservatórios separados para fornecer água não potável por meio de uma bomba de pressão. A escola utiliza dois sistemas de distribuição de água, um por gravidade para os banheiros e outro de pressão para as atividades de limpeza. Todas as torneiras têm placas indicando que a água não é potável. A água potável fornecida pelo SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) é utilizada somente para a lavagem das mãos, cozinha e bebedouros. Em caso de estiagem, a boia afogada libera a água do SAAE. O custo total do sistema foi de R\$20.000,00. Esse projeto contribui para a preservação dos recursos naturais, especialmente diante da escassez de água doce enfrentada pela humanidade. A instalação de um terceiro reservatório de água cedido pela empresa de saneamento da região utilizou as calhas já existentes na escola para captar água da chuva. Foi elaborado um estudo a partir dos dados fornecidos pela empresa SAAE sobre o consumo mensal de água na escola e o índice pluviométrico mensal no município de Marechal Cândido Rondon. A metodologia utilizada consistiu em utilizar a fatura da água de um mês como representação do consumo do mês anterior ao período de leitura da fatura na qual a análise foi feita através do índice pluviométrico do período. Essa abordagem permitiu monitorar o volume de água captado e utilizado pela escola, auxiliando na tomada de decisões em relação ao uso da água captada da chuva.

Segundo May (2009) tem-se uma eficiência do sistema de captação de água da chuva na redução do consumo de água tratada pela SAAE, o que traz benefícios como a preservação ambiental e conservação de recursos hídricos para as gerações futuras. A implantação de cisternas nas escolas possibilita a inclusão da sustentabilidade no currículo escolar, promovendo a conscientização ambiental dos alunos e disseminando discussões sobre as questões ambientais para toda a sociedade. As políticas públicas são importantes para financiar projetos sustentáveis que garantam o acesso equitativo aos recursos naturais. É necessário ampliar o Programa Dinheiro Direto na Escola para promover a implantação de sistemas coletores de água da chuva e projetos de preservação ambiental nas escolas. Sugere-se ainda que sejam realizadas pesquisas sobre a adoção de sistemas de aproveitamento de água em outros setores da sociedade.

## 2.6 SISTEMAS DE ÁGUAS PLUVIAIS

A principal função do sistema de águas pluviais é coletar a água da chuva que cai nos telhados, pátios, ruas e áreas impermeáveis, direcionando-a para onde não cause danos ou transtornos. Isso pode envolver a condução da água para redes de esgoto, rios, lagos, reservatórios ou até mesmo o aproveitamento para uso não potável.

O sistema de águas pluviais exige aspectos importantes, como o cálculo de vazão, que determina a quantidade de água que o sistema precisa ser capaz de lidar em um determinado período de chuva. Também são levados em conta fatores como o

dimensionamento adequado dos condutores e a implantação de dispositivos de controle, como reservatórios de detenção, para evitar sobrecargas no sistema.

### 2.6.1 CHUVA DE PROJETO

A Norma Brasileira Regulamentadora 15.527/2019 (NBR), estabelece diretrizes essenciais para a correta instalação de sistemas de aproveitamento de água da chuva. Essas diretrizes visam garantir a eficiência e segurança do projeto. Uma das orientações primordiais é a identificação da origem da água, sendo permitida apenas a coleta de água proveniente do telhado. Essa medida tem como objetivo evitar a contaminação por possíveis poluentes presentes no solo.

Outra determinação importante é o uso adequado da água da chuva. Conforme a norma, sua utilização deve ser exclusivamente destinada a fins não potáveis, como lavagem de pisos, carros, irrigação e descarga de vasos sanitários. É proibido o uso dessa água para consumo humano.

A terceira e última determinação diz respeito ao dimensionamento do reservatório de acordo com as características do telhado e a quantidade de chuvas no local. Essa projeção busca atender necessidades econômicas e sustentáveis, garantindo a vazão adequada para os ramais do sistema. Nos tópicos de 2.7 até o tópico de 2.9.8 é o que será usado para a metodologia para dimensionar o sistema usando o método de (Melo e Azevedo Neto, 2017).

### 2.6.2 TEMPO DE RETORNO

O tempo de retorno seria o período estabelecido em norma, que estima o tempo que ocorrerá o mesmo evento superior a ele.

Na tabela 2 abaixo, indica-se os valores do tempo de retorno para o estudo de chuva de acordo com a NBR 10.844/89, Instalações Prediais de Águas Pluviais.

Tabela 01 – Aplicação do tempo de retorno.

Tempo de retorno	Sugestão de uso
1 ANO	Áreas pavimentadas admitindo empoçamento.
5 ANOS	Coberturas e terraços
25 ANOS	Áreas onde o empoçamento não é tolerado.

Fonte NBR: 10844/89 – Instalações prediais e águas pluviais.

### 2.6.3 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração será o período por onde a água percorre da área projetada do ponto estopim até a calha do telhado. O tempo proposto desse período também é estabelecido pela norma brasileira NBR 10.844/1989.



#### 2.6.4 ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO

A NBR 10.844/1989 determina que a intensidade de sigla (I), será estipulada de acordo com a região de projeto. Esse índice é expresso em milímetros e é obtido por meio da coleta e análise de dados das precipitações pluviométricas em uma estação meteorológica.

#### 2.6.5 CHUVA CRÍTICA

De acordo com a NBR 10.844/1989, chuva crítica é geralmente caracterizada por uma precipitação intensa em um curto período de tempo, o que pode sobrecarregar os sistemas de drenagem e escoamento. Essa condição pode ser influenciada por fatores como o volume e a intensidade da chuva, as características do solo e a topografia da região onde ocorre. É a partir da informação da chuva crítica que se originam os cálculos e dimensionamentos do sistema de coleta de águas pluviais.

### 2.7 SISTEMAS DE CALHAS NO PROJETO DE COLETA

Os sistemas de calhas são componentes essenciais nos projetos de coleta de água pluvial. Essas estruturas são responsáveis por captar e direcionar a água da chuva que cai nos telhados ou áreas impermeáveis, levando-a para os condutores verticais e horizontais, onde será encaminhada ao destino desejado (MELO, Vanderley de Oliveira; AZEVEDO NETTO, Jose M. Instalações prediais hidráulico-sanitárias, cit.).

#### 2.7.1. ÁREA DE CAPTAÇÃO

Determine a área total de telhado ou superfície impermeável que será responsável por captar a água da chuva. Isso ajudará a calcular a quantidade de água que será coletada e direcionada pelas calhas.

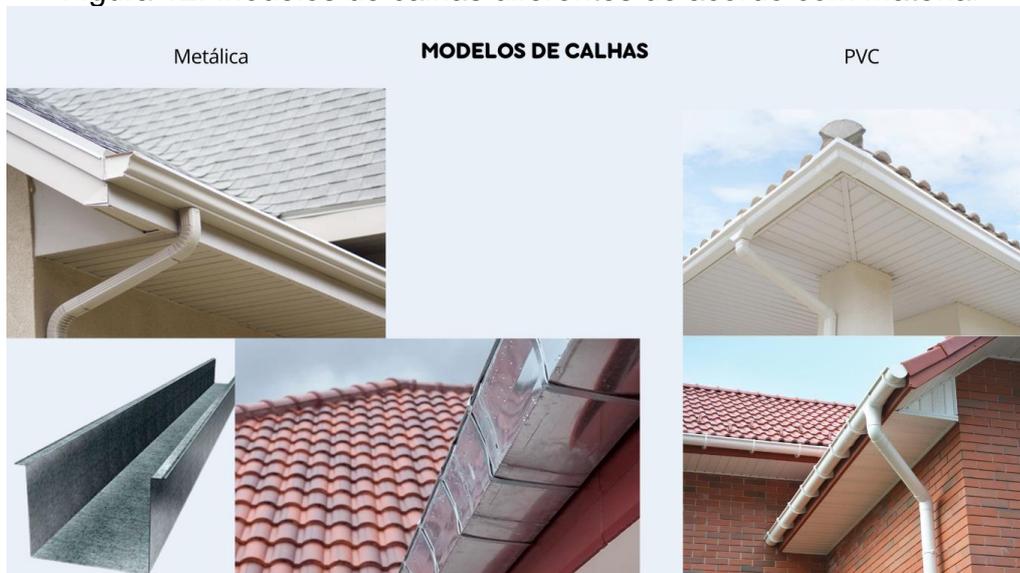
#### 2.7.2 INTENSIDADE DA CHUVA

Veja a média anual de chuva na região em que o projeto será realizado. Isso ajudará a determinar quanta água a calha deve ser capaz de lidar durante os períodos de chuva intensa.

#### 2.7.3 MATERIAL ADEQUADO

As calhas estão disponíveis em diferentes materiais, como PVC, ou metal galvanizado conforme a Figura 12. Considere o orçamento, a durabilidade e a estética desejada ao escolher o material mais apropriado para o projeto.

Figura 12. Modelos de calhas diferentes de acordo com material



Fonte: *deação*, Adaptada pelo Autor, 2023.

