

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS

CAMPUS GOIÂNIA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE SISTEMA  
DE COLETA DE ÁGUAS DA CHUVA**

**PEDRO BERNARDO SILVA**

GOIÂNIA - GO

2024



**INSTITUTO FEDERAL**  
Goiás

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS**

### **TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

#### **Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |                                                                      |                                                         |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Tese                                        | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação                                 | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação                  | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |                                                         |

Nome Completo do Autor: Pedro Bernardo Silva

Matrícula: 20211011050290

Título do Trabalho: Dimensionamento e análise de viabilidade econômica de sistema de coleta de águas da chuva

#### **Autorização - Marque uma das opções**

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.  
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.  
☐ Outra justificativa: \_\_\_\_\_

#### **DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia, 02/10/2024.

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

**PEDRO BERNARDO SILVA**

**DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE SISTEMA  
DE COLETA DE ÁGUAS DA CHUVA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Coordenação de  
Engenharia Civil, do Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás,  
Campus Goiânia, como parte dos  
requisitos necessários para obtenção do  
título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Dr. Dálcio Ricardo Botelho  
Alves

GOIÂNIA - GO

2024

S586d     Silva, Pedro Bernardo.  
              Dimensionamento e análise de viabilidade econômica e sistema de coleta de águas da chuva /  
              Pedro Bernardo Silva. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás,  
              Câmpus Goiânia, 2024.  
              53 f.:il.

              Orientador: Prof. Dr. Dálcio Ricardo Botelho Alves.

              TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Bacharelado em Engenharia Civil, Coordenação  
              de Engenharia Civil, Departamento de Áreas Acadêmicas III, Instituto Federal de Educação,  
              Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

              1. Águas pluviais. 2. Águas de chuva - aproveitamento. 3. Sistema de coleta de água. I.  
              Alves, Dálcio Ricardo Botelho (orientador). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e  
              Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia. III. Título.

CDD 628.3

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Alisson de Sousa Belthodo Santos CRB1/ 2.266  
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.



**INSTITUTO FEDERAL**  
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS  
CÂMPUS GOIÂNIA

Pedro Bernardo Silva.

**DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE  
SISTEMA DE COLETA DE ÁGUAS DA CHUVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Goiânia, como parte dos quesitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Membros da banca: Dr. Dalcio Ricardo Botelho Alves (orientador), Prof.<sup>a</sup> Me. Matilde Batista Melo, Prof.<sup>a</sup> Me. Liana de Lucca Jardim Borges.

Aprovado em 02 de Outubro de 2024.

Documento assinado eletronicamente por:

- Dalcio Ricardo Botelho Alves, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 03/10/2024 10:56:31.
- Liana de Lucca Jardim Borges, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 02/10/2024 23:05:19.
- Matilde Batista Melo, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC1 - GYN-CCBEC, em 02/10/2024 21:58:13.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 02/10/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 571474  
Código de Autenticação: 6a1349d080



---

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Rua 75, nº 46, Centro, GOIÂNIA / GO, CEP 74055-110  
(62) 3227-2736 (ramal: 2736)

## **DEDICATÓRIA**

Primeiramente à Deus que me capacitou para que pudesse chegar até aqui, a minha família que sempre me apoiou, e a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para essa formação.

## **RESUMO**

### **DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE SISTEMA DE COLETA DE ÁGUAS DA CHUVA**

**AUTOR: PEDRO BERNARDO SILVA**

**ORIENTADOR: Dr. DÁLCIO RICARDO BOTELHO ALVES**

Com o intuito de preservar os recursos hídricos, diversas fontes alternativas de água têm sido utilizadas para suprir a demanda das atividades humanas. A reutilização da água da chuva para fins não potáveis é uma medida que vem sendo bastante aceita, devido a simplicidade de aplicação do sistema de coleta e armazenamento. Tendo em vista a importância e interdisciplinaridade do dimensionamento e análise de viabilidade econômica para implantação do sistema de coleta de águas da chuva para fins não potáveis, a pesquisa adota uma abordagem que combina metodologias de análise técnica e econômica. A abordagem técnica é baseada na modelagem em 3D do sistema a partir do dimensionamento e determinação dos componentes hidráulicos que compõe o conjunto, bem como, a definição dos custos de implantação de cada estrutura que compõe o sistema, enquanto a análise econômica revela o tempo necessário para o retorno do investimento quando comparado com a economia no custo mensal de água. Desta forma, é possível verificar que o sistema quando implantado para fins de reaproveitamento de águas não potáveis tende a ser não viável do ponto de vista econômico. Ao fato que, o tempo de retorno do investimento necessário para implantação das estruturas que contemplam o sistema quando comparado a economia que o sistema gera é de cerca de 64 anos.

**Palavras-Chave:** Sistema, Dimensionamento e Análise Econômica.

## **ABSTRACT**

### **SIZING AND ECONOMIC FEASIBILITY ANALYSIS OF RAINWATER COLLECTION SYSTEM**

**AUTHOR: PEDRO BERNARDO SILVA**

**ADVISOR: Dr. DÁLCIO RICARDO BOTELHO ALVES**

In order to preserve water resources, several alternative sources of water have been used to meet the demands of human activities. The reuse of rainwater for non-potable purposes is a measure that has been widely accepted, due to the simplicity of application of the collection and storage system. Considering the importance and interdisciplinarity of sizing and economic feasibility analysis for implementing a rainwater collection system for non-potable purposes, the research adopts an approach that combines technical and economic analysis methodologies. The technical approach is based on 3D modeling of the system based on the sizing and determination of the hydraulic components that make up the set, as well as the definition of the implementation costs of each structure that makes up the system, while the economic analysis reveals the time required for the return on investment when compared to the savings in monthly water costs. In this way, it is possible to verify that the system, when implemented for the purpose of reusing non-potable water, in fact tends to be not viable from an economic point of view. The fact is that the return on investment required to implement the structures that comprise the system when compared to the savings that the system generates is around 64 years.

**Keywords:** System, Dimensioning and Economic Analysis.

## **LISTA DE TABELAS**

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabela 1 - Consumos potenciais por tipo de edificação.....</b>               | <b>14</b> |
| <b>Tabela 2 - Frequência de manutenção .....</b>                                | <b>16</b> |
| <b>Tabela 3 – Consumo para fins não potáveis, Goiânia-GO .....</b>              | <b>24</b> |
| <b>Tabela 4 - Dados Estação Pluviométrica.....</b>                              | <b>28</b> |
| <b>Tabela 5 – Coeficiente de Escoamento Superficial .....</b>                   | <b>30</b> |
| <b>Tabela 6 – Lista de materiais do sistema de coleta de água pluviais.....</b> | <b>35</b> |
| <b>Tabela 7 – Orçamento Insumos Sistema de Coleta de águas pluviais .....</b>   | <b>37</b> |
| <b>Tabela 8 – Tarifas/Consumo Saneago 05/2024.....</b>                          | <b>39</b> |
| <b>Tabela 9 – Antes/Depois da Implantação do Sistema .....</b>                  | <b>40</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Sistema de captação de água de chuva .....                                         | 17 |
| Figura 2 – Calha e condutor vertical.....                                                     | 18 |
| Figura 3 – Filtro auto-limpante para água de chuva.....                                       | 19 |
| Figura 4 – First Flush .....                                                                  | 20 |
| Figura 5 – Sistema de bombeamento de água da chuva .....                                      | 21 |
| Figura 6 - Reservatório de armazenamento .....                                                | 22 |
| Figura 7 - Projeção de telhado de residência unifamiliar fictícia .....                       | 26 |
| Figura 8 - Localização da Estação Pluviométrica nº 83423 .....                                | 29 |
| Figura 9 – Planta Baixa do sistema de coleta de águas pluviais .....                          | 32 |
| Figura 10 – Vista superior do Arranjo Hidráulico do sistema de coleta de águas pluviais ..... | 33 |
| Figura 11 – Perspectiva 1 do sistema de coleta de águas pluviais .....                        | 33 |
| Figura 12 – Perspectiva 2 do sistema de coleta de águas pluviais .....                        | 34 |

## SUMÁRIO

|                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                                        | <b>11</b> |
| <b>1.1. OBJETIVOS.....</b>                                       | <b>12</b> |
| 1.1.1. Objetivo Geral.....                                       | 12        |
| 1.1.2. Objetivo Específico.....                                  | 12        |
| <b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>                             | <b>13</b> |
| <b>2.1. IMPORTÂNCIA E USO DA ÁGUA.....</b>                       | <b>13</b> |
| <b>2.2. SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL.....</b>       | <b>15</b> |
| <b>2.3. DEFINIÇÃO DAS UNIDADES QUE COMPÕE O SISTEMA .....</b>    | <b>17</b> |
| 2.3.1. Calhas e condutores verticais.....                        | 17        |
| 2.3.2. Equipamentos para remoção de impurezas.....               | 19        |
| 2.3.3. Dispositivo de descarte de escoamento inicial.....        | 19        |
| 2.3.4. Sistema de bombeamento.....                               | 20        |
| 2.3.5. Reservatórios .....                                       | 21        |
| <b>2.4. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA .....</b>               | <b>22</b> |
| <b>2.5. PERFIL DE CONSUMO RESIDENCIAL .....</b>                  | <b>22</b> |
| <b>3. METODOLOGIA.....</b>                                       | <b>25</b> |
| <b>3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>               | <b>26</b> |
| <b>3.2. MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO .....</b>      | <b>27</b> |
| <b>3.3. PRECIPITAÇÃO NA CIDADE DE GOIÂNIA.....</b>               | <b>27</b> |
| <b>3.4. COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL.....</b>           | <b>29</b> |
| <b>4. RESULTADOS .....</b>                                       | <b>31</b> |
| <b>4.1. PROJETO .....</b>                                        | <b>31</b> |
| <b>4.2. ORÇAMENTO .....</b>                                      | <b>36</b> |
| <b>4.3. TARIFAS DE ÁGUA.....</b>                                 | <b>38</b> |
| 4.3.1. Estrutura Tarifária.....                                  | 38        |
| 4.3.1. Consumo de água estimado.....                             | 39        |
| <b>4.4. VOLUME DE RESERVAÇÃO .....</b>                           | <b>40</b> |
| <b>4.5. REDUÇÃO DO CONSUMO COM IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA.....</b>   | <b>40</b> |
| <b>4.6. VIABILIDADE ECONÔMICA.....</b>                           | <b>40</b> |
| <b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                              | <b>42</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIAS .....</b>                                       | <b>43</b> |
| <b>APÊNCICE A – DIMENSIONAMENTO DAS CALHAS E CONDUTORES.....</b> | <b>47</b> |
| <b>APÊNCICE B – COTAÇÕES.....</b>                                | <b>49</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

A grande disponibilidade hídrica em certas regiões do Brasil faz com que a população se acomode na utilização demasiada desse bem, não atentando as possibilidades de reaproveitamento desse recurso.

Os períodos de intensas chuvas no Brasil permitem o aproveitamento de água precipitada por meio de sistemas simples de reservação. Esse procedimento se torna uma alternativa aliada à inerente preocupação com os recursos ambientais cada vez mais escassos mundialmente, além da contribuição para a economia no valor da fatura de água e esgoto mensal.

O armazenamento de água da chuva em reservatórios vem se tornando cada vez mais utilizado nos meios urbanos por diversos tipos de usuários - residencial, comercial e industrial, o método traz por si só, diversos benefícios a partir de procedimentos simples de concepção, execução e utilização desse sistema. A utilização de águas pluviais permite economizar água tratada, ao fato que, parte da água utilizada nas necessidades diárias da população é normalmente destinada ao uso doméstico não potável, como lavar casas, carros, calçadas, entre outros.

A demanda de água para fins não potáveis em ambientes residenciais pode ser reduzida ou até mesmo suprida a partir do uso do sistema de aproveitamento de água da chuva, onde água é coletada e armazenada de forma adequada, tornando-a uma fonte viável e sustentável para atender às necessidades de uso não potável. Ao adotar essa prática, é possível reduzir a dependência da água tratada para fins menos exigentes, contribuindo para a preservação dos recursos hídricos e a promoção de uma abordagem mais consciente.

