

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA - CÂMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ANA LUIZA PALÁCIO FILIPINI**

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM  
SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS  
NÃO POTÁVEIS NA IRMANDADE DO DIVINO ESPÍRITO SANTO, EM  
FLORIANÓPOLIS - SC**

**FLORIANÓPOLIS, 2023.**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA - CÂMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ANA LUIZA PALÁCIO FILIPINI**

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM  
SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS  
NÃO POTÁVEIS NA IRMANDADE DO DIVINO ESPÍRITO SANTO, EM  
FLORIANÓPOLIS - SC**

Trabalho de Conclusão de Curso  
submetido ao Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia de Santa  
Catarina como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Engenheira Civil.

Orientador:  
Prof. Me. Reginaldo Campolino Jaques

**FLORIANÓPOLIS, 2023**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Filipini, Ana Luiza Palácio

Estudo de viabilidade econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis na Irmandade do Divino Espírito Santo, em Florianópolis-SC / Ana Luiza Palácio Filipini; orientação de Reginaldo Campolino Jaques. - Florianópolis, SC, 2023.

101 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)- Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Florianópolis. Bacharelado em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico de Construção Civil. Inclui Referências.

1. Água pluvial. 2. Aproveitamento de água da chuva. 3. Usos finais da água. 4. Dimensionamento do reservatório. 5. Período de retorno de investimento. I. Campolino Jaques, Reginaldo. II. Instituto Federal de Santa Catarina. III. Título.

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA  
DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS NA  
IRMANDADE DO DIVINO ESPÍRITO SANTO, EM FLORIANÓPOLIS - SC**

**ANA LUIZA PALÁCIO FILIPINI**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheira Civil e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 28 de junho, 2023.

Banca Examinadora:

---

Prof. Reginaldo Campolino Jaques, Me.

---

Prof<sup>a</sup> Milena de Mesquita Brandão, Ma.  
Instituto Federal de Santa Catarina

---

Prof<sup>a</sup> Elivete Carmen Clemente Prim, Dr<sup>a</sup>.  
Instituto Federal de Santa Catarina

---

Prof<sup>a</sup> Aline Souza Lopes Ventura Nardi, Ma.  
Instituto Federal de Santa Catarina

## RESUMO

A água é um recurso natural limitado e essencial à vida, por isso cada vez mais tem crescido a preocupação com o consumo desse recurso. Dentre as opções para o uso racional do consumo de água, está a implantação de sistema de aproveitamento da água da chuva na qual é uma alternativa eficaz, sustentável e que promove a economia de água potável e alivia os problemas de disponibilidade de água. Com isso, o objetivo deste trabalho foi dimensionar e avaliar a viabilidade econômica da instalação de um sistema de aproveitamento de água pluvial na Irmandade Divino Espírito Santo, localizada em Florianópolis-SC. Em um primeiro momento, buscou-se informações do local de estudo, como as características da edificação, das instalações sanitárias e pluviais existentes. Verificou-se também a intensidade de chuva na região por meio do levantamento pluviométrico de uma estação localizada em Florianópolis-SC. Por meio das faturas de água foi possível estimar o consumo de água potável mensal da instituição. Para determinar os usos finais da água na instituição foram extraídos dados de estudos similares sobre aproveitamento de água pluvial em escolas e estimado um percentual médio de usos finais de água não potável para a instituição estudada. Com o auxílio do programa computacional Netuno, foi definido o volume ideal dos reservatórios e foi possível avaliar o potencial de economia de água potável, que resultou em 11,48% . As instalações de coleta pluvial foram dimensionadas conforme a NBR 10844 (ABNT, 1989), de acordo com as características arquitetônicas da instituição. Para estimar os custos relativos à implantação do sistema na instituição, foi utilizado o SINAPI e pesquisa de mercado, que resultou em um orçamento de R\$ 53.719,68. O período de retorno de investimento foi calculado através do método payback descontado. No entanto, devido a baixa economia gerada com a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial de apenas R\$ 240,57, não foi possível definir um período de retorno do capital investido. Com isso, pode-se concluir com esse estudo que o alto consumo de água na instituição afetou diretamente no potencial de economia de água potável. Sendo assim, esse trabalho evidenciou a necessidade de realizar estudos mais aprofundados a respeito da alta demanda de água consumida na instituição, a fim de identificar as possíveis causas desse excessivo consumo.

**Palavras-chave:** Água pluvial. Aproveitamento de água da chuva. Usos finais da água. Dimensionamento do reservatório. Período de retorno do investimento.