#### 2.7.4 TAMANHO E FORMATO DA CALHA

O tamanho da calha será influenciado pela área de captação e pela intensidade da chuva. Considere a largura e a profundidade da calha para garantir que ela possa lidar com o volume adequado de água sem transbordar.

#### 2.7.5 INCLINAÇÃO DA CALHA

Certifique-se de que a calha tenha a inclinação correta para permitir um escoamento eficiente da água. Procedimento feito de acordo com o comprimento de inclinação do telhado.

#### 2.8 SISTEMA DOS TUBOS DE QUEDA NO PROJETO DE COLETA

Os sistemas de tubos de queda desempenham um papel crucial nos projetos de coleta de água pluvial. Eles são responsáveis por receber a água coletada pelas calhas dos telhados e direcioná-la adequadamente para a rede coletora drenando assim a água para o reservatório ou esgoto municipal conforme a Figura 13 (MELO, Vanderley de Oliveira; AZEVEDO NETTO, Jose M. Instalações prediais hidráulico-sanitárias, cit.).

Figura 13. Ilustração do tubo de queda em cobertura



Fonte: Leroy Merlin, 2023

### 2.8.1 VAZÃO NECESSÁRIA

Determine a quantidade de água que será coletada e direcionada pelos tubos de queda. Isso dependerá da área de captação do telhado e da intensidade da chuva na região.

### 2.8.2 DIÂMETRO ADEQUADO

O diâmetro dos tubos de queda deve ser dimensionado para lidar com a vazão esperada. Considere as diretrizes e normas técnicas aplicáveis ou consulte um profissional especializado para garantir a escolha correta do diâmetro.

### 2.8.3 MATERIAL ADEQUADO

Os tubos de queda estão disponíveis em diferentes materiais, como PVC, alumínio ou metal galvanizado. Considere fatores como durabilidade, resistência à corrosão e custo para escolher o material mais adequado para o projeto.

### 2.8.4 ALTURA DA QUEDA

Considere a altura das quedas de água ao projetar a instalação dos tubos. Certifique-se de que a queda seja suficiente para permitir o escoamento adequado da água, evitando pontos de acúmulo ou entupimentos.

### 2.8.5 ESTÉTICA DO TUBO DE QUEDA

Assim como as calhas, os tubos de queda também têm um impacto visual na aparência da edificação. Considere o estilo arquitetônico e a estética desejada ao escolher o design, a cor e o acabamento dos tubos.

### 2.8.6 MANUTENÇÃO DO TUBO DE QUEDA

Leve em conta a facilidade de manutenção dos tubos de queda. Verifique se é necessário adicionar acessórios, como grades ou filtros, para prevenir a entrada de detritos e facilitar a limpeza regular.

## 2.9 REDE COLETORA DO SISTEMA DE COLETA DE ÁGUA

Os sistemas de redes coletoras são elementos essenciais em projetos de coleta de água pluvial. Eles são responsáveis por receber a água das calhas, são também conhecidos como canaletas de água conforme a Figura 14. Essas redes coletoras recebem dos tubos de queda e outros dispositivos de captação para direcioná-la ao destino final adequado. Na coleta de água pluvial, por exemplo, também tem a função principal de direcionar a água ao reservatório para o armazenamento da água. (MELO, Vanderley de Oliveira; AZEVEDO NETTO, Jose M. Instalações prediais hidráulico-sanitárias, cit.).

Figura 14. Modelos de rede coletora para drenagem da água



Fonte: Bonanza, Soluções Ambientais. Adaptada pelo Autor, (2023).

### 2.9.1 ÁREA DE CAPTAÇÃO

Escolha a área total que contribuirá para a coleta de água pluvial. Isso inclui telhados, pátios, estacionamentos ou outras áreas impermeáveis que irão direcionar a água para a rede coletora.



### 2.9.2 VAZÃO MÁXIMA

Deve-se estimar a vazão máxima que será gerada pela área de captação durante períodos de chuva intensa. Isso pode ser feito com base em estudos hidrológicos da região ou utilizando métodos de dimensionamento hidráulico.

### 2.9.3 RESTRIÇÕES ADVERSAS DO LOCAL

Analise as limitações do ambiente, como a topografia do terreno, a presença de obstáculos (arborização, construções) e restrições legais ou regulamentares que possam influenciar o desenho e a implantação da rede coletora.

### 2.9.4 TIPO DE REDE UTILIZADA

Existem diferentes tipos de redes coletoras, como canais abertos, tubulações enterradas ou trincheiras de infiltração. Avalie qual é o mais adequado para as características do projeto, atendendo a demanda de vazão e considerando as condições locais.

### 2.9.5 DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA

Utilizar os cálculos hidráulicos para dimensionar adequadamente a rede coletora, levando em consideração a vazão máxima estimada e as características dos materiais utilizados (diâmetro, rugosidade), garantindo que a capacidade de escoamento seja suficiente para evitar transbordamentos ou obstruções.

### 2.9.6 ESCOLHA DO MATERIAL PARA EDIFICAR A REDE COLETORA

Selecione os materiais apropriados para a rede coletora, considerando sua durabilidade, resistência à corrosão e custo. Esses materiais podem variar de acordo com o tipo de rede escolhido (por exemplo, concreto, PVC, ferro fundido).

### 2.9.7 ALINHAR AS CONEXÕES DO SISTEMA COM A REDE COLETORA

Planeje as conexões da rede coletora com outras estruturas do sistema de coleta de água pluvial, como calhas, tubos de queda ou reservatórios de armazenamento. Certifique-se de que as conexões sejam adequadas e evitem vazamentos ou problemas de obstrução.

### 2.9.8 MANUTENÇÃO DA REDE COLETORA

Programe a manutenção regular da rede coletora para garantir seu bom funcionamento ao longo do tempo. Isso inclui a inspeção, limpeza ou desobstrução quando necessário.

### 3. Metodologia

Este projeto de pesquisa foi iniciado através de um estudo bibliográfico para aprofundamento dos conhecimentos na área e também para atualização sobre normas e regulamentações referentes ao estudo.

Posteriormente, passou-se à pesquisa propriamente dita, através de levantamento de dados de áreas de telhado, localização ideal do reservatório, dimensionamento do sistema de coleta e preservação de água, conforme veremos a seguir.

#### 3.1 OBJETO DE ESTUDO

Esse estudo de projeto para coleta de água pluvial e reservatório foi desenvolvido para uma instituição privada na cidade de Guaíra, localizada na zona oeste do Paraná, em uma área central da cidade.

A Instituição possui aproximadamente 10.000 m<sup>2</sup> construídos, que são divididos em vários blocos distribuídos pelo campus. Atualmente a instituição possui 5 blocos, sendo A, B, C, D e E, contando também uma cobertura extra, para uma área aberta, porém coberta, conforme a Figura 12.

Figura 15: Vista aérea da instituição de ensino.



Fonte: Google maps (2023).

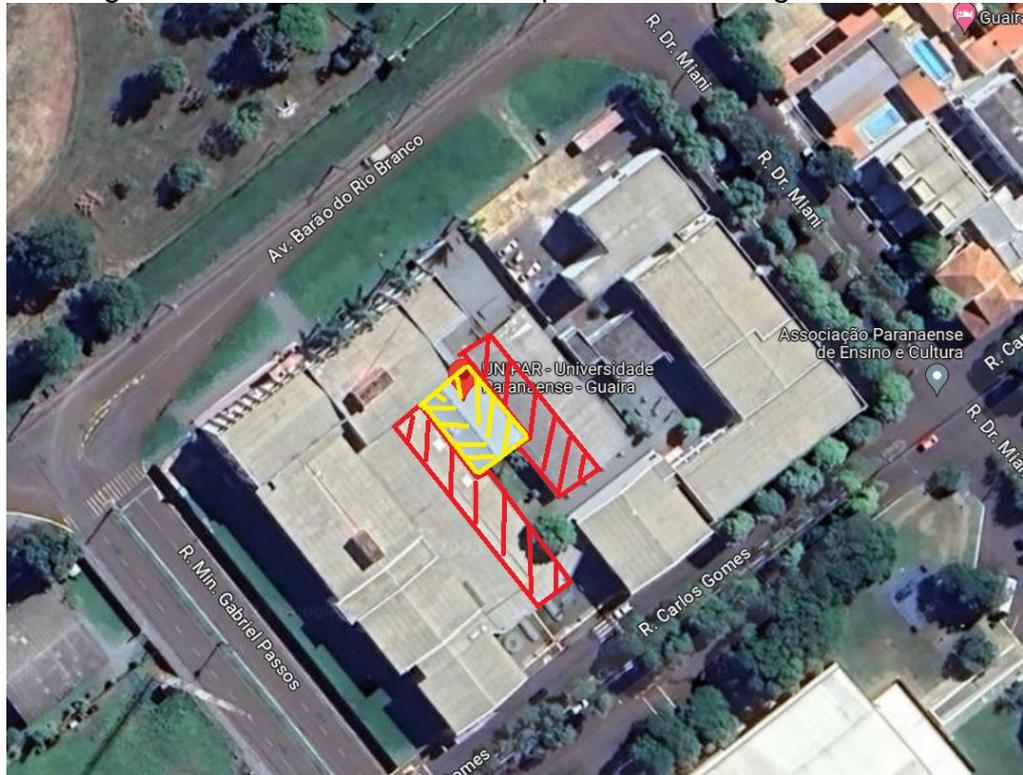
Dentre os blocos existentes, foram escolhidos como objeto de estudo os blocos A e D e também a cobertura extra conforme a Figura 15, por estarem posicionados próximos à área de fácil implantação do reservatório.