Existe ainda uma preocupação com os requisitos mínimos dos sistemas de coletas de águas da chuva por parte das normas vigentes, preocupação essa, refletida por meio da norma ABNT NBR 15527 - Aproveitamento de Água de Chuva de Coberturas para Fins Não Potáveis. No ano de 2019, a referida normativa sofreu uma atualização a sua edição original de 2017, trazendo uma abordagem mais simples do dimensionamento do volume de reservação além da inclusão da recomendação da análise de viabilidade técnica-econômica.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo Geral**

O objetivo deste trabalho é apresentar o dimensionamento hidráulico e detalhamento por meio de modelagem 3D das unidades que compõe o sistema de coleta e reaproveitamento de água da chuva.

Além disso, verificar do ponto de vista econômico, o custo de implantação aplicado em função do tempo (em anos), de forma a demonstrar o tempo de retorno do investimento quando comparado com a economia mensal que o sistema gera.

### **1.1.2. Objetivo Específico**

- Apresentar o dimensionamento e projeto de um reservatório de coleta de água pluvial para uma residência unifamiliar fictícia com 4 habitantes a partir das condições indicadas pela norma ABNT NBR 15527/2019 – Aproveitamento de água de chuva de cobertura para fins não potáveis – Requisitos.
- Análise da economia de água da chuva após implementação do sistema de coleta e reaproveitamento de águas da chuva.
- Análise do custo de implantação dos componentes necessários do sistema.
- Análise do tempo necessário para retorno do investimento (em anos) para implantação do sistema.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. IMPORTÂNCIA E USO DA ÁGUA**

O processo de urbanização, desde seus primórdios no século anterior, tem sido caracterizado por sua agilidade e intensidade (Déak, Ramos, 2004).

A sustentabilidade em escala global representa um dos principais desafios a serem abordados no século XXI. As cidades constituem um palco onde as dimensões sociais, econômicas e ambientais convergem com maior intensidade (Araújo, 2006). Diante desses desafios, as concepções acerca das cidades têm sido objeto crescente de estudo na academia, destacando-se especialmente dois conceitos proeminentes: cidades inteligentes e cidades sustentáveis (Novelino, 2014).

A LEI MUNICIPAL 10.651/2021 aprovada em Goiânia, institui um programa de aproveitamento de águas provenientes de lavatórios, banheiros, chuvas e concede incentivo fiscal de taxas administrativas aos proprietários de imóveis que possuem o sistema de aproveitamento de águas. Apesar de aprovada até a Lei Municipal ainda encontra dificuldades de aplicação. Contudo, é visto como interesse do poder público em tornar as cidades cada vez mais sustentáveis, a partir de medidas de redução do consumo de água potável vem se tornando cada mais comum.

A prática de evitar a utilização de água potável onde não seja necessário e encorajar a população a conservação de água, faz com que a legislação atue a favor da preservação desse recurso.

A tentativa de conciliar a preservação da natureza com sua utilização é considerada desafios vitais para a sustentabilidade no contexto atual. Existem diversos critérios e conceitos disponíveis para converter o desafio ambiental em uma oportunidade, evitando que se torne um fator gerador de insustentabilidade nas áreas urbanas. Para atingir os ideais de sustentabilidade urbana, é essencial conciliar os interesses sociais e ambientais de maneira conjunta (Araújo, 2006).

Segundo Wolkmer, 2010.

A água é um patrimônio natural estratégico. Mais do que um recurso imprescindível à produção de bens indispensáveis ao desenvolvimento econômico e social, é um elemento vital para a conservação dos ecossistemas e da vida de todos os seres em nosso planeta. Sem água a Vida não existe.

Embora o Brasil seja abençoado com vastos recursos hídricos, ele enfrenta desafios relacionados à escassez de água, os quais podem ser atribuídos, principalmente, a dois fatores-chave: a disparidade na distribuição geográfica e a degradação ambiental dos recursos hídricos (Gomes, *et al*, 2010).

De acordo com o relatório emitido em maio de 2022, pelo SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS,2023) - o consumo médio individual de água tratada no Brasil para a maioria das regiões do país no ano de 2020 é da ordem de 152,10 L/hab/dia, ou seja, superior ao consumo médio individual indicado pela Organização Mundial de Saúde de 110,00 L/hab/dia.

Um levantamento de dados realizado por Marinoski e Ghisi (2008), indica que 63,5% da água potável utilizada em uma instituição de ensino localizada em Florianópolis-SC foram destinados ao uso não potável.

A tabela a seguir indica o consumo potencial por tipo de edificação, elaborada pela Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) no ano de 2010.

Tabela 1 - Consumos potenciais por tipo de edificação

| TIPO DE EDIFICAÇÃO                                       | CONSUMO PROVÁVEL                   |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Conj./cond. resid. c/ aptos. até 50m <sup>2</sup>        | 8,5 m <sup>3</sup> /economia. mês  |
| Conj./cond. resid. c/ aptos. de 51 a 65m <sup>2</sup>    | 10,3 m <sup>3</sup> /economia. mês |
| Conj./cond. resid. c/ aptos. de 65 a 80 m <sup>2</sup>   | 12,5 m <sup>3</sup> /economia. mês |
| Conj./cond. resid. c/ aptos. de 80 a 100m <sup>2</sup>   | 15,3 m <sup>3</sup> /economia. mês |
| Conj./cond. resid. c/ aptos. de 100 a 130m <sup>2</sup>  | 17,5 m <sup>3</sup> /economia. mês |
| Conj./cond. resid. c/ aptos. de 130 a 200 m <sup>2</sup> | 21,0 m <sup>3</sup> /economia. mês |
| Conj./cond. resid. c/ aptos. de 200 a 350m <sup>2</sup>  | 23,5 m <sup>3</sup> /economia. mês |
| Conj./cond. resid. c/ aptos. acima de 350 m <sup>2</sup> | 35,0 m <sup>3</sup> /economia. mês |
| Hotéis (sem cozinha e sem lavanderia)                    | 120 L/hóspede dia                  |
| Hotéis (com cozinha e com lavanderia)                    | 250 L/hóspede.dia                  |
| Hospitais (exclusivamente pacientes internados)          | 250 L/leito.                       |

Continua ...

Continua ...

| <b>TIPO DE EDIFICAÇÃO</b>                 | <b>CONSUMO PROVÁVEL</b>           |
|-------------------------------------------|-----------------------------------|
| Escolas (externatos)                      | 50 L/per capita.dia               |
| Escolas (internatos)                      | 150 L/per capita.dia              |
| Escolas(semi-internatos)                  | 100 L/per capita.dia              |
| Quartéis                                  | 150 L/per capita.dia              |
| Creches                                   | 50 L/per capita.dia               |
| Edifícios públicos/comerciais             | 80 L/per capita.dia               |
| Supermercados c/ praça de alimentação     | 5 L/ m <sup>2</sup> de área. dia  |
| Restaurante                               | 25 L/refeição.dia                 |
| Escritórios                               | 50 L/per capita. dia              |
| Lavanderia                                | 30 L/kg roupa seca.dia            |
| Lava car (lavagem completa)               | 300 L/veículo.dia                 |
| Abatedouros de aves (ou de peq. porte)    | 40 L/ave.dia                      |
| Abatedouros de caprinos e ovinos          | 300 L/cabeça.dia                  |
| Abatedouros de suínos (ou de médio porte) | 500 L/cabeça.dia                  |
| Abatedouros de reses (ou de grande porte) | 800 L/cabeça.dia                  |
| Indústria - uso pessoal                   | 80 L/per capita.dia               |
| Indústria - com restaurante               | 100 L/per capita. dia             |
| Indústria concreteira                     | 150 L/m <sup>3</sup> concreto.dia |
| Orfanatos                                 | 150 L/per capita.dia              |
| Asilos                                    | 150L/per capita.dia               |
| Igrejas/templos                           | 2 L/assento.dia                   |
| Piscinas (lâmina de água)                 | 2,5 L/m <sup>2</sup> .dia         |
| Laticínios                                | 2,5 L/litro leite prod.dia        |
| Jardins (rega)                            | 1,5 L/m <sup>2</sup>              |

Fonte: (Sanepar, 2010)

Segundo Ortiz, *et al* (2009), a economia de água potável a partir do aproveitamento de água da chuva estudada em quatro cidades médias de São Paulo pode variar de 7% a 92,7% a depender do tipo de edificação em que será instalado o sistema de aproveitamento de água pluvial, podendo chegar a uma economia média mensal no custo de água de 39,4%.

## **2.2. SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL**

Os sistemas de captação de água de chuva têm experimentado uma aplicação crescente nas zonas urbanas. Esses sistemas desempenham o papel importante de

uma fonte alternativa de abastecimento hídrico e contribuem para a mitigação das questões associadas à escassez e economia de água potável no atendimento das crescentes necessidades (Brandão, 2018).

O funcionamento do sistema consiste na captação de águas das chuvas a partir de superfícies impermeáveis, ou seja, telhados ou em lajes de unidades residenciais, comerciais e institucionais. A mesma é conduzida por calhas e tubulações, passando por filtragens a fim de se retirar impurezas até seu local de armazenamento, a reservação da água pode ser realizada sobre a laje (caso o ambiente possua esse espaço), ou de forma subterrânea, para a opção de reservação subterrânea é necessário um conjunto moto bomba que destine a água até seu uso final (Sulzer, 2012).

O reservatório por se tratar da parte mais onerosa do sistema, deve garantir a estanqueidade e evitar possíveis problemas de contaminação, pode ser construído por diversos tipos de materiais, a depender a escolha do seu volume de reservação podendo fornecer água não potável por dias, meses ou durante todo o ano (Ortiz, 2005).

ABNT NBR 15527 (ABNT, 2019) indica a manutenção periódica de todos os componentes do sistema de acordo com as necessidades de projeto ou de acordo com o indicado na norma, conforme pode ser verificado na tabela a seguir.

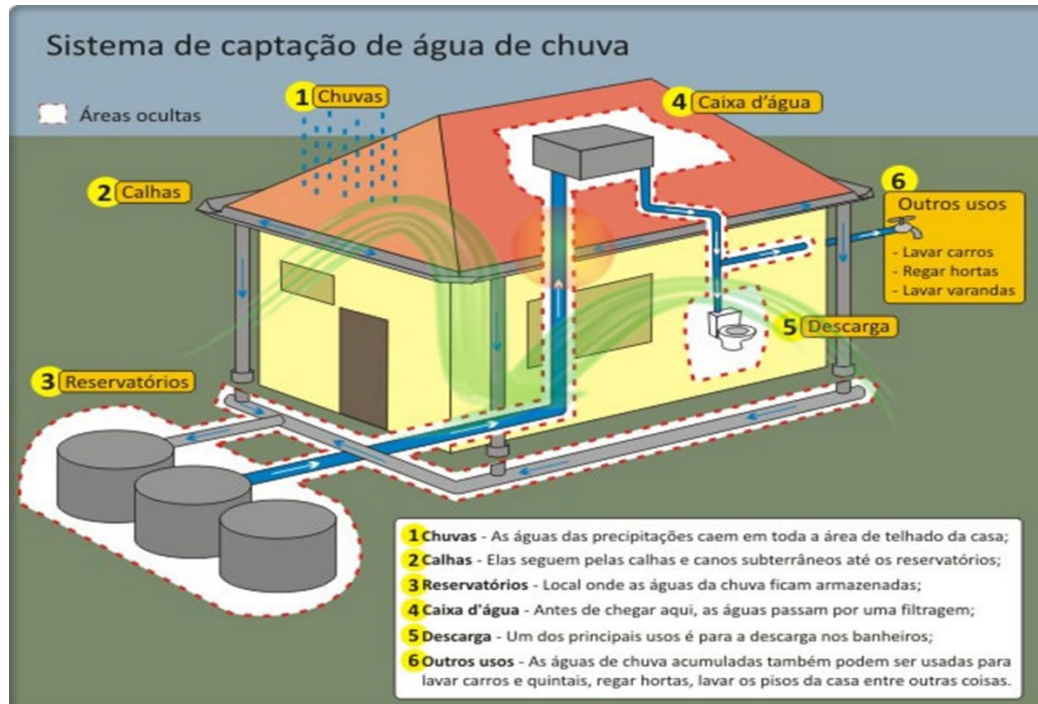
Tabela 2 - Frequência de manutenção

| <b>COMPONENTES</b>                                         | <b>FREQUÊNCIA DE MANUTENÇÃO</b>             |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Dispositivo de descarte de detritos                        | Inspeção mensal                             |
|                                                            | Limpeza Trimestral                          |
| Dispositivo de descarte do escoamento inicial, se existir. | Inspeção mensal                             |
|                                                            | Limpeza Trimestral                          |
| Calhas                                                     | Inspeção mensal, limpeza quando necessário. |
| Áreas de Captação, condutores verticais e horizontais.     | Inspeção mensal, limpeza quando necessário. |
| Dispositivos de desinfecção, se existir.                   | Inspeção mensal                             |
| Bombas, se existir.                                        | Inspeção mensal                             |
| Reservatórios                                              | Inspeção anual, limpeza quando necessário.  |

\* Verificar acúmulo de água e eliminação quando necessário, com o intuito de evitar proliferação de vetores. Fonte: (NBR 15527,2019)

Na Figura 1, pode ser verificado um modelo de sistema de captação de água da chuva com reservatório enterrado.