#### 3.2 ÁREA DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA PLUVIAL

A obtenção da área do telhado através de medições com auxílio da ferramenta nas proximidades locais, a instituição tem dois posicionamentos de telhado em formato duas

águas. Utilizou-se como objeto de estudo a cobertura de telhado parcial do bloco A e do bloco D (o lado adjacente à cobertura extra, em cada um dos blocos) juntamente com a cobertura extra entre os blocos conforme a Figura 16.

Figura 16: Coberturas utilizadas para coleta de água da chuva.



Fonte: Google maps (2023).

### 3.3 ESCOLHA DO LOCAL DE IMPLANTAÇÃO DO RESERVATÓRIO

A instituição em questão tem dois blocos em pontos que facilitam a coleta e a acessibilidade ao sistema de coleta dessa água, pois estão próximos a uma área sem edificação, e de fácil escavação para a construção do reservatório. Para que isso fosse identificado, foi feita uma visita de observação à campo para localizar um melhor ponto de coleta juntamente com o melhor espaço para o reservatório conforme na Figura 17.

Figura 17. Local de implantação do reservatório para armazenamento da água.



Fonte: Google maps (2023)

Para ciência da chuva crítica na cidade de Guairá/Pr, foi pesquisado o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2023), para saber as precipitações de chuva crítica com duração de 1 hora na região, para o período de uma série histórica de 10 anos.

### 3.4 MÉTODO PARA DIMENSIONAMENTO DE CALHAS

O dimensionamento das calhas foi feito através do comprimento do telhado, conforme Tabela 2, pelo telhado ser complementado pela cobertura extra, deve-se analisar a soma dos telhados para que se obtenha a medida exata com a vazão das duas coberturas somadas uma à outra. Dimensionando assim uma calha maior para onde desce a cobertura extra, e uma menor para a frente dos blocos onde não apresentem coberturas excedentes a serem somadas.

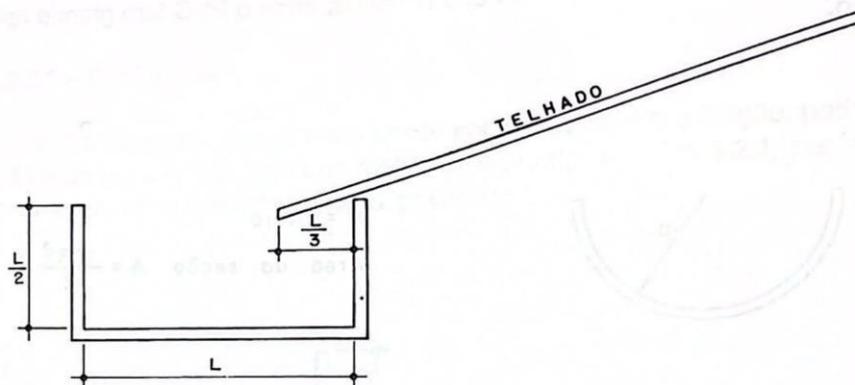
Tabela 2 - (Dimensão da calha em função do comprimento do telhado)

<b>Dimensões da calha em função do comprimento do telhado</b>	
Comprimento do telhado (m)	Largura da calha(m)
Até 5	0.15
5 a 10	0.20
10 a 15	0.30
15 a 20	0.40
20 a 25	0.50
25 a 30	0.60

Fonte: Melo e Azevedo neto (2017).

De acordo com Azevedo neto a medida das calhas se dá pelo comprimento inclinado total do telhado, e o comprimento inclinado do telhado que fica para dentro transpassando o corte de calha se dá por  $L/3$  conforme a Figura 18 Abaixo:

Figura 18. Corte de calha com os dados necessários para o dimensionamento de calha.



Fonte: Melo e Azevedo neto (2017).

### 3.5 MÉTODO PARA DIMENSIONAMENTO DOS TUBOS DE QUEDA

A escolha dos tubos de queda foi feita através do cálculo da área da cobertura para se obter a quantidade necessária para suprir a vazão da chuva que vem das calhas para os tubos de queda conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – (Área máxima de cobertura para condutores verticais de seção circular).

<b>Diâmetro (mm)</b>	<b>Área máxima de telhado (m<sup>2</sup>)</b>
50	13.6
75	42.0
100	91.0
150	275.0

Fonte: Melo e Azevedo neto (2017).

Segundo Melo e Azevedo neto (2017), para a escolha dos tubos de queda temos que levar em consideração a chuva crítica. Na região de Guaíra a maior chuva crítica dos últimos 10 anos pesquisada para esse trabalho foi de 88.44mm/h encontrada pela pesquisa de precipitação de chuva disponível no site do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), devolvida por e-mail de acordo com as especificações de datas filtradas para esse estudo.

### 3.6 MÉTODO PARA DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA

Segundo Melo e Azevedo neto (2017), a rede coletora mais acessível para o dimensionamento útil do sistema de coleta, deve-se levar em conta a área de contribuição e pode dimensionar a partir disso a declividade do terreno conforme a Tabela 4 abaixo. Utilizando uma precipitação pluviométrica do local em questão, nesse caso seria a de 88.44 mm/h.

Tabela 4 – Diâmetros da rede coletora em função da área e declividade

**Diâmetros da rede coletora em função da área e declividade**

Rede Coletora de Águas Pluviais				
Diâmetro (mm)	Declividade / Área			
	0,5%	1,0%	2,0%	4,0%
50	---	--	32	46
75	---	69	97	139
100	---	144	199	288
125	167	255	334	502
150	278	390	557	780
200	548	808	1.105	1.616
250	910	1.412	1.807	2.824

Fonte: Melo e Azevedo neto (2017).

### 3.7 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

Segundo Azevedo Neto para dimensionar os reservatórios de águas pluviais, em abordagem para utilização no projeto de sistemas de captação e armazenamento de água da chuva tem como objetivo fornecer parâmetros técnicos para avaliar a demanda hídrica de uma edificação e determinar o tamanho adequado do reservatório de águas pluviais. Ele leva em consideração diversos fatores, como a área de captação, índice pluviométrico local e a demanda de água da edificação.

Primeiramente é necessário calcular a área de captação, que é a superfície onde a água da chuva será coletada, geralmente composta pelo telhado e outras áreas impermeáveis da edificação. Em seguida, é necessário determinar o índice pluviométrico local, que representa a quantidade média de chuva crítica em determinado local e período. Com base nestes dados, é possível calcular o volume de água da chuva que poderá ser coletado em determinado período.

O dimensionamento adequado do reservatório de águas pluviais é crucial para garantir o abastecimento de água durante períodos de escassez ou restrição de abastecimento. A utilização de água da chuva para fins não potáveis, como irrigação de jardins e descarga de vasos sanitários, contribui para a sustentabilidade e redução do consumo de água potável.

De acordo com o método de Azevedo Neto, temos a seguinte equação abaixo para calcular o volume do reservatório em litros.

$$V_{an} = 0,0042 \times P_a \times A \times T \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

- $V_{an}$  = Volume do reservatório (Litros).
- $P_a$  = Precipitação pluviométrica anual média (mm/ano = litros/m<sup>2</sup> por ano).
- $A$  = Área da captação (m<sup>2</sup>).
- $T$  = Número de meses de pouca chuva ou seca (Adimensional).

### 3.8 PROJETO DE SISTEMA DE COLETA DE ÁGUAS PLUVIAIS

Através da ferramenta AutoCad da Autodesk (2023), foi feito um projeto do sistema de coleta de águas pluviais para verificação das dimensões das calhas, tubulações de queda e da rede coletora e reservatório, para levantamento dos quantitativos de material.

### 3.9 – FINALIZAÇÃO DO SISTEMA

Foram feitas planilhas de quantitativo de material a serem utilizados na execução do projeto e o projeto do sistema através da ferramenta AutoCad da Autodesk (2023).

## 4. Resultado e Discussão

Inicialmente foi definido o método a ser utilizado para a execução do trabalho, o qual foi através de Melo e Azevedo Neto (2017), onde identificou-se uma metodologia prática e simplificada, dentro das normas, facilitando os dimensionamentos do sistema.

Posteriormente foi feito um levantamento dos projetos existentes na Instituição de Ensino, para verificação da necessidade de adequação. Os projetos em ferramentas virtuais já existiam e os mesmos foram utilizados para implementar o projeto do sistema de coleta de águas pluviais, pela plataforma AutoCad da Autodesk (2023), conforme descrito na metodologia do trabalho.



Para definição das dimensões dos comprimentos de inclinação dos telhados, para os cálculos do sistema de coleta de águas pluviais, foram feitas medições *in loco*, pois os projetos existentes possuíam apenas dimensões em planta. O dimensionamento de cada telhado e do local do reservatório foi feito através de medida *in loco*, conforme Tabela 5 abaixo.

Tabela 5 – Área da cobertura dos blocos de coleta, e jardim impermeável.

Local	Área (M <sup>2</sup> )
Bloco A	366.97 M <sup>2</sup>
Bloco D	462.49 M <sup>2</sup>
Área Extra	269.99 M <sup>2</sup>
Jardim Impermeável	109.44 m <sup>2</sup>

Fonte: Produzida pelo Autor.

Para dar início aos cálculos dos dimensionamentos do sistema, foi necessário ter ciência da chuva crítica na cidade de Guaíra/Pr. Para tal informação, foi pesquisado no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (2023), a chuva crítica de Guaíra/Pr na série histórica dos últimos dez anos.

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (2023), a pesquisa das precipitações de chuva crítica com duração de 1 hora na região apresentou uma intensidade maior em relação aos períodos pesquisados, de acordo com a pesquisa o índice para o período de 10 anos foi de 88,44 mm/h, conforme a Tabela 6.

Tabela 6 - Precipitação máxima de chuva em mm/h

LOCAL	PERÍODO DE RETORNO (ANOS)	CHUVA CRÍTICA (mm/h)
Guaíra - PR	10	88,44

Fonte: INMET.gov (2023)

Com a informação da chuva crítica, passou-se para o dimensionamento em si, iniciando pelos cálculos da dimensão das calhas, depois dos tubos de queda e por fim da rede coletora e do reservatório.

#### 4.1 DIMENSIONAMENTO DAS CALHAS

Para os cálculos das calhas, é utilizado o comprimento inclinado do telhado, para encontrar temos a seguinte equação:

$$CI = \sqrt{L^2 + H^2} \quad (\text{Equação 02})$$

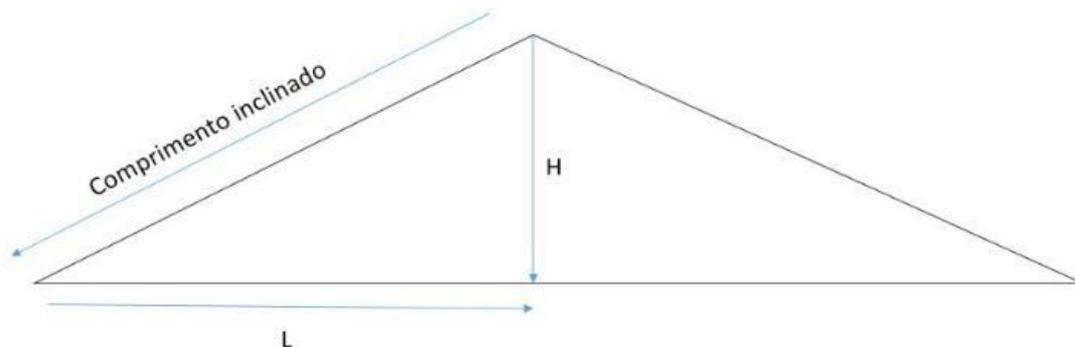
Onde:

CI = Comprimento Inclinado

$L^2$  = Largura do telhado

$H^2$  = Altura do telhado

Figura 19: elementos de dimensionamento do telhado



Fonte: O Autor (2023).

A. COMPRIMENTO INCLINADO DO TELHADO DO BLOCO A

$$CI = \sqrt{L^2 + H^2}$$

$$CI = \sqrt{9,25^2 + 4.83^2}$$

$$CI = 10,44 \text{ MT}$$

B. COMPRIMENTO INCLINADO TELHADO DO BLOCO D

$$CI = \sqrt{L^2 + H^2}$$

$$CI = \sqrt{9.25^2 + 4.83^2}$$

$$CI = 10,44 \text{ MT}$$

C. COMPRIMENTO INCLINADO TELHADO EXTRA

$$CI = \sqrt{L^2 + H^2}$$

$$CI = \sqrt{6.00^2 + 5.28^2}$$

$$CI = 6,65 \text{ MT}$$

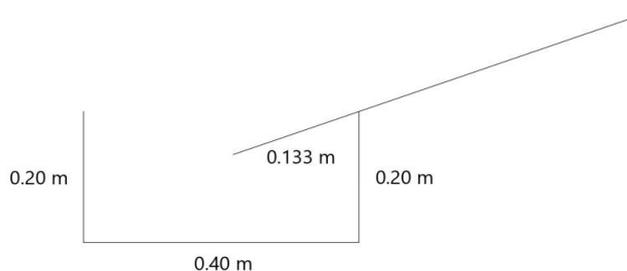
### Calha para cobertura extra + parte do telhado do Bloco A

Comprimento total = EXTRA + BLOCO A

Comprimento total = 6,65 + 10,44 = 17,09m

Conforme Tabela 2, largura da calha= 0,40m

Figura 20: elementos de dimensionamento de calha Bloco A + Cobertura extra



Fonte: O Autor (2023).

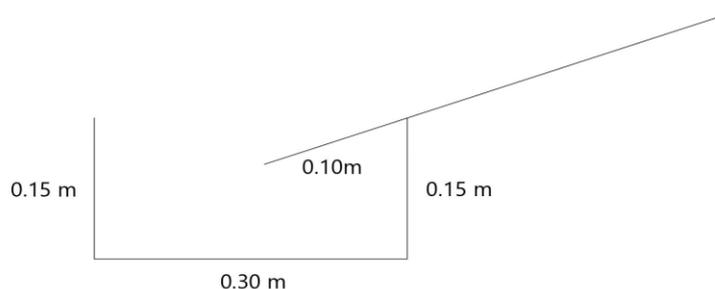
### Para cobertura parcial do telhado do Bloco A (onde não é sobreposto pela cobertura extra)

Comprimento total = BLOCO A

Comprimento total = 10,44 m

Conforme Tabela 2, largura da calha= 0,30m

Figura 21: elementos de dimensionamento de calha Bloco A sem sobreposição



Fonte: O Autor (2023).

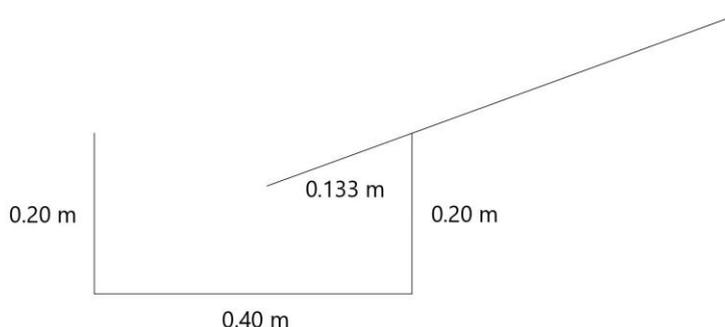
### Calha para cobertura extra + parte do telhado do Bloco D

Comprimento total = EXTRA + BLOCO D

Comprimento total = 6,65 + 10,44 = 17,09m

Conforme Tabela 2, largura da calha = 0,40m

Figura 22: elementos de dimensionamento de calha Bloco D + Cobertura extra



Fonte: O Autor (2023).

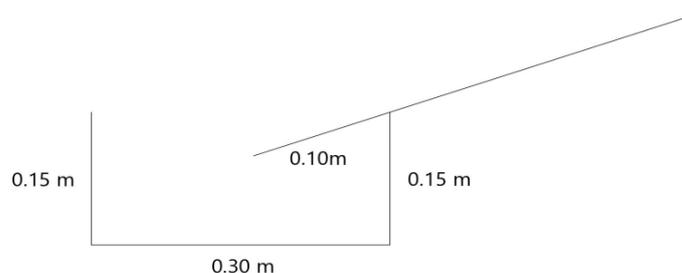
### Para cobertura parcial do telhado do Bloco D (onde não é sobreposto pela cobertura extra)

Comprimento total = BLOCO D

Comprimento total = 10,44m

Conforme Tabela 2, largura da calha = 0,30m

Figura 23: elementos de dimensionamento de calha Bloco D sem sobreposição



Fonte: O Autor (2023).



#### 4.2 DIMENSIONAMENTO DOS TUBOS DE QUEDA

Para os cálculos dos tubos de queda, é utilizado o comprimento inclinado do telhado multiplicado pelo comprimento longitudinal do telhado, apurando-se a área total. Para tal dimensionamento, utiliza-se a Tabela 3.

Comprimento Longitudinal Bloco A= 35,15m  
Comprimento Longitudinal Bloco D= 44,30m  
Comprimento Longitudinal Cobertura Extra= 20,30m

##### **Tubos de queda para cobertura extra + parte do telhado do Bloco A**

A total = EXTRA + BLOCO A x COMPRIMENTO LONGITUDINAL PARCIAL

$$A \text{ total} = (6,65 + 10,44) \times 20,30 = 346,93\text{m}^2$$

4 tubos de queda de 100mm cada, conforme tabela 3.