Figura 1 – Sistema de captação de água de chuva



Fonte: (Porte Empresa Jr, 2023)

Os parâmetros mínimos de qualidade de água não potável indicada pela norma ABNT NBR 15527 (ABNT, 2019) devem ser monitorados com frequência mínima semestral necessitando atender os seguintes itens:

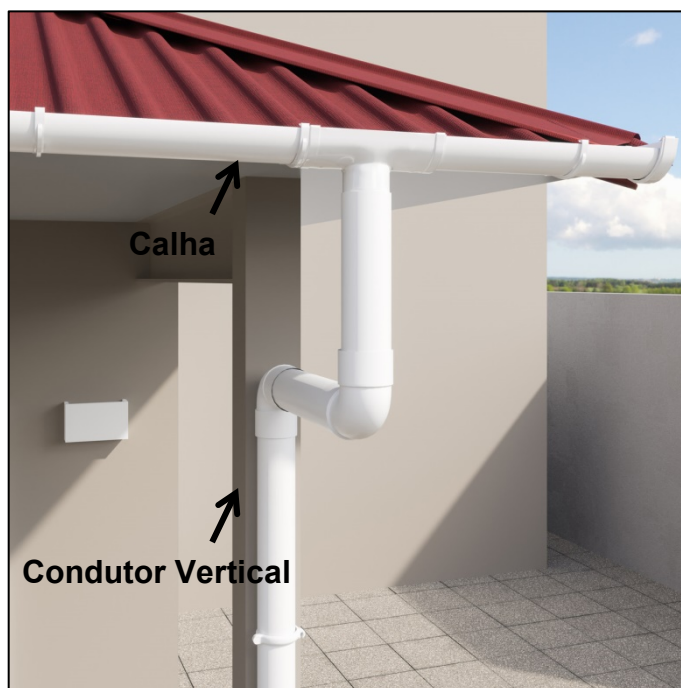
- Escherichia Coli: < 200 / 100 ml
- Turbidez: < 5 uT
- pH: 6,0 a 9,0

## 2.3. DEFINIÇÃO DAS UNIDADES QUE COMPÕE O SISTEMA

### 2.3.1. Calhas e condutores verticais

Calhas são elementos horizontais com a finalidade de captar água da chuva que cai dos telhados, conforme pode ser verificado na Figura 2. São instaladas de forma horizontal nos beirais do telhado, já os condutores são elementos verticais com função de conduzir a água das calhas para o local de disposição final ABNT NBR 15527 (ABNT, 2019).

Figura 2 – Calha e condutor vertical



Fonte: (Adaptado de Leroy Merlin,2023)

Para o dimensionamento de calhas e condutores (apresentadas no apêndice) foram utilizadas as metodologias de cálculo da NBR 10844 - Instalações prediais de águas pluviais (ABNT,1989). O dimensionamento das calhas de acordo com a NBR 10844 segue os seguintes passos:

**Determinação da área de contribuição:** É necessário calcular a área de captação das águas pluviais que serão direcionadas para a calha. Essa área é influenciada pelo tamanho e inclinação do telhado, bem como pela área impermeável adjacente.

**Cálculo da vazão máxima:** Com base na área de contribuição, é possível determinar a vazão máxima que a calha deve ser capaz de suportar. Essa vazão é calculada considerando a intensidade da precipitação pluviométrica local e a duração da chuva.

**Escolha do tipo de calha:** Com base na vazão máxima calculada, é necessário escolher o tipo correto de calha que será utilizado. Existem diferentes modelos e tamanhos de calhas disponíveis, e é importante selecionar aquele que atenda às necessidades do projeto.

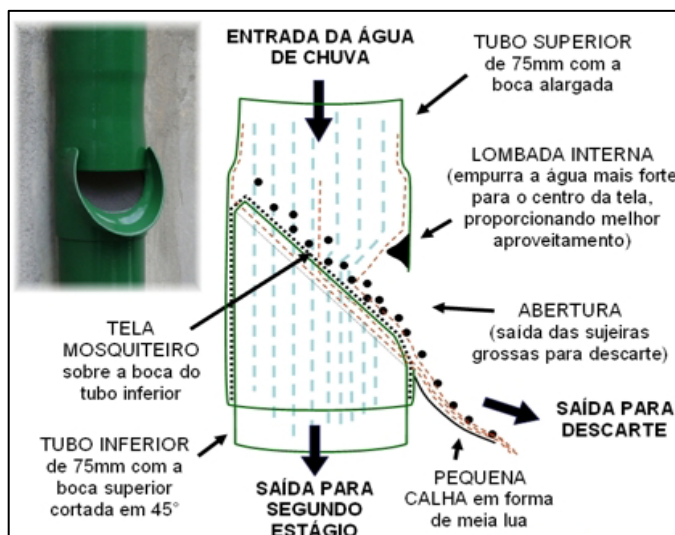
**Dimensionamento da calha:** Com o tipo de calha definido, é possível determinar as dimensões adequadas para garantir o escoamento eficiente das águas pluviais. Essas dimensões incluem a largura, a profundidade e a inclinação da calha.

**Verificação da capacidade de escoamento:** Por fim, é necessário verificar se a calha dimensionada é capaz de escoar a vazão máxima calculada sem transbordamentos ou obstruções. Essa verificação é importante para garantir o bom funcionamento do sistema de drenagem.

### 2.3.2. Equipamentos para remoção de impurezas

Os dispositivos adotados para esta etapa, podem ser verificados na Figura 3, devem ser de fácil manutenção e instalação são responsáveis por realizar o pré-tratamento antes da reservação. É necessário um cuidado importante para que os dispositivos a serem escolhidos nesta etapa, não atrapalhe o desempenho hidráulico das calhas e condutores. Podendo ser adotado o uso de grades e telas para remoção de sólidos indesejáveis como: detritos, folhas, insetos (ABNT, 2019)

Figura 3 – Filtro auto-limpante para água de chuva

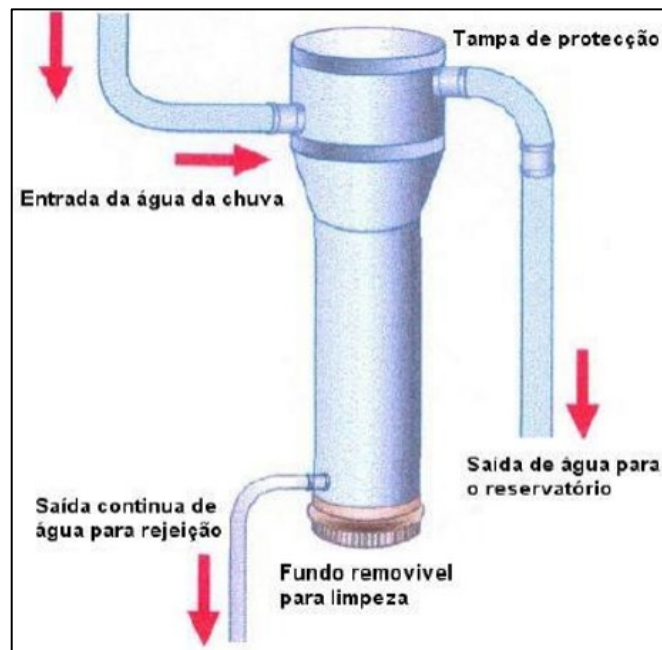


Fonte: (Sempre Sustentável, 2014)

### 2.3.3. Dispositivo de descarte de escoamento inicial

O dispositivo de descarte inicial ou *First Flush* (Figura 4), é responsável por separar e descartar o escoamento inicial das chuvas. Nos primeiros minutos de chuva, todos os detritos que se depositam no telhado em época de seca são escoados para o sistema de reservação caso não se tenha esse dispositivo de proteção (EFCT, 2006).

Figura 4 – First Flush



Fonte: (EFCT,2006)

#### 2.3.4. Sistema de bombeamento

Quando o projeto do sistema de captação de água da chuva prevê a instalação do reservatório de armazenamento de água pluvial em nível inferior a unidade que será utilizada a água de coleta da chuva, é necessária a utilização de um sistema de conjunto de bombeamento, como pode ser verificado na Figura 5. Contudo a implantação e utilização dessa alternativa pode inviabilizar a implantação do sistema devido ao custo energético de operação da moto bomba, responsável por recalcar a água do reservatório de armazenamento até o reservatório de nível superior ou até a unidade de utilização. (Vitoriano, 2016).

Figura 5 – Sistema de bombeamento de água da chuva



Fonte: (SEMAB,2019)

### 2.3.5. Reservatórios

De acordo com a ABNT NBR 15527 (ABNT, 2019), os reservatórios devem ser dimensionados considerando a área de captação, regime pluviométrico, demanda necessária e critérios econômicos. Além disso o reservatório deve possuir dispositivo de extravasão, dispositivo de esgotamento, inspeção e ventilação, sendo que o volume não utilizado de água da chuva pode ser lançado em rede de galerias pluviais.

A normativa supracitada considera ainda como orientação para facilitar a retirada de água de seu interior à unidade de reservação deve estar instalada próxima a superfície, em torno de 15 cm abaixo do nível do solo.

O dimensionamento correto do sistema de reservação contribui para a economia de água potável e viabiliza a instalação do sistema de coleta de água pluvial, visto que o reservatório é a parte mais onerosa da instalação do sistema (Dalsenter, 2016).

Na Figura 6 é apresentado um exemplo de reservatório de armazenamento de águas da chuva.

Figura 6 - Reservatório de armazenamento



Fonte: (Casa e Construção,2020)

## 2.4. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Dada à multiplicidade de variáveis que influenciam a decisão de investir, torna-se imprescindível que o investidor disponha de uma análise econômica abrangente dos projetos nos quais pretende alocar seus recursos (Sulzer, 2012).

Para analisar a viabilidade do sistema de aproveitamento de água da chuva residencial, é crucial que se entenda o potencial de redução no consumo de água, o custo e os benefícios da implantação desse sistema (Sant'Ana *et al*, 2013). A análise econômica é fator crucial para definir a implantação de um determinado sistema.

O investimento consiste na alocação de recursos com a perspectiva de recuperar os custos e gerar lucro, envolvendo, além disso, a utilização de recursos financeiros, materiais e humanos.

## 2.5. PERFIL DE CONSUMO RESIDENCIAL

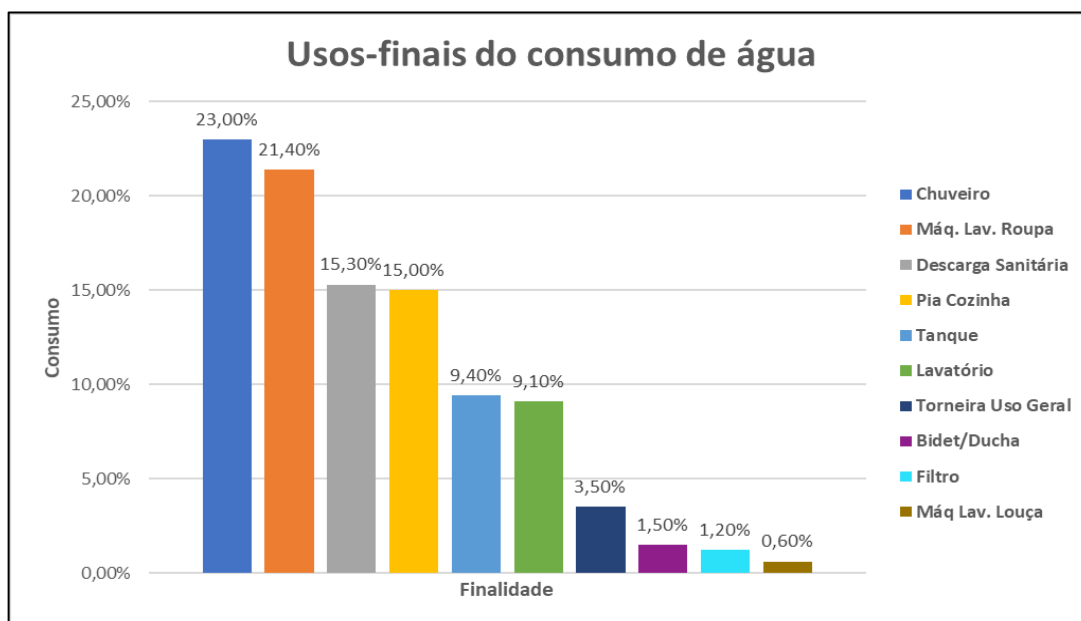
O consumo residencial “per capita” é a quantidade média diária de água potável utilizada por cada pessoa para a realização de atividades que fazem parte do cotidiano, como por exemplo: no preparo de alimentos, consumo humano, higiene pessoal, lavagem de roupas, limpeza de pisos, uso de sanitários, entre outras.