**Tubos de queda para cobertura do telhado do Bloco A** (onde não é sobreposto pela cobertura extra)

**A total = BLOCO A x COMPRIMENTO LONGITUDINAL PARCIAL**

$$A \text{ total} = 10,44 \times 14,85 = 155,04\text{m}^2$$

2 tubos de queda de 100mm cada, conforme tabela 3.

##### **Tubos de queda para cobertura extra + parte do telhado do Bloco D**

A total = EXTRA + BLOCO D x COMPRIMENTO LONGITUDINAL PARCIAL

$$A \text{ total} = (6,65 + 10,44) \times 20,30 = 346,93\text{m}^2$$

4 tubos de queda de 100mm cada, conforme tabela 3.

**Tubos de queda para cobertura do telhado do Bloco D** (onde não é sobreposto pela cobertura extra)

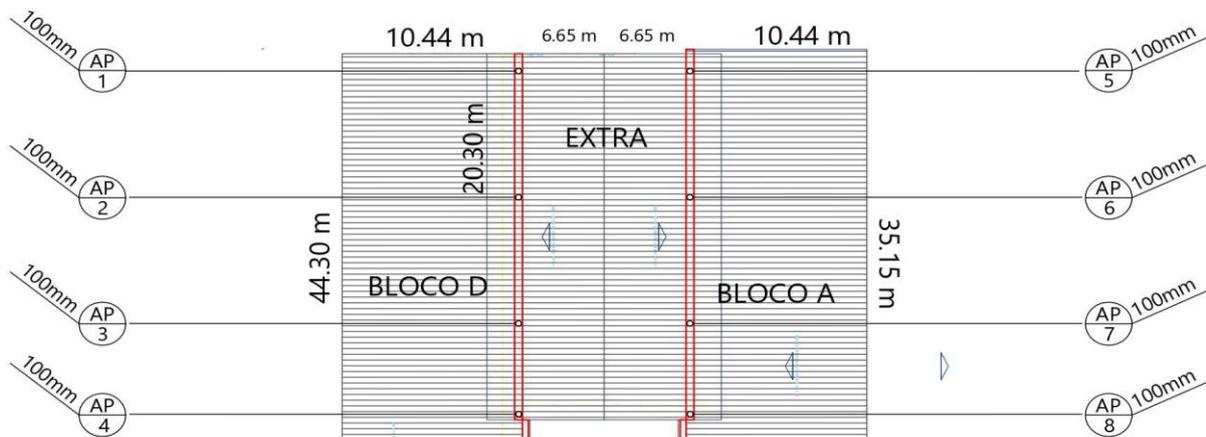
**A total = BLOCO D x COMPRIMENTO LONGITUDINAL PARCIAL**

$$A \text{ total} = 10,44 \times 24 = 250,56\text{m}^2$$

3 tubos de queda de 100mm cada, conforme tabela 3.

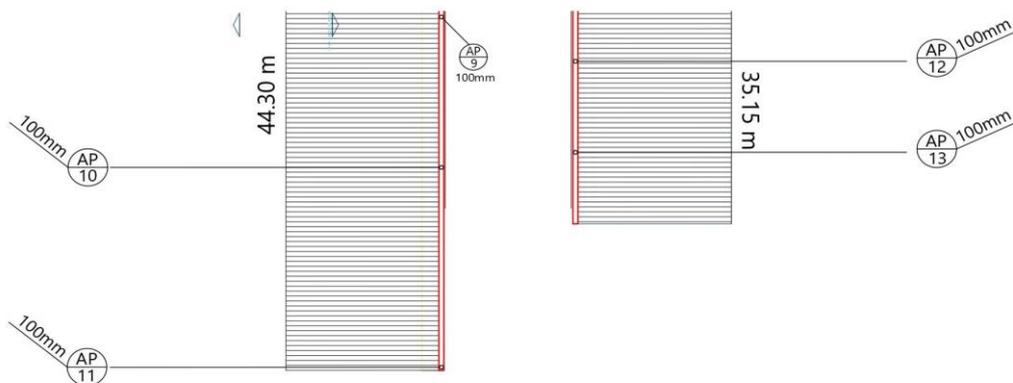
Conforme o resultado dos cálculos acima, temos o modelo de projeto em planta baixa com o dimensionamento total da quantidade dos tubos de queda necessárias para o projeto nas Figuras abaixo:

Figura 24: Dimensionamento dos tubos de queda em palnta.



Fonte: O Autor (2023).

Figura 25: Planta de cobertura com dimensionamento dos tubos de queda.



Fonte: O Autor (2023).



#### 4.3 DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA

Segundo Melo e Azevedo neto (2017), é a rede horizontal que fica no terreno ou presa ao subsolo e que recebe as águas de chuvas diretamente dos tubos de queda ou também na superfície do terreno.

A rede coletora é dimensionada de acordo com a metragem quadrada total da cobertura no qual está sendo realizado o sistema de coleta, e a declividade do terreno levando em consideração a precipitação máxima da chuva dos últimos dez anos na região de Guaíra que é de 88.44mm/h.

Para os cálculos utiliza-se a medida quadrada total das coberturas e estipula-se sua declividade conforme a Tabela 3, é utilizado o comprimento inclinado do telhado multiplicada pelo comprimento longitudinal do telhado.

Comprimento Longitudinal Bloco A= 35,15m  
Comprimento Longitudinal Bloco D= 44,30m  
Comprimento Longitudinal Cobertura Extra= 20,30m

##### **Rede coletora para cobertura extra + parte do telhado do Bloco A**

A total = EXTRA + BLOCO A x COMPRIMENTO LONGITUDINAL PARCIAL

$$A \text{ total} = (6.65 + 10,44) \times 20.30 = 346,93\text{m}^2$$

Tubo de 150mm, usando 1% de declividade até a rede coletora considerando (- 0.10m) abaixo do nível 0 (solo), então temos 0.203m de declividade até a rede coletora. Conforme tabela 4.

**Rede coletora para cobertura do telhado do Bloco A** (onde não é sobreposto pela cobertura extra)

**A total = BLOCO A x COMPRIMENTO LONGITUDINAL PARCIAL**

$$A \text{ total} = 10,44 \times 14,85 = 155,04\text{m}^2$$

Tubo de 150mm pela facilidade construtiva, onde um tubo de 125mm existe mais dificuldade para se comercializar, usando 0.5% de declividade até a rede coletora considerando (0.00m) de nível 0 (solo), então temos 0.075m de declividade até a rede coletora. Conforme tabela 4.