O consumo médio diário de água potável para o município de Goiânia foi estabelecido com base em informações fornecidas pela empresa responsável pelo abastecimento de água na região, a Saneamentos de Goiás (Saneago).

O consumo médio de água per capita para o ano de 2021 na região metropolitana de Goiânia ficou em 149,30 L/habitante/dia (SNIS,2021). A determinação da demanda média diária de água potável requer uma análise detalhada da distribuição nos principais usos em uma residência. Essa caracterização da distribuição é crucial para calcular a proporção de água potável que pode ser substituída pelo uso de água da chuva. (Cristina, 2022)

As atividades que apresentam maior índice de consumo individual de água em ordem decrescente são: Chuveiro, Máquina de lavar roupa, Descarga sanitária, Pia Cozinha, Tanque, Lavatório, Torneira uso Geral, Bidê/Ducha, Filtro e Máquina de Lavar louças (Sant'Ana *et al*, 2013). O dados apresentados no gráfico a seguir, evidencia de forma mais clara o consumo final de água potável e suas porcentagens.

Gráfico 1 - Usos-finais do consumo de água



Fonte: (Adaptado de Sant'Ana *et al*, 2013)

A norma ABNT NBR 15527 (ABNT, 2019) define a água da chuva como não potável, pois não atende aos requisitos da Portaria n° 518 do Ministério da Saúde, que estabelece os padrões de potabilidade da água para consumo humano. No entanto, isso não inviabiliza seu uso em residências para fins não potáveis, como a irrigação de jardins, limpeza de pisos e calçadas, e descargas de bacias sanitárias. Para ser utilizada na lavagem de roupas e lavatórios, a norma estabelece que a água da chuva deve passar por tratamentos com produtos adequados para remover quaisquer parasitas que possam estar presentes (Dapieve, 2014).

Com base na distribuição de consumo de água potável mencionada no Gráfico 1 e em conformidade com as especificações da norma ABNT NBR 15527 (ABNT, 2019), este estudo considerará a substituição da água potável pela água da chuva somente para o uso não potável com finalidade para torneira de uso geral. Em que, a torneira de uso geral, corresponde em média o consumo de 3,50% do consumo de água total de uma residência.

O estudo não levará em consideração a utilização de água potável para fins não potáveis como Descargas Sanitárias, que por sua vez, apresenta um consumo de cerca de 15,30% do perfil de consumo de água potável residencial. Ao fato que, a destinação da água coletada do sistema para tal finalidade, necessita de dados e análises mais sofisticadas, no que se refere a soluções de engenharia mais específicas para essa utilização.

Além disso, existem dispositivos de Descargas Sanitárias disponíveis no mercado, mais eficientes que já cumprem com o papel de realizar a economia de água potável. Na tabela a seguir é possível verificar o consumo em L/hab/dia de água a ser economizada para fins não potáveis para a residência de estudo.

Tabela 3 – Consumo para fins não potáveis, Goiânia-GO

| <b>Finalidade</b>  | <b>Uso Final</b> | <b>Consumo em Litros por habitante dia</b> | <b>Economia em Litros por dia</b> |
|--------------------|------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|
| Torneira Uso Geral | 3,50%            | 149,30                                     | 5,22                              |

Fonte: (Autor,2024)

### 3. METODOLOGIA

Para garantia de um processo estruturado e abrangente para o desenvolvimento deste projeto, a metodologia adotada para a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso foi dividida em cinco etapas principais: Determinação dos dados necessários, Dimensionamento do sistema, Projeto em 3D, Análise de custo de implantação e Verificação do tempo de retorno em anos.

Cabe destacar que foi definido como objeto de análise do estudo, uma edificação unifamiliar fictícia, habitada por 4 pessoas adultas, com área de captação de 96 m<sup>2</sup> (cobertura), localizada no município de Goiânia-Goiás. É importante ressaltar que, a localização da edificação, bem como, a quantidade de pessoas que residem na residência, é uma sugestão do autor, não tendo nenhum critério previamente definido na escolha desses dados.

A primeira etapa é caracterizada pela coleta e análise dos dados necessários para o desenvolvimento do projeto. Foram considerados fatores como: Precipitação Efetiva, obtidos a partir de dados da (Agência Nacional de Águas), Eficiência do Sistema, Área da Superfície de Captação e Coeficiente de Escoamento Superficial.

A segunda etapa consiste no dimensionamento hidráulico dos componentes que compreende o sistema de coleta de águas pluviais, tais como: calhas e volume de reservação, levando em conta os dados obtidos na etapa anterior. Para isso, foi utilizada a ferramenta Excel, que permite a realização de cálculos e simulações para determinar a capacidade e dimensões adequadas do sistema.

Na terceira etapa, foi apresentado o projeto em 3D utilizando o software *Revit*<sup>®</sup>. Essa etapa permite visualizar de forma mais precisa o sistema a ser implantado, considerando aspectos como disposição dos componentes e possíveis interferências.

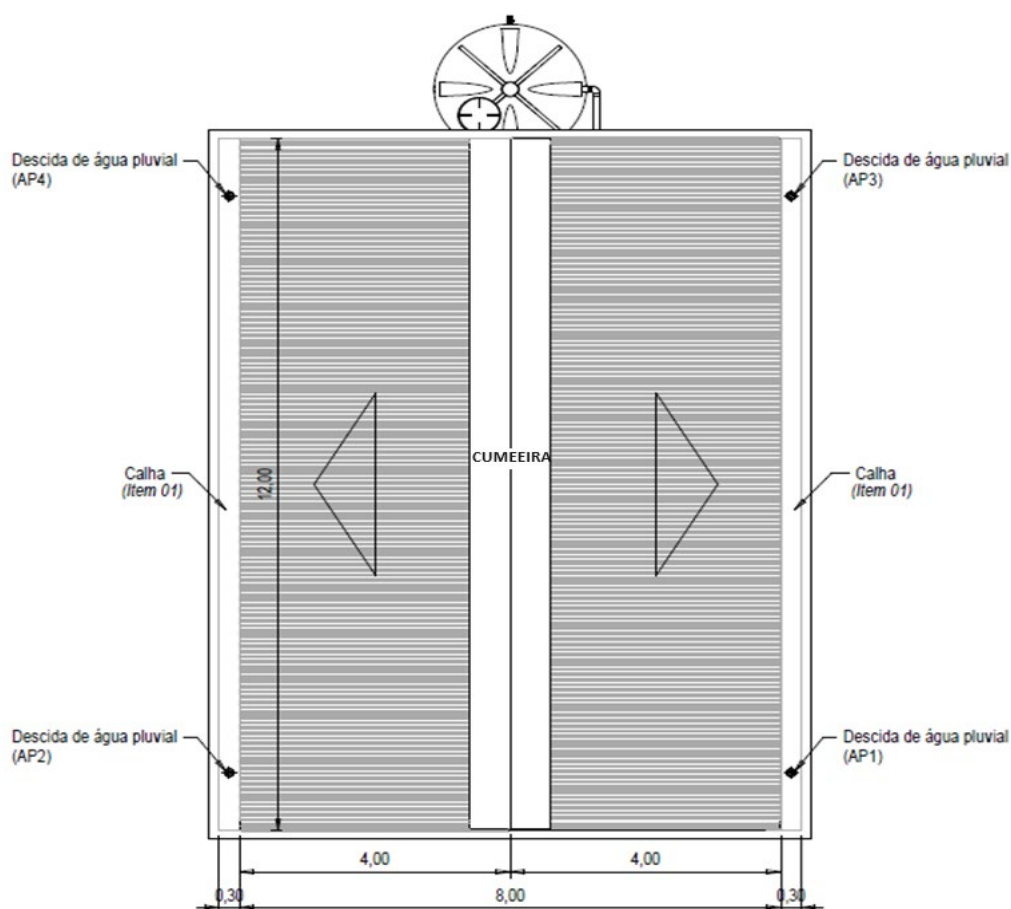
A análise do custo de implantação, quarta etapa da metodologia, envolveu a utilização da tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) e cotações na internet para estimar o custo de implantação, a análise inclui materiais, mão de obra e equipamentos.

Por fim, na quinta etapa, foi apresentada a verificação do tempo de retorno do investimento em anos. Para isso, foram considerados os custos de implantação e os benefícios gerados pelo sistema ao longo do tempo, como economia de água e redução de custos operacionais.

### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Uma das variáveis mais importantes de cálculo é a área da captação. Visando uma qualidade melhor para a água de chuva a ser utilizada, os telhados não necessariamente são as únicas áreas destinadas a captação da água, mas são as áreas mais utilizadas para esta finalidade (Dapieve, 2014). Na Figura 7, é possível verificar a área de captação utilizada como base dos estudos, a projeção da cobertura para a edificação unifamiliar fictícia de 4 habitantes localizada no Município de Goiânia-GO mais especificamente no setor central. A edificação possui uma área impermeável de 96 m<sup>2</sup>, sendo que, toda a área de sua cobertura é composta por telhas de cerâmicas.

Figura 7 - Projeção de telhado de residência unifamiliar fictícia



Fonte: (Autor,2024)

### 3.2. MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

Para dimensionar o volume do reservatório para armazenamento da água pluvial captada, é importante adotar uma área impermeabilizada que será integrada ao sistema para coleta da água da chuva da unidade receptora. Quanto maior a área impermeabilizada utilizada para captação da precipitação, maior o volume de água captada consequentemente melhor o potencial de aproveitamento do sistema.

Considerando que a disponibilidade teórica de água da chuva para captação depende da precipitação, da eficiência do sistema, da área de captação e do coeficiente de escoamento superficial a ABNT NBR 15527 (ABNT, 2019) traz a seguinte metodologia para o dimensionamento do volume do reservatório:

$$V = P * \eta * A * C \quad (1)$$

Em que:

V = Volume do Reservatório em litros;

P = Média dos totais anuais de precipitação efetiva em milímetros;

$\eta$  = Eficiência do sistema de captação calculado ou fornecido pelos fabricantes do sistema, na falta de dados a norma recomenda a utilização de 0,85;

A = Área da superfície de captação de água de chuva em m<sup>2</sup>;

C = Coeficiente de escoamento superficial (*runoff*).

### 3.3. PRECIPITAÇÃO NA CIDADE DE GOIÂNIA

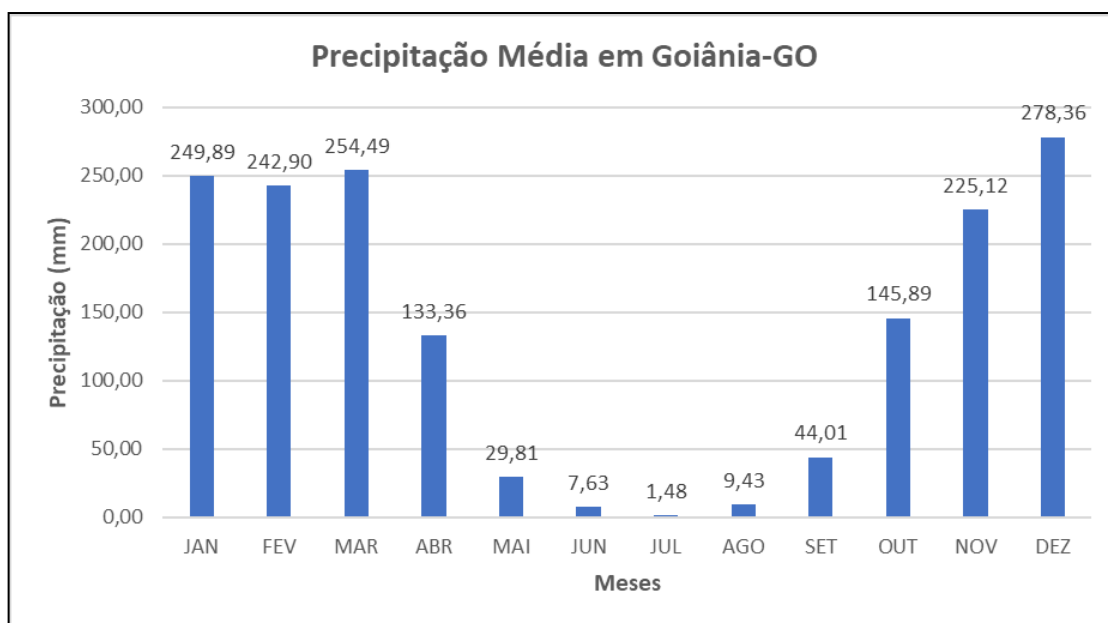
Para um melhor funcionamento do sistema, algumas particularidades das precipitações do município onde o sistema de aproveitamento vai ser implantado devem ser observadas, sobretudo a incidência de chuvas distribuídas ao longo dos dias e meses no decorrer do ano (Schervier *et al*, 2009).

A metodologia de Köppen-Geige indica que o clima da região metropolitana de Goiânia, é do tipo CWB, mais comum em regiões temperadas, ou seja, que se caracteriza por ser temperado úmido com inverno seco e verão temperado. (Cardoso *et al.*, 2014). As chuvas concentram-se nos meses de verão e prolongam-se de outubro a abril, ao passo que o período seco vai de maio a setembro (Cardoso *et al.*, 2014).

O sistema Hidroweb é uma ferramenta do Sistema Nacional de Informação, responsável por disponibilizar as informações coletadas da Rede Hidrometereológica

Nacional. A partir dos dados disponibilizados por essa plataforma, é possível verificar a precipitação média em milímetros durante todos os meses do ano para o período de 1990 a 2023. No Gráfico 2, pode-se verificar os valores médios das precipitações.

Gráfico 2 - Precipitação Média em milímetros em Goiânia-GO (1990-2023)



Fonte: (Adaptado da Estação Pluviométrica n° 83423, 2023)

Os dados apresentados no gráfico a cima foram adaptados a partir dos dados fornecidos pela Hidroweb para a estação pluviométrica n° 83423. As características da estação pluviométrica de interesse, também presentes no site da Hidroweb podem ser verificadas na Tabela 4.

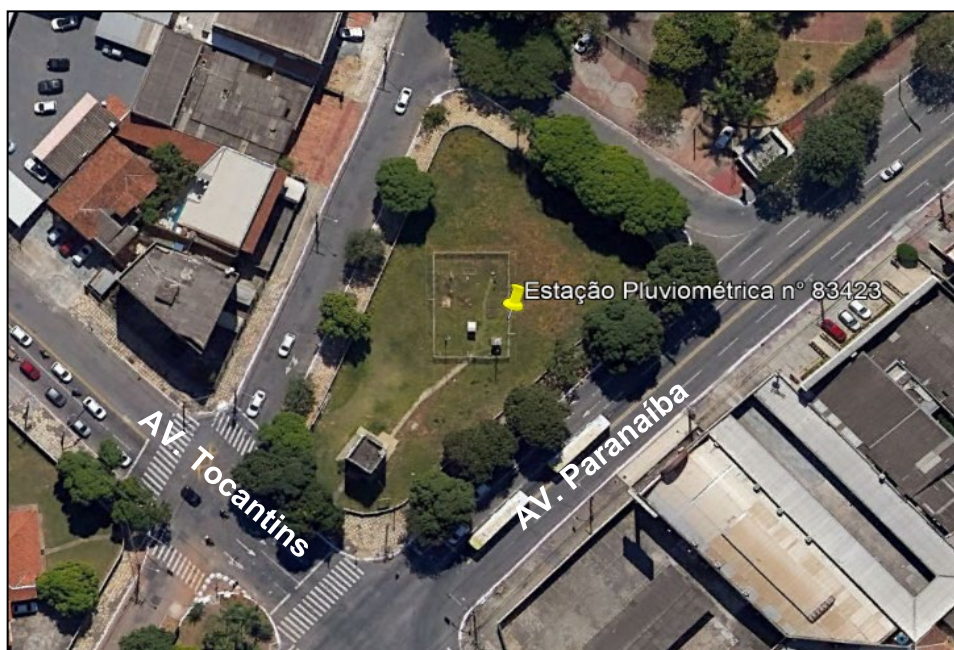
Tabela 4 - Dados Estação Pluviométrica

|                    |              |
|--------------------|--------------|
| Código Estação     | 83423        |
| Latitude           | 685.138,63   |
| Longitude          | 8.155.807,74 |
| Cota (m)           | 748,53       |
| Início da Análise  | 01/01/1990   |
| Término da Análise | 01/01/2023   |
| Tempo de Análise   | 33 anos      |
| Situação           | Operante     |

Fonte: Autor

Na Figura 8, é possível verificar a localização exata da estação Pluviométrica utilizada para determinação da Precipitação Efetiva da área de estudo.

Figura 8 - Localização da Estação Pluviométrica nº 83423



Fonte: (Google Earth, 2023)

É importante ressaltar que, devido a unidade habitacional a ser estudada estar localizada no Setor Central em Goiânia-GO, foi escolhido a estação pluviométrica mais próxima da área de estudo, ou seja, a estação nº 83423. Dessa forma, é possível obter os dados a respeito da precipitação média mensal de forma mais consistente, consequentemente resultando em um dimensionamento mais adequado a realidade desse sistema.

### 3.4. COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

O Coeficiente de Escoamento Superficial ou Coeficiente de *Runoff* (C) como também é conhecido, expressa a relação existente entre o volume total de água de chuva escoado superficialmente e o volume total de chuva precipitado, levando-se em consideração a superfície em que isso ocorre (ABNT, 2019).

O coeficiente de escoamento superficial geralmente não é calculado para cada situação específica em que é necessária sua utilização, sendo o mais comum adotar valor consolidados em diversos estudos ao longo do tempo (Dapieve, 2014). Na Tabela 5, é possível verificar os valores de Coeficiente de Escoamento Superficial comumente utilizados na literatura de materiais utilizados em coberturas.

Tabela 5 – Coeficiente de Escoamento Superficial

| Material do Telhado        | Coeficiente de Runoff |
|----------------------------|-----------------------|
| Telhas Cerâmicas           | 0,80 a 0,90           |
| Telhas Esmaltadas          | 0,90 a 0,95           |
| Telhas corrugadas de metal | 0,80 a 0,90           |
| Cimento Amianto            | 0,80 a 0,90           |
| Plástico, PVC              | 0,90 a 0,95           |

Fonte: Plínio Tomaz (2007)

## 4. RESULTADOS

### 4.1. PROJETO

O *Building Information Modeling* (BIM) é uma metodologia que utiliza modelos 3D e informações detalhadas para representar de forma precisa e integrada os diversos aspectos de um projeto de construção, como arquitetura, estrutura e instalações (Farias, 2022). Nesse contexto, o *software Revit®* vem sendo bastante utilizado para elaboração de Projetos na indústria da construção, pelo fato de possuir a metodologia BIM de fácil acesso e manuseio da ferramenta.

No que diz respeito à elaboração do projeto de sistema de coleta de águas pluviais, o uso do BIM no *Revit®* traz diversos benefícios. Primeiramente a modelagem 3D permite visualizar de forma clara e precisa toda a rede de tubulações e componentes do sistema, facilitando a identificação de conflitos e otimizando o *layout* geral.

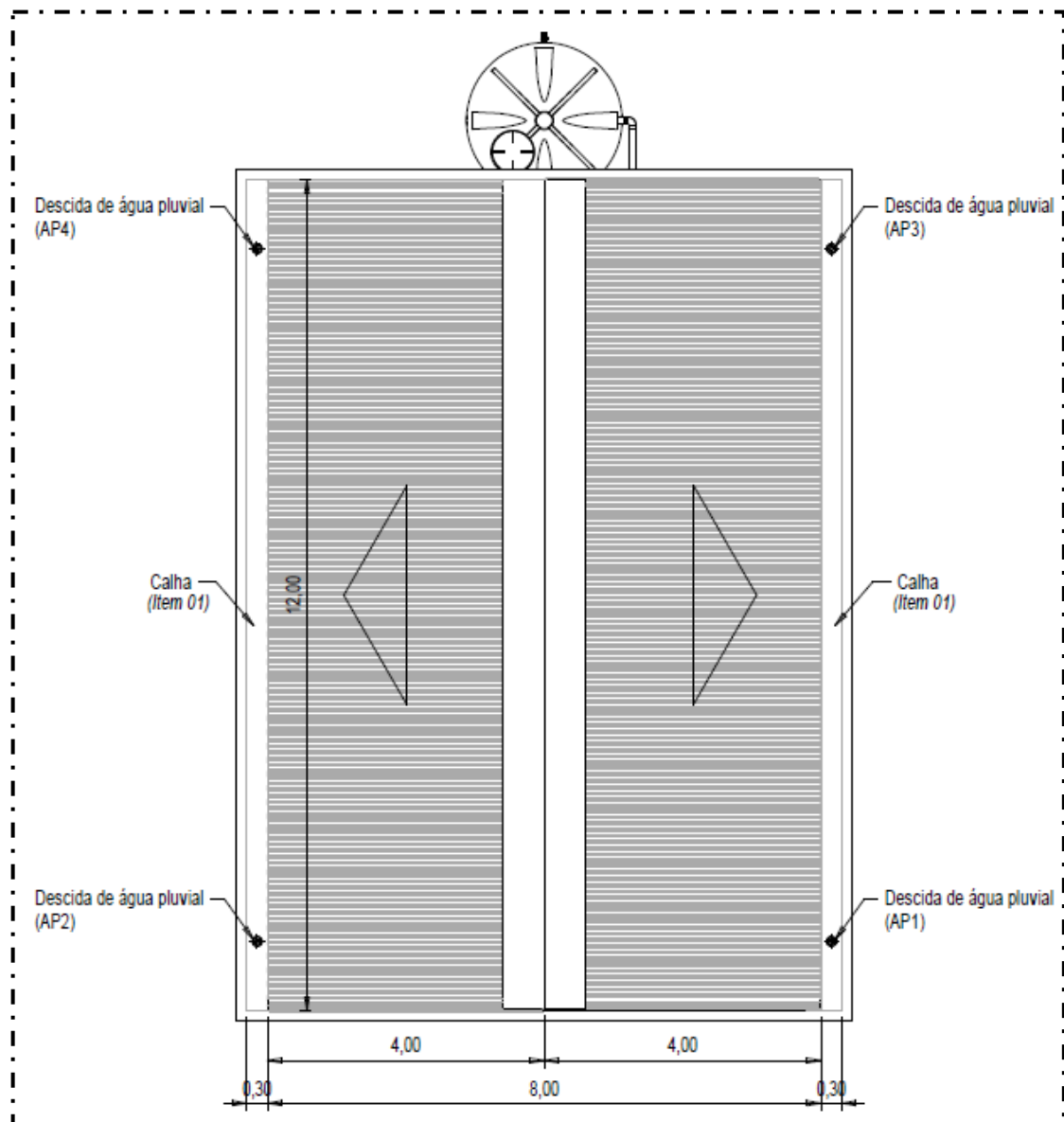
A partir da análise dos dados e o dimensionamento hidráulico de todos os componentes necessários ao funcionamento do sistema, foi realizado a concepção do projeto de sistema de coleta de águas pluviais em plataforma BIM, como pode ser verificado nas figuras a seguir.