##### **Rede coletora para cobertura extra + parte do telhado do Bloco D**

A total = EXTRA + BLOCO D x COMPRIMENTO LONGITUDINAL PARCIAL

$$A \text{ total} = (6.65 + 10,44) \times 20.30 = 346,93\text{m}^2$$

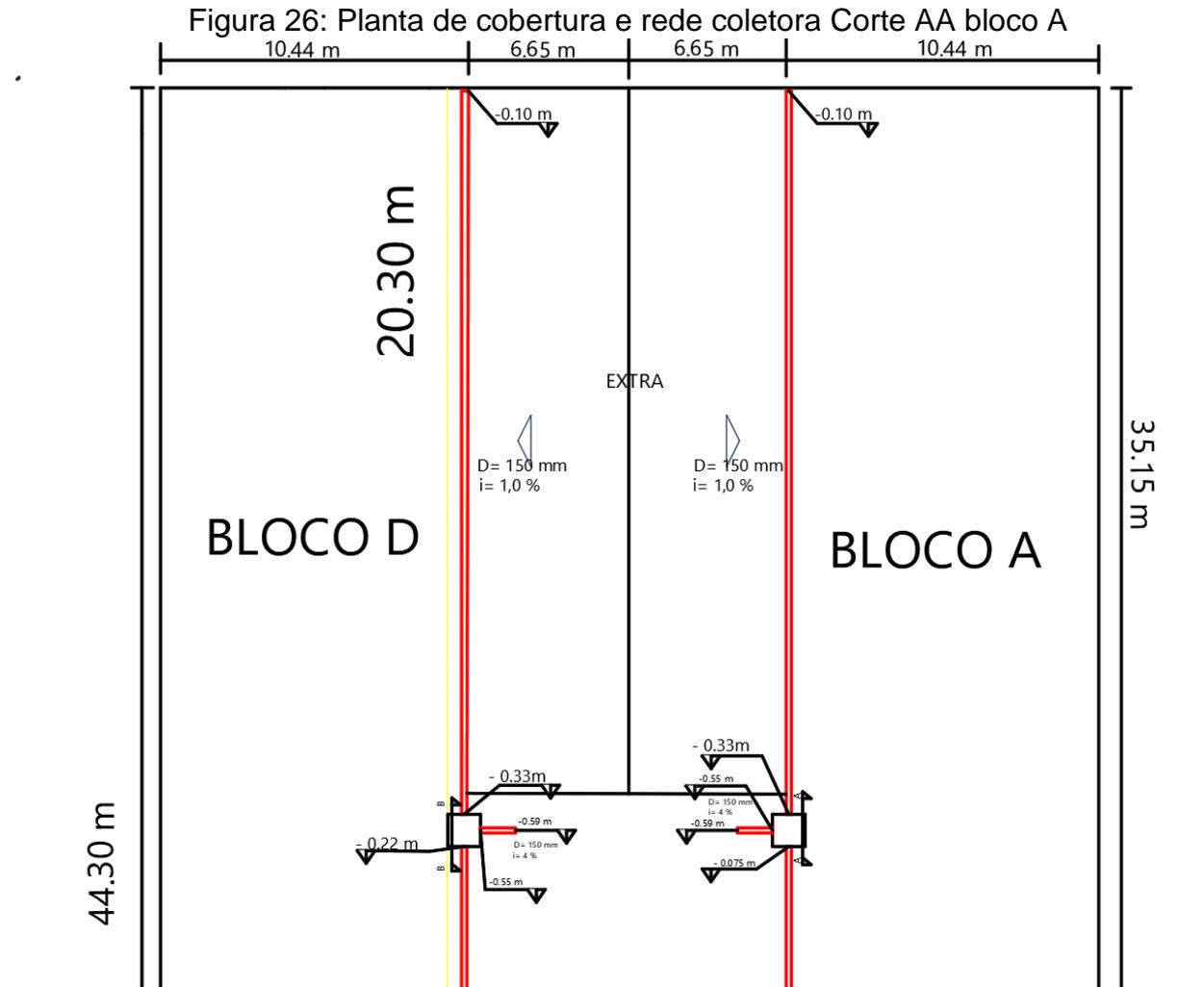
Tubo de 150mm, com 1% de declividade até a rede coletora considerando (- 0.10m) abaixo do nível 0 (solo), então temos - 0.203m de declividade até a rede coletora. Conforme tabela 4.

**Rede coletora para cobertura do telhado do Bloco D** (onde não é sobreposto pela cobertura extra)

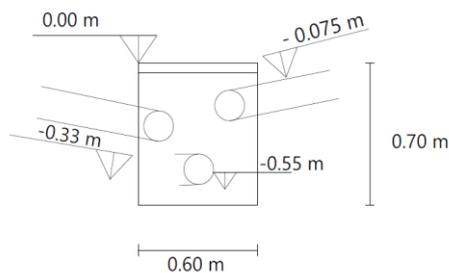
**A total = BLOCO D x COMPRIMENTO LONGITUDINAL PARCIAL**

$$A \text{ total} = 10,44 \times 24 = 250,56\text{m}^2$$

Tubo de 150mm, usando 0.5% de declividade até a rede coletora considerando (- 0.10m) abaixo do nível 0 (solo), então temos 0.12m de declividade até a rede coletora, conforme a planta abaixo:

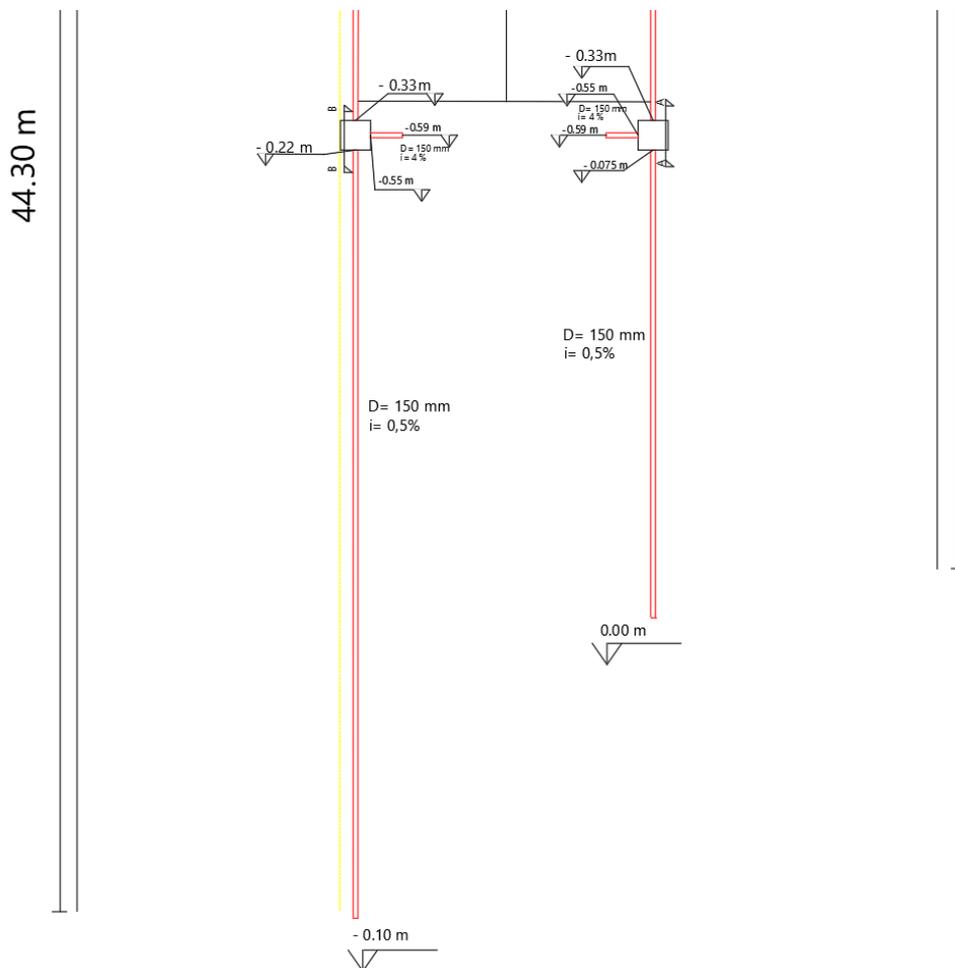


Corte AA

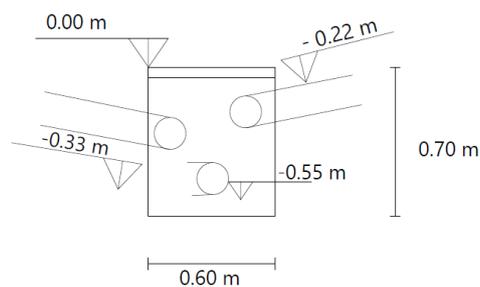


Fonte: O Autor (2023).

Figura 27: Planta de cobertura e rede coletora Corte AA bloco D



Corte BB



Fonte: O Autor (2023).

#### 4.4 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

De acordo com o método de Azevedo neto, temos a seguinte equação abaixo para calcular o volume do reservatório em litros.

$$V_{an} = 0,0042 \times P_a \times A \times T \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

- $V_{an}$  = Volume do reservatório (Litros).  
 $P_a$  = Precipitação pluviométrica anual média (mm/ano = litros/m<sup>2</sup> por ano).  
 $A$  = Área da captação (m<sup>2</sup>).  
 $T$  = Número de meses de pouca chuva ou seca (Adimensional).

Conforme o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (2023), órgão ligado ao Ministério da Agricultura e Pecuária, o dado anual de precipitação de chuvas na região foi de 2094.40 mm/anuais conforme a tabela 7 abaixo:

Tabela 7 - Precipitação máxima de chuva em mm/h

DATA DA MEDIÇÃO	PRECIPITAÇÃO TOTAL, MENSAL (mm)
31/01/2022	227,2
28/02/2022	162,6
31/03/2022	206,8
30/04/2022	257,4
31/05/2022	146,6
30/06/2022	130
31/07/2022	7
31/08/2022	160,4
30/09/2022	258
31/10/2022	430
30/11/2022	71,8
31/12/2022	39,6