Para manter o sistema com o menor custo de implantação possível, mantendo a qualidade e a eficiência do Projeto. foi proposto um sistema de coleta de águas pluviais do ponto de vista técnico mais simples possível. Ou seja, a área de captação superficial sendo o próprio telhado da edificação, e as calhas e tubos responsáveis pela condução da água até o dispositivo de escoamento superficial. O dispositivo de escoamento superficial tem como finalidade o descarte inicial da água captada pelas calhas que por ventura possa existir a presença de folhas, galhos etc. Após o volume inicial da água superficial ser descartada, pela própria hidráulica do sistema água é conduzida então para o filtro de limpeza, que a partir daí é direcionada até o reservatório de armazenamento.

Para contribuir com o funcionamento mais adequado do sistema foi previsto um pré-tratamento, a partir de elementos de gradeamento como grelha hemisférica do tipo abacaxi. Um ponto importante a se levar em consideração é a extravasão do

reservatório. Que foi prevista de forma simples, em que, caso seja necessário extravasar o excedente de água, foi prevista uma tubulação de extravasão a ser instalada no próprio reservatório. A água escoada deverá então escoar pela superfície do terreno local e infiltrar no solo.

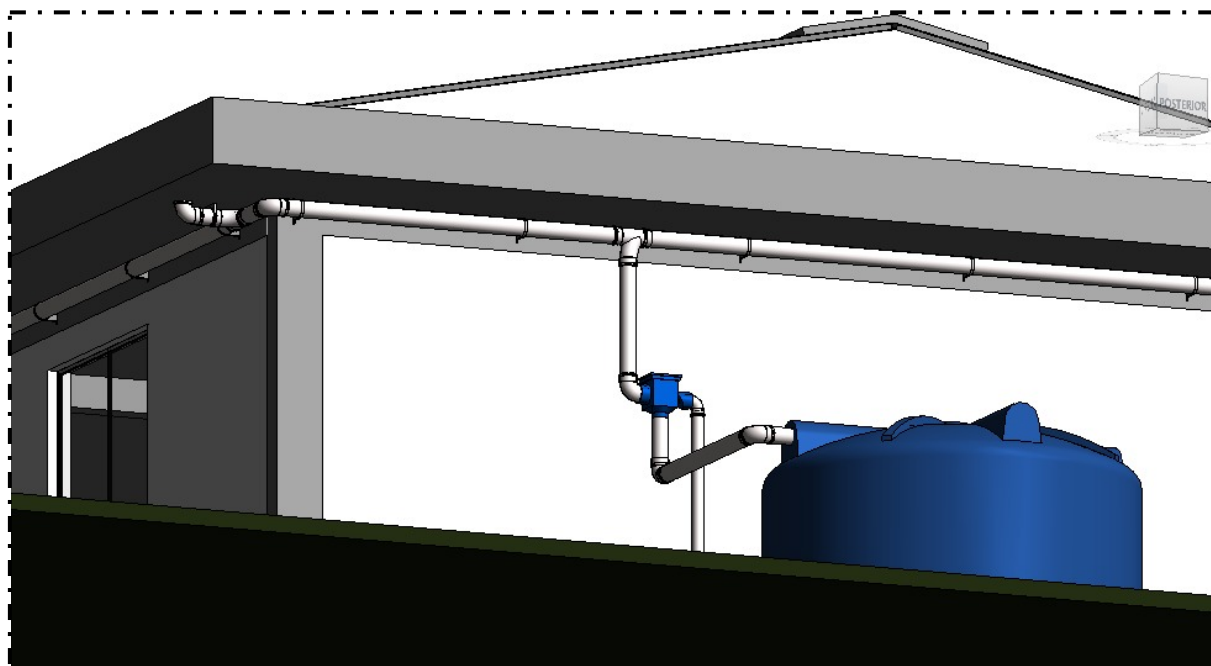
Figura 9 – Planta Baixa do sistema de coleta de águas pluviais



Fonte: Autor, (2024)



Figura 12 – Perspectiva 2 do sistema de coleta de águas pluviais



Fonte: Autor, (2024)

Para o presente estudo será adotado para efeito de projeto calhas com seção retangular em chapa de aço galvanizada com 30 cm de base e 20 cm de altura, já os condutores verticais, será utilizado a tubulação de PVC com diâmetro nominal de 100 mm. Ao final do presente trabalho, no Apêndice 1, é exemplificado os cálculos que foram realizados para o dimensionamento dos elementos citados nesse tópico.

A seguir é apresentado a tabela 6, com o quantitativo de materiais necessárias para instalação do sistema de coleta de água pluviais para a edificação unifamiliar fictícia de 4 habitantes, localizada no Município de Goiânia-GO.

Tabela 6 – Lista de materiais do sistema de coleta de água pluviais

| ITEM | DESCRIÇÃO                                                                               | MATERIAL                | UNID. | QTD.  | OBSERVAÇÃO      |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------|-------|-----------------|
| 1    | Calha prismática em chapa para água pluvial, 30 x 20 cm                                 | Aço galvanizado #16     | m     | 24    | -               |
| 2    | Grelha hemisférica flexível tipo abacaxi, DN 100                                        | Ferro Fundido           | pç    | 4     | Conf. NBR 10844 |
| 3    | Joelho 90° com ponta e bolsa, JE, DN 100                                                | PVC/Esgoto Série Normal | pç    | 12    | Conf. NBR 5688  |
| 4    | Tê com ponta e bolsas, JE, DN 100                                                       | PVC/Esgoto Série Normal | pç    | 3     | Conf. NBR 5688  |
| 5    | Filtro de água pluvial                                                                  | PVC                     | pç    | 1     | -               |
| 6    | Joelho 90° com ponta e bolsa, JE, DN 75                                                 | PVC/Esgoto Série Normal | pç    | 2     | Conf. NBR 5688  |
| 7    | Caixa d'água com boca fechada, capacidade de 5000 L                                     | Polietileno             | pç    | 1     | Conf. NBR 15682 |
| 8    | Adaptador para caixa d'água com roscas macho e fêmea e junta de vedação, BSP, DN 1 1/2" | PVC/Roscável            | pç    | 1     | Conf. NBR 5648  |
| 9    | Válvula de esfera com roscas fêmea, BSP, DN 1 1/2"                                      | PVC/Roscável            | pç    | 1     | Conf. NBR 5648  |
| 10   | Abraçadeira tipo "U" para tubos em PVC de DN 100                                        | Aço galvanizado         | pç    | 28    | -               |
| 11   | Abraçadeira tipo "U" para tubos em PVC de DN 75                                         | Aço galvanizado         | pç    | 2     | -               |
| 12   | Tubo com ponta e bolsa, JE, DN 100                                                      | PVC/Esgoto Série Normal | m     | 32,91 | Conf. NBR 5688  |
| 13   | Tubo com ponta e bolsa, JE, DN 75                                                       | PVC/Esgoto Série Normal | m     | 1,62  | Conf. NBR 5688  |
| 14   | Tubo com ponta e bolsa, JE, DN 50                                                       | PVC/Esgoto Série Normal | m     | 0,05  | Conf. NBR 5688  |

Fonte: Autor, (2024)

## **4.2. ORÇAMENTO**

O orçamento desempenha um papel central na viabilidade financeira do projeto, permitindo uma alocação adequada de recursos e evitando surpresas desagradáveis durante a execução. Ao considerar os custos dos materiais, mão de obra, equipamentos e outros elementos necessários, é possível ter uma visão clara do investimento total requerido (Coêlho, 2015).

Nesse contexto, a utilização da tabela de preços do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) como referência é uma prática essencial. A referida tabela, atualizada regularmente, oferece valores confiáveis e atualizados dos insumos necessários para a instalação do sistema de coleta de águas pluviais. Ao adotar esses dados como base para o orçamento, é possível garantir uma estimativa mais precisa e alinhada com a realidade do mercado.

Além disso, um orçamento bem elaborado permite identificar potenciais economias, otimizando os custos sem comprometer a qualidade do projeto. Por meio da análise detalhada dos custos de cada componente do sistema, é possível buscar alternativas mais econômicas sem sacrificar a eficiência e a durabilidade da infraestrutura.

A seguir é apresentado o orçamento estimado para implantação do sistema de coleta de águas pluviais, tomando como base a Tabela de insumos desonerados da SINAPI referência: 03/2024.

Tabela 7 – Orçamento Insumos Sistema de Coleta de águas pluviais

| COTAÇÃO              | SINAPI | DESCRIÇÃO                                                                               | UNID. | QTD.  | PREÇO UN     | PREÇO TOTAL         |
|----------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|--------------|---------------------|
| -                    | 1118   | Calha prismática em chapa para água pluvial, 30 x 20 cm                                 | m     | 24    | R\$ 31,95    | R\$ 766,80          |
| CT.01                | -      | Grelha hemisférica tipo abacaxi, DN 100                                                 | pç    | 4     | R\$ 9,99     | R\$ 39,96           |
| -                    | 20157  | Joelho 90° com ponta e bolsa, JE, DN 100                                                | pç    | 12    | R\$ 17,36    | R\$ 208,32          |
| -                    | 7091   | Tê Sanitário, DN 100                                                                    | pç    | 3     | R\$ 14,31    | R\$ 42,93           |
| CT.02                | -      | Filtro de água pluvial                                                                  | pç    | 1     | R\$ 650,00   | R\$ 650,00          |
| -                    | 20150  | Joelho 90° com ponta e bolsa, JE, DN 75                                                 | pç    | 2     | R\$ 15,46    | R\$ 30,92           |
| -                    | 37105  | Caixa d'água com boca fechada, capacidade de 5000 L                                     | pç    | 1     | R\$ 2.218,08 | R\$ 2.218,08        |
| -                    | 99     | Adaptador para caixa d'água com roscas macho e fêmea e junta de vedação, BSP, DN 1 1/2" | pç    | 1     | R\$ 28,60    | R\$ 28,60           |
| -                    | 11751  | Válvula de esfera com roscas fêmea, BSP, DN 1 1/2"                                      | pç    | 1     | R\$ 130,43   | R\$ 130,43          |
| -                    | 12615  | Abraçadeira tipo "U" para tubos em PVC de DN 100                                        | pç    | 28    | R\$ 11,19    | R\$ 313,32          |
| -                    | 12615  | Abraçadeira tipo "U" para tubos em PVC de DN 75                                         | pç    | 2     | R\$ 11,19    | R\$ 22,38           |
| -                    | 36377  | Tubo com ponta e bolsa, JE, DN 100                                                      | m     | 32,91 | R\$ 61,02    | R\$ 2.008,17        |
| -                    | 36373  | Tubo com ponta e bolsa, JE, DN 75                                                       | m     | 1,62  | R\$ 31,29    | R\$ 50,69           |
| -                    | 36084  | Tubo com ponta e bolsa, JE, DN 50                                                       | m     | 0,05  | R\$ 15,07    | R\$ 0,75            |
| <b>TOTAL INSUMOS</b> |        |                                                                                         |       |       |              | <b>R\$ 6.511,35</b> |

Fonte: Autor, (2024)

Para a montagem dos equipamentos foram realizadas cotações com encanadores locais do município de estudo, em que, foi repassado o valor de R\$ 225,00 reais para realizar a montagem de todo o sistema. Ou seja, o valor de uma diária e meia de serviços.

É importante destacar que, os valores de implantação do sistema podem sofrer variações a depender da região de implantação, da complexidade além dos equipamentos e mão de obras a serem empregados.

Com isso, o valor total de Implantação do sistema é de cerca de **R\$ 6.736,35**.

### **4.3. TARIFAS DE ÁGUA**

As tarifas de saneamento público em Goiás são regulamentadas pela Agência Goiana de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos (AGR). Essas tarifas são definidas com o objetivo de cobrir os custos operacionais, manutenção e investimentos necessários para garantir a qualidade dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário prestados à população.

#### **4.3.1. Estrutura Tarifária**

A estrutura tarifária em Goiás é baseada em faixas de consumo, onde o valor cobrado por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de água e esgoto varia conforme o volume de consumo. Essa estrutura é geralmente progressiva, ou seja, quanto maior o consumo, maior o valor cobrado por m<sup>3</sup>. Isso incentiva o uso consciente da água e a redução do desperdício. As tarifas são compostas pelos seguintes elementos principais:

- Custo fixo por categoria: R\$ 15,98/mês para categoria residencial normal.
- Tarifa de Água: Cobrança pelo fornecimento de água potável.
- Tarifa de Esgoto: Cobrança pela coleta, tratamento e destinação adequada do esgoto coletado.

Conforme dados de 2024, a Companhia de Saneamento de Goiás (AGR,2024) apresenta uma tabela de tarifas residenciais que pode ser exemplificada da seguinte forma:

Tabela 8 – Tarifas/Consumo Saneago 05/2024

| CATEGORIA          | FAIXAS DE CONSUMO / ECONOMIA (M³/MÊS) | TARIFAS       |                 |             |
|--------------------|---------------------------------------|---------------|-----------------|-------------|
|                    |                                       | ÁGUA (R\$/m³) | ESGOTO (R\$/m³) |             |
|                    |                                       |               | COLETA          | TRATAMENTO  |
| RESIDENCIAL NORMAL | 1 - 10                                | 5,28          | 4,22            | 1,06        |
|                    | 1 - 15                                | 5,96          | 4,77            | 1,19        |
|                    | <b>16 - 20</b>                        | <b>6,82</b>   | <b>5,46</b>     | <b>1,36</b> |
|                    | 21 - 25                               | 7,74          | 6,19            | 1,55        |
|                    | 26 - 30                               | 8,74          | 6,99            | 1,75        |
|                    | 31 - 40                               | 9,97          | 7,98            | 1,99        |
|                    | 41 - 50                               | 11,29         | 9,03            | 2,26        |
|                    | + 50                                  | 12,87         | 10,29           | 2,57        |

Fonte: AGR, (2024)

#### 4.3.1. Consumo de água estimado

Para estimativa do consumo mensal de água da residência unifamiliar do estudo basta multiplicar a estimativa de consumo de água médio (Indicada no Item 2.5) pela quantidade de pessoas residentes na casa (Indicada no Item 3.1) pela quantidade de dias no mês. A equação a seguir mostra o resultado obtido para o consumo mensal da unidade de estudo.

$$C_{\text{médio/mensal}} = \text{Consumo Hab. Dia} * \text{Quant. Pessoas} * \text{Quant. Dias} \quad (2)$$

$$C_{\text{médio/mensal}} = 149,30 * 4 * 31 = 18.513,20 \text{ L/mês ou } 18,51 \text{ m}^3/\text{mês} \quad (3)$$

É importante destacar que, o presente trabalho não levará em consideração o aumento relativo do consumo de água nos períodos de verão bem como, a redução do consumo de água em épocas de inverno.

Levando em consideração as tarifas vigentes, a conta média de água mensal da residência de estudo, levando em consideração a faixa de consumo mensal de 16 a 20 m³/mês, será de R\$ 268,46/mês

#### 4.4. VOLUME DE RESERVAÇÃO

Com base na fórmula exposta no item 3.1, foi realizado o dimensionamento do volume de reservação necessária.

$$V = 135,20 * 0,85 * 96 * 0,85 = 9.377,30 \text{ Litros} \quad (4)$$

Para efeito de projeto deverá ser utilizado o volume de 5.000 Litros, tendo em vista que, ao adotar o volume de 10.000 Litros sugeridos pela norma o reservatório possuiria um volume demasiado, quando comparado com o volume de reservação instalado comumente em residências com as mesmas características.

#### 4.5. REDUÇÃO DO CONSUMO COM IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

Considerando a economia per capita de água mensal estimada na Tabela 3, ou seja, a economia de água induzida pela implantação do sistema de coleta de águas pluviais com destinação final a torneiras de uso geral, tem-se a economia de 648,00 L/mês, ou 0,648 m³/mês, totalizando uma redução de 18,51 m³/mês para 17,86 m³/mês.

A economia mensal gerada pela implantação e utilização do sistema é de cerca de R\$ 8,84/mês, ou seja, a conta de água antes do sistema era de R\$ 268,46/mês e após a implantação do sistema passou a ser R\$ 259,62/mês. A tabela a seguir demonstra de forma mais clara a redução do custo mensal de água + esgoto.

Tabela 9 – Antes/Depois da Implantação do Sistema

|                           | Antes da Implantação do sistema | Após a Implantação do sistema |
|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| <b>Consumo (m³)</b>       | 18,51                           | 17,86                         |
| <b>Custo mensal (R\$)</b> | 268,46                          | 259,62                        |
| <b>Economia (m³)</b>      | 0,65                            |                               |
| <b>Economia (R\$)</b>     | 8,84                            |                               |
| <b>Economia (%)</b>       | 3,50                            |                               |

Fonte: Autor, (2024)

#### 4.6. VIABILIDADE ECONÔMICA

A viabilidade econômica é um aspecto crucial na avaliação de projetos. Trata-se de uma análise detalhada que busca determinar se uma ideia ou projeto pode gerar

benefícios econômicos suficientes para justificar os investimentos e esforços necessários para sua implementação e operação. O objetivo principal é assegurar que o projeto seja financeiramente sustentável a longo prazo e que traga retornos satisfatórios para os investidores.

Utilizando a premissa que o sistema de reaproveitamento de água após sua implantação irá sempre gerar uma economia mensal de R\$ 8,84 durante todo o ano, a economia gerada anualmente será cerca de:

$$\text{Economia}_{\text{anual}} = \text{Economia Mensal} * \text{Meses do ano} \quad (5)$$

$$\text{Economia}_{\text{anual}} = \text{R\$}8,84 * 12 = \text{R\$}106,08 \quad (6)$$

Levando em consideração a implantação do sistema proposto, custará e em torno de R\$ 6.736,35 o tempo de retorno previsto para o investimento é de:

$$\text{Tempo de Retorno} = \frac{\text{R\$ } 6.736,35}{\text{R\$ } 106,08} \cong 64 \text{ anos} \quad (7)$$

A economia total de água gerada durante o período de retorno do investimento é de:

$$\text{Economia}_{\text{TR}} = 0,65 * 12 * 64 \cong 499 \text{ m}^3 \quad (8)$$

É importante destacar que para uma análise mais assertiva do tempo de retorno do investimento, é necessário levar em consideração alguns fatores importantes que oneram ainda mais o custo de implantação do sistema, tais como: Custo Operacional, Riscos e Incertezas, Taxa de Juros... A análise realizada para o presente trabalho apesar de ser simplória já é suficiente para determinar a viabilidade ou não do investimento.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação de sistemas de captação para armazenamento de água da chuva para uso em fins não potáveis é uma alternativa que deve ser incentivada. A adoção dessa prática em residências, prédios públicos e empresas contribui com a redução do consumo e do desperdício de água potável pela população.

Contudo como pode ser verificado que por mais simples que seja o sistema de coleta de águas pluviais, como é o caso do presente trabalho, o custo de implantação ainda se torna oneroso, principalmente pelo fato do reservatório contribuir com a maior parte do custo.

Além disso, não é possível afirmar com clareza que durante todo o ano deverá ser economizado o valor mensal calculado, tendo em vista que, em épocas de inverno o valor se torna passível de economia, bem como, em épocas de verão o valor pode aumentar de forma significativa.

De fato, a preocupação com o meio ambiente deveria ser um fator inerente nas tomadas de decisão dos seres humanos, entretanto, o sistema de coleta de águas pluviais com o direcionamento da água coleta apenas para fins de Usos Gerais se torna inviável do ponto de vista financeiro, tendo em vista que o retorno estimado do investimento é de cerca de 64 anos.

Uma solução que talvez viabilizaria a implantação do sistema de coletas de águas pluviais seria o reaproveitamento de águas da chuva para descargas sanitárias. Todavia, o sistema necessário para que esse aproveitamento ocorra naturalmente deverá ser mais complexo que o proposto neste presente trabalho, consequentemente mais oneroso.

Diante dos resultados apresentados, foi verificado a não viabilidade de implantação do sistema de coleta de águas pluviais com o reaproveitamento destinado a torneiras de uso geral.

Apesar do estudo apresentar dados que comprovam a não viabilidade da implantação do sistema para a finalidade mencionada. É passível de sugestões para próximos trabalhos a respeito do tema, as possíveis possibilidades de viabilizar a implantação do sistema, a partir de unidades que utilizem mais águas para usos comuns, como escolas, empresas, hospitais dentre outras. Dessa forma, o sistema tende a ser mais viável tendo em vista o maior uso da finalidade proposta.

## BIBLIOGRAFIAS

ABDALA, Lucas Novelino *et al.* COMO AS CIDADES INTELIGENTES CONTRIBUEM PARA O DESENVOLVIMENTO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS? UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA. **INTERNATIONAL JOURNAL OF KNOWLEDGE ENGINEERING**, FLORIANÓPOLIS, p. 98-120, 1 mar. 2023. Disponível em: [https://via.ufsc.br/wp-content/uploads/2016/06/Cidades-Inteligentes\\_Lucas.pdf](https://via.ufsc.br/wp-content/uploads/2016/06/Cidades-Inteligentes_Lucas.pdf).

Acesso em: 21 set. 2023.

AGR (GOIÁS). AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO. 27/02/2024. **Reajuste tarifário da empresa Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO**, [S. l.], 27 fev. 2024.

ARAÚJO, Maria Luiza Malucelli. SUSTENTABILIDADE DAS CIDADES: ASPECTOS CONCEITUAIS. **Universidade Federal do Paraná**, CURITIBA, p. 145-152, 11 jan. 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água de Chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro, 2019.

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

BRANDÃO, João Luiz Boccia *et al.* Análise dos métodos de dimensionamento de reservatórios de águas pluviais sugeridos pela NBR 15527/07 com base na simulação diária. **Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, SÃO CARLOS (SP), p. 1031-1041, 16 maio 2018. DOI 10.1590/S1413-41522018129228. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/kCz967pDWf5YKpbKTZyBj5p/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 set. 2023.

BRASIL. Lei Municipal nº 10651, de 1 de julho de 2021. Institui o Código Civil. **Programa de reaproveitamento de águas provenientes de lavatórios, banheiros, chuvas e dá outras providências.**, Goiânia, GO, 2021. Disponível em: [https://www.goiania.go.gov.br/html/gabinete\\_civil/sileg/dados/legis/2021/lo\\_20210701\\_000010651.html#:~:text=%EF%BB%BFLEI%20N%C2%BA%2010.651%2C%20D](https://www.goiania.go.gov.br/html/gabinete_civil/sileg/dados/legis/2021/lo_20210701_000010651.html#:~:text=%EF%BB%BFLEI%20N%C2%BA%2010.651%2C%20D)

E, chuvas%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs. Acesso em: 27 jan. 2024.

CARDOSO, Murilo Raphael *et al.* CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN-GEIGER PARA O ESTADO DE GOIÁS E O DISTRITO FEDERAL. **ESTUDO DE METODOLOGIAS DE DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA**, Goiânia, GO, 2014. DOI 10.5654/actageo2014.0004.0016. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/15047>. Acesso em: 18 jul. 2024.

COÊLHO, RONALDO SÉRGIO DE ARAÚJO. **ORÇAMENTO DE OBRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 1. ed. São Luís: [s. n.], 2015. ISBN 978-85-913540-1-6.

CRISTINA, **Análise comparativa de métodos de dimensionamento para reservatório utilizando água pluvial**. Goiânia, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/1288>. Acesso em: 02 março. 2024.

DALSENTER, M, E, V. **Estudo de potencial de economia de água potável por meio de aproveitamento de água pluvial em um condomínio residencial multifamiliar localizado em Florianópolis – SC**. Florianópolis, 2016. Disponível em: <[https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/164543/TCC%20MARTA%20DALSENTER\\_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/164543/TCC%20MARTA%20DALSENTER_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 03 set. 2023.

DAPIEVE, A. R. **Dimensionamento de reservatório para aproveitamento de água de chuva no município de Caçador/SC**. Santa Catarina, 2014. Disponível em <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/667676>. Acesso em: 02 março. 2024.

DEÁK, CSABA. **O PROCESSO DE URBANIZAÇÃO**. SÃO PAULO: EDUSP, [1999]. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7713430/mod\\_resource/content/2/VILLA%3%87A\\_Flavio\\_Uma%20contribui%C3%A7%C3%A3o%20para%20a%20hist%C3%B3ria%20do%20planejamento.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7713430/mod_resource/content/2/VILLA%3%87A_Flavio_Uma%20contribui%C3%A7%C3%A3o%20para%20a%20hist%C3%B3ria%20do%20planejamento.pdf). Acesso em: 19 set. 2023.

FARIAS, Vanessa. Plataforma BIM: Tudo sobre a grande tendência da Construção. *In: Plataforma BIM: Tudo sobre a grande tendência da Construção*. 1. ed. SÃO PAULO: SIENGE, 30 ago. 2022. Disponível em:

<https://www.sienge.com.br/blog/plataformabim/#:~:text=Plataforma%20BIM%20%C3%A9%20a%20modelagem,em%20cada%20parte%20dessa%20planta>. Acesso em: 1 maio 2024.