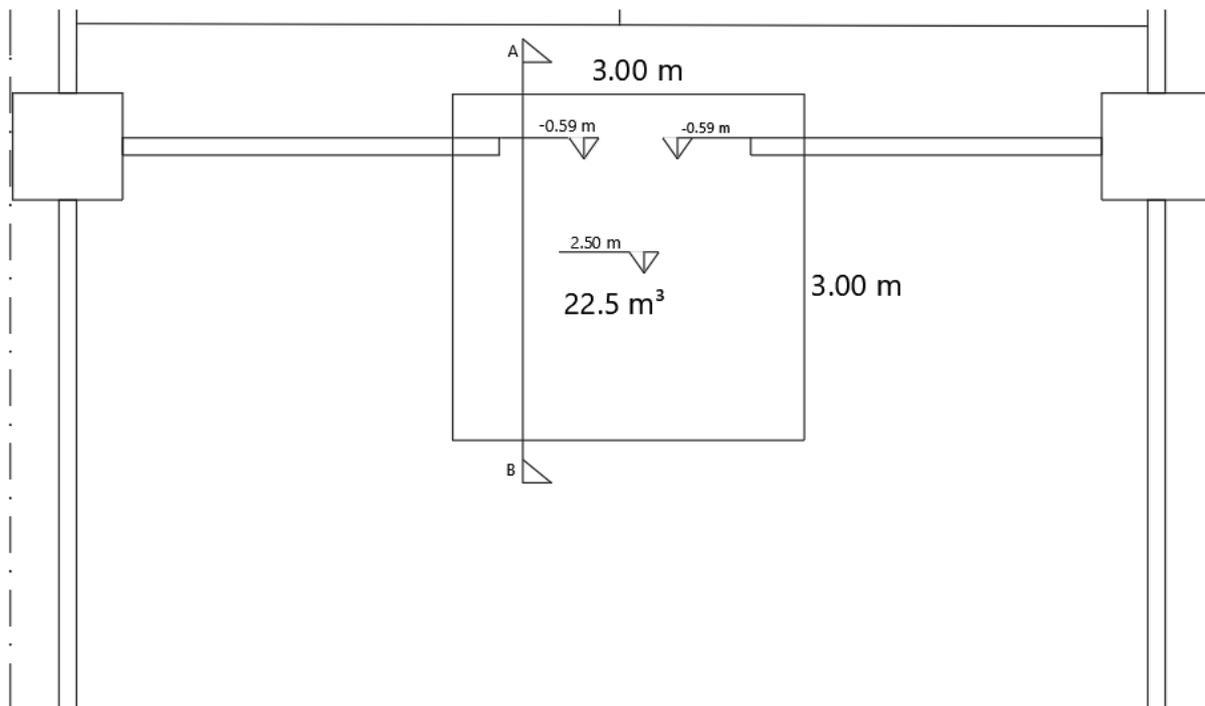
Fonte: INMET.gov (2023).

Sendo assim, para o cálculo do volume do reservatório usando o método Azevedo neto incluímos os dados na fórmula para obter-se a quantidade em Litros necessária para esse reservatório conforme a equação abaixo.

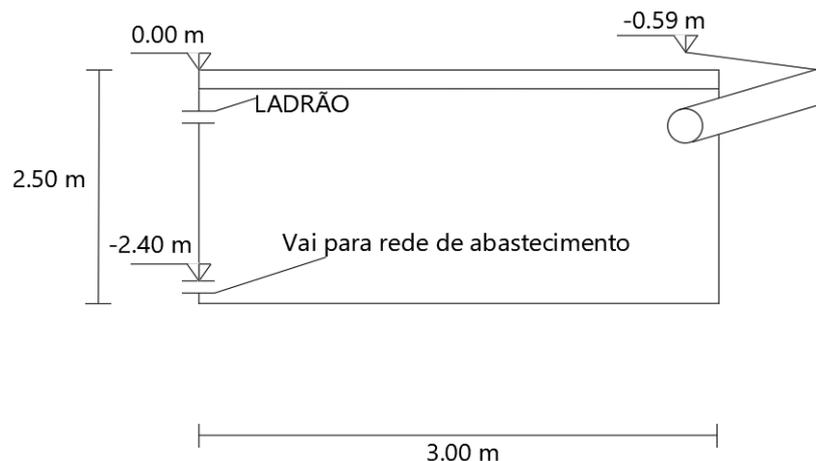
$$\begin{aligned} V_{an} &= 0,0042 \times P_a \times A \times T \\ V_{an} &= 0,0042 \times (2097.40 \text{ mm/ano}) \times 1.099,45 \text{ m}^2 \times 2 \\ V_{an} &= 19.470,28 \text{ Litros} \end{aligned}$$

Conforme os dados calculados para dimensionamento do volume do reservatório pelo método de Azevedo neto, temos que o volume necessário para armazenamento da água da chuva de aproximadamente 20 m<sup>3</sup>. Com isso, foi dimensionado um projeto de reservatório com capacidade para 22.5 m<sup>3</sup> de água para armazenamento, com as dimensões de 3.00 largura x 3.00 comprimento x 2.50 profundidade conforme a Figura 27 abaixo:

Figura 27: Planta do reservatório e corte



### CORTE AB



Fonte: O Autor (2023).

#### 4.5 DIMENSIONAMENTO DE QUANTITATIVO DE MATERIAIS

Considerando as coberturas do bloco A e D, juntamente com a extra, para que o sistema de captação possa ser desenvolvido tem-se uma metragem de materiais aproximada para a execução desse projeto, conforme a Tabela 8 Abaixo:

Tabela 8 – Quantitativo aproximado em metros para a execução do projeto.

Material (Aproximadamente)	
Conexões	12 unidades
Rede coletora	2 unidades
Tubos 100mm	79.2m
Tubos 150mm	83.5m
Calhas	55.89 m <sup>2</sup>

Fonte: O Autor

## 5. Conclusão

Com base nas análises técnicas realizadas neste trabalho, podemos concluir que a coleta de água pluvial se apresenta como uma alternativa viável e sustentável para suprir a demanda de água em determinados contextos. Ao considerar aspectos como disponibilidade de recursos, legislação e qualidade da água coletada, podemos afirmar que a coleta de água pluvial é uma prática que pode contribuir significativamente para a conservação dos recursos hídricos, reduzindo a dependência de água potável e promovendo o uso eficiente dos recursos naturais. Os resultados obtidos durante a pesquisa demonstraram que, por meio da implementação de sistemas adequados de coleta, armazenamento e tratamento da água pluvial, é possível obter volumes expressivos de água não potável, que podem ser utilizados em atividades como irrigação de jardins, descargas sanitárias e lavagem de pisos. Além disso, a viabilidade sustentável da coleta de água pluvial também foi evidenciada, uma vez que se torna fundamental o uso adequado do consumo de água pluvial para fins potáveis ou não potáveis, especialmente em áreas onde a tarifa da água é elevada. Entretanto, é importante ressaltar que a viabilidade da coleta de água pluvial varia de acordo com as características específicas de cada região, como o regime de chuvas, a disponibilidade de recursos para a implementação dos sistemas de coleta e a demanda por água não potável. Portanto, é fundamental realizar estudos de viabilidade prévios, considerando as particularidades locais, a fim de garantir o sucesso da implementação e otimizar os resultados obtidos. Em suma, a coleta de água pluvial se mostra como uma estratégia promissora para o uso eficiente e sustentável dos recursos hídricos. Sua implementação requer uma abordagem multidisciplinar, considerando aspectos técnicos, legais e econômicos, além de um planejamento cuidadoso para garantir a eficácia e a sustentabilidade dos sistemas de coleta.



## 6. Referências

AQUALAR - **Water Solutions**. Disponível em: <<https://mail.aqualar.com.br/empresa.php>>. Acesso em: 21 nov. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10844:21989**.

Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15527:2019**.

Aproveitamento de Água Da Chuva de Coberturas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2019.

AUTODESK®. **AutoCad®**. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

**Dados Meteorológicos** - Pesquisa com resposta via e-mail. Brasília, 2023.

CAMPOS, Mônica Maria. AZEVEDO, Flávio Rocha. Aproveitamento de águas pluviais

Para Consumo Humano Direto. **Jornal Eletrônico Faculdades Integradas Vianna**

**Júnior**, v. 5, n. 1, p. 20–20, 2013. Disponível em:

<<https://www.jornaleletronicofivj.com.br/jefvj/article/view/501/477> >: Acesso em 3 jun. 2023.

CAMPOS; Gabriela Mazureki, et al; Projeto Piloto de Captação e Utilização de Águas Pluviais. Publ. UEPG Ci. **Exatas Terra**, Ci. Agr. Eng., Ponta Grossa, 14 (3): 229-240, dez. 2008. Ponta Grossa, 2008 Disponível em:>

[https://ri.uepg.br/riuepg/bitstream/handle/123456789/533/ARTIGO\\_ProjetoPilotoCapta%  
%a7%c3%a3o.pdf?sequence=1](https://ri.uepg.br/riuepg/bitstream/handle/123456789/533/ARTIGO_ProjetoPilotoCapta%c3%a7%c3%a3o.pdf?sequence=1) >: Acesso em 15 mai. 2023.

CARVALHO, Sebastião Tomas; et al; **Aproveitamento de Águas Pluviais e Águas Cinzas no Ambiente Doméstico**- VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental - Porto Alegre, 2015. Disponível em >: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/IX-007.pdf> >: Acesso em 12 jun. 2023.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP.

**Tratamento de água**. São Paulo, 2023. Disponível em:

[https://www.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=47#:~:text=Decanta%  
7%C3%A3o%20%E2%80%93%20Neste%20processo%2C%20%20%C3%A1gua](https://www.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=47#:~:text=Decanta%C3%A7%C3%A3o%20%E2%80%93%20Neste%20processo%2C%20%20%C3%A1gua).

Acesso em 2 Jun. 2023.

DEAÇO. **Principais vantagens da Calha Galvanizada**. Disponível em:

<<https://deaco.com.br/principais-vantagens-da-calha-galvanizada/>>.

DECANTAÇÃO. **Decantação Definição, Processo, Usos, Exemplos e Diferença –**

**Decantação**. Disponível em: <<https://decantacao.com/o-que-e-decantacao/>>. Acesso em: 17 nov. 2023.



FILTRANDO.BLOG. **Ultrafiltração da água: o que é e para que server no tratamento de água.** Disponível em: <<https://blog.filtrando.com.br/ultrafiltracao-da-agua-o-que-e-e-para-que-serve-no-tratamento-da-agua/>>. Acesso em: 18 nov. 2023.

GHISI, Enedir; RUPP, Ricardo Forgiarini; MUNARIM, Ulisses; Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 47-64, out./dez. 2011. Porto Alegre - RS, 2011. Disponível em:> <https://www.scielo.br/j/ac/a/zFtwYstjzKZHDWCjPyQPDMF/?format=pdf&lang=pt> >: Acesso em 23 mai. 2023.

GOLDENFUM, Joel Avruch; Reaproveitamento de águas pluviais. **Revista- UFRGS**. Porto Alegre, 2015. Disponível em:> [https://www.researchgate.net/profile/Joel-Goldenfum/publication/267196924\\_REAPROVEITAMENTO\\_DE\\_AGUAS\\_PLUVIAIS/links/559131fb08ae47a3490f0cae/REAPROVEITAMENTO-DE-AGUAS-PLUVIAIS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Joel-Goldenfum/publication/267196924_REAPROVEITAMENTO_DE_AGUAS_PLUVIAIS/links/559131fb08ae47a3490f0cae/REAPROVEITAMENTO-DE-AGUAS-PLUVIAIS.pdf) >: Acesso em 18 mai. 2023

GUIMARÃES, Dalisson Alves; **Viabilidade Econômica Para Implantação de Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial em Residência Unifamiliar.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Civil, da Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia-MG (julho 2018); Disponível em>: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/22109/4/ViabilidadeEcon%C3%B4micaPara.pdf> >: Acesso em 15 jun 2023.

**Instituto Nacional de Meteorologia - INMET.** Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/>>. Acessado em: 15 set 2023.

KERNE, S. D. **CÁLCULO DE VOLUME PARA RESERVATÓRIOS.** Disponível em: <<https://projetistaplano.com/CALCULO-DO-VOLUME-PARA-RESERVATORIOS/>>. Acesso em 25 nov. 2023.

LEROY MERLIN, Cia Brasileira de Bricolagem, Rua Pascoal Pais, nº 525, 5º andar - Vila Cordeiro, CEP 04581-060, São Paulo/SP, 2023. Disponível em: <https://www.leroymerlin.com.br/> > Acesso em 25 nov. 2023.

MANERA, Vicente; CLAUDIA; 2015. São Paulo “Atacama” – **Aproveitamento de Água da Chuva e Reuso de Água Já.** Cotia, 2015. Disponível em: <<https://vicentemanera.com/2015/02/01/sao-paulo-atacama-aproveitamento-de-agua-da-chuva-e-reuso-de-agua-ja/>>. Acesso em: 4 jun. 2023.

MARINOSKI, Ana Kelly; GHISI, Enedir; Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC. **Ambiente Construído**, v. 8, n. 2, p. 67–84, 11 ago. 2008. Disponível em:> <https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/5355/3283> >: Acesso em 20 mai. 2023



MARQUES, Célia Medeiros; ATHAYDE JÚNIOR, Gilson Barbosa; LUNA, Ysa Helena Diniz Morais de. Proposição de sistema de aproveitamento de água de chuva para uma instituição de ensino na Região Nordeste do Brasil: estudo da viabilidade econômica. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica**, p. 259-271, 2014. Disponível em: <<https://revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/view/46820>>: Acesso em 13 Jun. 2023.

MAY; Simone, **Caracterização, Tratamento e Reúso de Águas Cinzas e Aproveitamento de Águas Pluviais em Edificações**. Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009. Disponível em: <[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-17082009-082126/publico/SIMONE\\_MAYOK.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-17082009-082126/publico/SIMONE_MAYOK.pdf)>. Acesso em 25 mai. 2023.

MELO, Vanderley de Oliveira; AZEVEDO NETTO, José M. **Instalações prediais Hidráulico-sanitárias**. Blucher. São Paulo, 2017.

MORUZZI, Rodrigo Braga; NAKADA, Liane Yuri Kondo. Vista do Coleta e Tratamento de Água Pluvial Para Fins Não Potáveis Com Emprego De Amido de Milho Como Coagulante Primário em Filtração Cíclica em Escala de Laboratório. **Revista de Estudos Ambientais - REA**. v.11, n. 1, p. 51-60, jan./jun. 2009. Rio Claro - SP, 2009. Disponível em:<<https://bu.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/1391/1117>>. Acesso em: 6 jun. 2023.

MURÇA, Mayara Condé Rocha; JÚLIO, Marcelo; MORUZZI, Rodrigo Braga; Metodologia de Otimização para o Dimensionamento de Reservatórios de Águas Pluviais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH**. Vol. 19 n.2 –Abr/Jun 2014, 29-40. São Paulo, 2014. Disponível em:> [https://www.researchgate.net/profile/Rodrigo-Moruzzi/publication/305306600\\_Metodologia\\_de\\_Otimizacao\\_para\\_o\\_Dimensionamento\\_de\\_Reservatorios\\_de\\_Aguas\\_Pluviais/links/57904fdd08ae4e917cff3dea/Metodologia-de-Otimizacao-para-o-Dimensionamento-de-Reservatorios-de-Aguas-Pluviais.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rodrigo-Moruzzi/publication/305306600_Metodologia_de_Otimizacao_para_o_Dimensionamento_de_Reservatorios_de_Aguas_Pluviais/links/57904fdd08ae4e917cff3dea/Metodologia-de-Otimizacao-para-o-Dimensionamento-de-Reservatorios-de-Aguas-Pluviais.pdf)>: Acesso em 15 mai. 2023

NOVAKOSKI, Carolina K; C. et al. **Comparação Dos Métodos de Dimensionamento do Reservatório de Águas Pluviais**. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos 2017. Florianópolis, 2017. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/173902/001060177.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 1 jun. 2023.

PEREIRA, Daniel Jose De Andrade; AMORIM, Silmar Vieira. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 53-66, abr./jun. 2008. Porto Alegre, 2008 Disponível em:> <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/5359/3284> >. Acesso em 30 mai. 2023

SILVA, Carolina Eloi Oliveira; FREITAS; Diego Maradona Ataide. **Gestão e aproveitamento de águas pluviais na Universidade Federal de Lavras**. In



Universidades & Sustentabilidade práticas e indicadores. Universidade de São Paulo - USP. São Paulo, 2020. Disponível em: <[http://sga.webhostusp.sti.usp.br/wp-content/uploads/2021/03/Livro-SGA-2020-Universidades\\_sustentabilidade-praticas-indicadores.pdf#page=161](http://sga.webhostusp.sti.usp.br/wp-content/uploads/2021/03/Livro-SGA-2020-Universidades_sustentabilidade-praticas-indicadores.pdf#page=161)>. Acesso em: 4 jun. 2023.

SILVA, Karlos Marx De Souza; **Descrição das Tecnologias de Tratamentos de Água no Brasil e Suas Distribuições Por Regiões no País**. Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba Campus Cajazeiras. Cajazeiras, PB, 2020. Disponível

em: <<https://repositorio.ifpb.edu.br/jspui/bitstream/177683/1434/1/TCC%20-%20Karlos%20Marx%20de%20Sousa%20Silva.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2023.

SNATURAL. **Tratamentos para Efluente e Água**. Disponível em: <<https://www.snatural.com.br/>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

SOUZA; Flávia Simões, **Análise de Sistemas de Coleta e Armazenamento de Águas Pluviais Para Fins Não Potáveis**. Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Gestão Ambiental em Municípios - Polo UAB do Município de Cruzeiro do Oeste, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira.. Medianeira, 2014. Disponível em:

<[http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/22553/3/MD\\_GAMUNI\\_VI\\_2014\\_37.pdf](http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/22553/3/MD_GAMUNI_VI_2014_37.pdf)>. Acesso em: 6 jun. 2023.

VAZ; Igor Catão Martins. **Estudo da Utilização de Pavimentos Drenantes Com Fins de Captação de Água Pluvial Para Economia de Água Potável em Universidades Públicas**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/202844/Igor%20Vaz%20-%20TCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 1 jun. 2023.

WWW.AGENCIA.RED, A. R. :: D. DE S. E S. W. EM C. **Filtro de Carvão Ativado | Permutation**. Disponível em: <<https://www.permutation.com.br/pt-br/filtro-de-carvao-ativado>>. Acesso em: 21 nov. 2023.

WWW.EBROTHERS.COM.BR, E. **Hidro Solo**. Disponível em:

<<https://hidrosolo.com.br/pt/produto/irrigacao/filtros-de-tela-2>>. Acesso em: 19 nov. 2023.