GOMES, Júlio *et al.* Dimensionamento de Reservatórios de Armazenamento de Águas Pluviais, usando um Critério Financeiro. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [s. l.], p. 89-100, 4 mar. 2010. Disponível em: <https://biblat.unam.mx/hevila/RBRHRevistabrasileiraderecursoshidricos/2010/vol15/o1/8.pdf>. Acesso em: 18 out. 2023.

MARINOSKI, A. K.; GHISI, E. Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC. **Ambiente Construído**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 67–84, 2008. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/5355>. Acesso em: 20 nov. 2023.

O APROVEITAMENTO de águas pluviais. [S. l.], 17 nov. 2020. Disponível em: <https://www.efct-cursos.com.br/post/o-aproveitamento-de-%C3%A1guas-pluviais>. Acesso em: 18 out. 2023

ORTIZ, Iván Andrés Sánchez *et al.* POTENCIAL DE ECONOMIA DE ÁGUA POTÁVEL POR MEIO DO USO DE ÁGUA PLUVIAL NO SETOR RESIDENCIAL DE CIDADES MÉDIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, SÃO PAULO, ed. 25, p. 1-8, 8 fev. 2005. Disponível em: <https://docplayer.com.br/15827996-lv-018-potencial-de-economia-de-agua-potavel-por-meio-do-uso-de-agua-pluvial-no-setor-residencial-de-cidades-medias-do-estado-de-sao-paulo.html>. Acesso em: 14 set. 2023.

PÊGO, Carlos Sulzer. Junior, Milton Erthal. **Dimensionamento e viabilidade econômica da coleta e uso de águas pluviais no município de campos dos Goytacazes**. Rio de Janeiro: Perspectivas online – Ciências exatas e Engenharia, 2012.

SANEPAR (PARANÁ). . TABELA DE CONSUMOS POTENCIAIS. *In: Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. BRASIL: SANEPAR, 4 mar. 2010. Disponível em:

<https://site.sanepar.com.br/informacoes-tecnicas/tabela-de-consumos-potenciais>.

Acesso em: 8 ago. 2023.

SANT'ANA, Daniel; BOEGER, Louise; MONTEIRO, Lilian. Aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas em edifícios residenciais de Brasília "" parte 1: reduções no consumo de água. **Paranoá**, [S. l.], v. 6, n. 10, p. 77–84, 2013. DOI: 10.18830/issn.1679-0944.n10.2013.12125. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/10637>. Acesso em: 14 abr. 2024.

Schervier et al, ESTUDO DE METODOLOGIAS DE DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA. 2009. Trabalho de Conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL, Goiânia, GO, 2009

SINAPI: Metodologias e Conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil / Caixa Econômica Federal. – 3ª Ed. – Goiânia: CAIXA, 2024

SNIS: Série Histórica. 6. [S. l.], 2023. Disponível em: <http://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/>. Acesso em: 6 out. 2023.

VITORIANO, L. **Sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais em indústria de alimentos**. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Faculdade de tecnologia departamento de engenharia mecânica, Universidade de Brasília. Brasília, p.159.2016.

WOLKMER, . de F.; PIMMEL, . F. Política Nacional de Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental. **Sequência Estudos Jurídicos e Políticos**, [S. l.], v. 34, n. 67, p. 165–198, 2013. DOI: 10.5007/2177-7055.2013v34n67p165. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/sequencia/article/view/21777055.2013v34n67p165>. Acesso em: 20 nov. 2023.

## APÊNCICE A – DIMENSIONAMENTO DAS CALHAS E CONDUTORES

### DIMENSIONAMENTO DE CALHA E CONDUTOR

#### 1.0) Parâmetros da curva IDF da localidade

Cidade

k  a

b  c

TR  anos tc  minutos

#### 1.1) Dados da calha a ser escolhida

Coef. Runoff  calha

Declividade da calha

$$i = \frac{K \cdot TR^a}{(tc + b)^c}$$

#### 1.2) Parâmetros do telhado a drenar

Inclinação

a [m]

b [m]

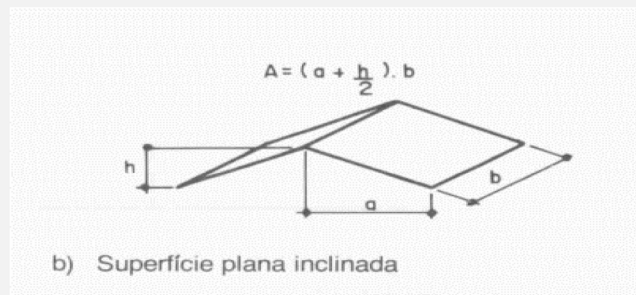
Coef. Runoff  telhado

h  m

Área  m<sup>2</sup>

Chuva de proj.  mm/h

Vazão de proj  L/min



#### 1.3) Dimensionamento da capacidade máxima de vazão da calha:

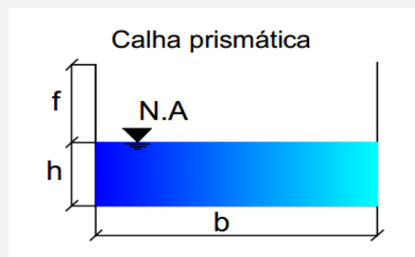
S [m<sup>2</sup>]

P. molhado  m

Rh [m]

Q(calc)  L/min

Verificação: **Bem dimensionada**



|                 |       |                 |
|-----------------|-------|-----------------|
| Altura útil (h) | 10    | cm              |
| Base (b)        | 30    | cm              |
| Folga (f)       | 10    | cm              |
| n               | 0,011 | Aço Galvanizado |

**Solução: Calha retangular 30cm x 20cm**

### DIMENSIONADOR DE CONDUTOR VERTICAL

Método Frutuoso Dantas - Extraído de Plínio Tomaz

$$Q = 0,0116 \cdot d \cdot H^{1,5} \quad \text{para } H/d < 1/3$$

$$Q = 0,0039 \cdot d^2 \cdot H^{0,5} \quad \text{para } H/d > 1/3$$

Sendo:

Q=capacidade de descarga do condutor vertical junto à calha (L/min);

d= diâmetro do coletor junto à calha (mm);

H= altura da lâmina d'água na entrada do condutor (mm).

$$d = \sqrt{\frac{Q}{0,0039 \cdot H^{0,5}}} \quad \text{se } \frac{H}{D} > \frac{1}{3} \quad \text{ou } d = \frac{Q}{0,0116 \cdot H^{1,5}} \quad \text{se } \frac{H}{D} < \frac{1}{3}$$

**Calha retangular**Estimativa 01 -  $H/d \geq 1/3$ diâmetro  mmdiâmetro comercial  mmConfirma o cálculo ? **OK**Estimativa 02 -  $H/d < 1/3$ diâmetro  mmdiâmetro comercial  mmSolução: Condutor vertical com  $\Phi$  de 100

APÊNCICE B – COTAÇÕES

16/07/2024, 14:09

Ralo Grelha Tipo Abacaxi Redondo Proteção Calha Ferro Fundido  
Frete grátis nas Painelas acima de R\$ 200,00.



O que você está buscando?



5%  
OFF



1 / 2

ESPECIFICAÇÕES DO PRODUTO

Características Técnicas: Captação de águas pluviais, alto padrão de qualidade, durabilidade, proporciona melhor acabamento na obra.

Indicação: Áreas externas, calhas e outros.  
Material: Ferro Fundido.  
Acabamento: Pintura Preto Fosco.

MEDIDAS DISPONÍVEIS

Tamanho: 100mm Peso: 0,360kg

Tamanho: 150mm Peso: 1,100kg

Temos uma linha completa em tampas de ferro e pvc para construção como, tampões para proteger caixas de passagem, tampa de esgoto, tampa de águas pluviais, tampa de ferro fundido tampa de água potável, tampa para calçada, tampa de ferro elétrica, entre outros.



Loja Casa e Jardim - Construção, Reforma e Melhorias

Ao navegar por este site você aceita o uso de cookies para agilizar a sua experiência de compra.

ENTENDI



<https://lojacasaejardim.com.br/produtos/ralo-grelha-tipo-abacaxi-redondo-protecao-calha-ferro-fundido/?variant=163926224&pf=mc&srsId=AfmB...>

16/07/2024, 14:09

Ralo Grelha Tipo Abacaxi Redondo Proteção Calha Ferro Fundido

Ralo Grelha Tipo Abacaxi Redondo  
Proteção Calha Ferro Fundido

☆☆☆☆☆ (0)

R\$ 9,49 no PIX com 5% OFF

R\$10,50 **R\$9,99**

 5% de desconto pagando com Pix

Ver mais detalhes

Tamanho

100mm

- 1 +

COMPRAR

 Meios de envio

Seu CEP

CALCULAR

Não sei meu CEP

 Desconto de 5%  
Em pagamentos via PIX

Seja o primeiro a avaliar este produto!

[Adicionar uma avaliação](#)

Usando App Trusty

## Produtos relacionados

9%  
OFF

31%  
OFF

5 Ralo Abacaxi Semiesférico Proteção  
Entopimento 150mm Ferro

~~R\$120,00~~ R\$ 104,03 no PIX **OU**  
**R\$109,50**

em até 5 x de **R\$21,90** sem juros

☆☆☆☆☆ (0)

COMPRAR

Ralo Oculto 15x15 Invisível  
Porcelanato Sifona

~~R\$39,00~~ R\$ 25,65 no P  
**R\$27,00**

em até 2 x de **R\$13,50** ser

★★★★★ (2)

COMPRAR

Departamentos

Ao navegar por este site você aceita o uso de cookies para agilizar a sua experiência de compra.

Intitucional

Início

ENTENDI em Somos



16/07/2024, 14:09

Ralo Grelha Tipo Abacaxi Redondo Proteção Calha Ferro Fundido

Jogo de Panelas

Política de Privacidade

Panelas

Trocas e Devoluções

Utensílios

Como Comprar

Gourmet

Material de construção

Entre em contato

📞 5537999514205

📞 (37) 99951-4205

✉ vendas.casaejardimcomercio@gmail.com

Permaneça conectado

Meios de pagamento

Meios de envio

Copyright Casa e Jardim Comércio - 37484443000105 - 2024. Todos os direitos reservados.

Ao navegar por este site **você aceita o uso de cookies** para agilizar a sua experiência de compra.

ENTENDI





BI

1/6



 Meu Pedido

 Atendimento

 Rastrear Pedido

 Carrinho

Captação de Água de Chuva

Cisternas

Bombas

Tratamento de Água

Filtro Eco - Combustível

Ofertas

Lançamentos

Blog

Sistema de filtragem:

- Separação automática de até 98% dos resíduos sólidos,
- Autolimpante, ou seja, o expurgo arrasta a matéria sólida diminuindo a necessidade de manutenção,
- Filtra até 95% da água captada,
- Expurgo com válvula de retenção (anti retorno).

Dimensões:

- A entrada pode ser adaptada, dessa forma: 100 mm (DN100) padrão de fábrica / 150 mm (DN150) corte feito no local.
- Saída de água filtrada: 100 mm (DN100).
- Expurgo, com válvula de retenção, pode ser adaptada, dessa forma: 100 mm (DN100) padrão de fábrica / 150 mm (DN150) corte feito no local.
- Altura: 37 cm,
- Largura: 46 cm (DN100) / 34 cm (DN150),
- Profundidade: 16 cm,
- Peso: 3 kg.
- Filtro Interno de Cisterna.

Avaliações do produto

Perguntas e Respostas

Confira as opiniões de quem já comprou o produto!

AVALIAR PRODUTO

5

★★★★★

Média baseada em 2 avaliações

5 estrelas

4 estrelas

3 estrelas

2 estrelas

1 estrela

2

0

0

0

0

★★★★★

Samuel de Oliveira

Mai 2022

Melhor filtro para ser colocado dentro da cisterna, pequeno e pratico,

★★★★★

Maria José

Mai 2021

Melhor custo benefício pra casa, adorei, entregaram super rápido, antes do prazo, Sr. Danilo sempre muito atencioso.

Este site utiliza cookies para melhorar sua experiência de navegação. Ao continuar, você concorda com a nossa política de privacidade.