## ABSTRACT

Water is a limited natural resource and essential to life, so there has been an increasing concern about consumption. Among the options for the rational use of water consumption, is the implementation of a rainwater harvesting system, which is an effective, sustainable alternative that promotes potable water savings and reduces water availability problems. Thus, the objective of this work was to measure and evaluate the economic viability of installing a rainwater harvesting system at the Irmandade Divino Espírito Santo, located in Florianópolis-SC. At first, information on the study site was sought, such as the characteristics of the building, sanitary and rainwater installations. The intensity of rainfall in the region was also verified through the pluviometric survey of a station located in Florianópolis-SC. Using the water bills, it was possible to estimate the institution's monthly potable water consumption. To determine the potable water end-uses in the institution, data were extracted from similar studies on the use of rainwater in schools and an average percentage of potable water end-uses was estimated for the institution. With the Netuno computational program, the ideal volume of the tanks was defined and it was possible to evaluate the potable water saving potential, which resulted in 11.48%. The rain collection installations were dimensioned according to NBR 10844 (ABNT, 1989), according to the architectural characteristics of the institution. To estimate the costs related to the implementation of the system in the institution, SINAPI and price research were used, which resulted in a budget of R\$ 53.719,68. The payback period was calculated using the discounted payback method. However, due to the low savings generated with the implementation of the rainwater harvesting system of only R\$ 240.57, it was not possible to define a period of return on invested capital. With this, it can be concluded from this study that the high consumption of water in the institution directly affected the potable water saving potential. Therefore, this work highlighted the need to carry out more in-depth studies regarding the high demand for water consumed in the institution, in order to identify the possible causes of this excessive consumption.

**Keywords:** Rainwater. Rainwater harvesting. Water end uses. Dimensioning of water tank. Payback period.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Volume total de água no mundo.....	17
Figura 2 – Volume total de água doce no mundo.....	18
Figura 3 – Divisão hidrográfica de Santa Catarina.....	21
Figura 4 – Região hidrográfica do Litoral Centro.....	22
Figura 5 – Precipitação média anual no Brasil entre o ano de 1961 a 2020.....	24
Figura 6 – Esquema de coleta de água de chuva.....	29
Figura 7 – Área de coleta - telhado.....	30
Figura 8 – Área de coleta - laje.....	30
Figura 9 – Área de coleta - telhado e pátio.....	30
Figura 10 – Sistema de grade localizado sobre a calha.....	31
Figura 11 – Reservatório de autolimpeza com torneira-boia.....	33
Figura 12 – Fluxograma da metodologia.....	35
Figura 13 – Localização geográfica de Florianópolis.....	36
Figura 14 – Localização IDES.....	38
Figura 15 – Fachada IDES.....	38
Figura 16 – Imagem aérea IDES.....	39
Figura 17 – Ábaco para determinação do diâmetro interno dos condutores verticais considerando calhas com saída em aresta viva.....	42
Figura 18 – Vasos sanitários.....	53
Figura 19 – Lavatórios.....	53
Figura 20 – Caixa d'água potável existente.....	54
Figura 21 – Caixas d'água desativadas.....	54
Figura 22 – Vista da cobertura da instituição.....	54
Figura 23 – Vista da cobertura da instituição.....	54
Figura 24 – Tubulações existentes na edificação para condução de água de chuva.....	55
Figura 25 – Tubulações existentes na edificação para condução de água de chuva.....	55
Figura 26 – Cálculo da área de contribuição para superfície inclinada.....	56
Figura 27 – Esquema ilustrativo da divisão das áreas de contribuição.....	56
Figura 28 – Coeficiente de rugosidade dos materiais utilizados na confecção de calhas.....	58

Figura 29 – Conjunto motobomba disponível para uso na instituição.....	61
Figura 30 – Motobombas Centrífugas Multiestágios.....	61
Figura 31 – Desenho isométrico dos banheiros 2 e 3 localizados no 4o pavimento - Esquema do abastecimento de água não potável.....	64
Figura 32 – Desenho isométrico dos banheiros 32, 33, 34 e 35 localizados no pavimento térreo - Esquema do abastecimento de água não potável.....	65
Figura 33 – Dados de entrada utilizados no programa Netuno.....	67

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Proporção de área territorial, disponibilidade de água e população pelas cinco regiões geográficas do Brasil.....	20
Gráfico 2 – Disponibilidade hídrica estimada por região para o período de 2000 a 2100.....	20
Gráfico 3 – Precipitação média mensal em Florianópolis entre o ano de 1991 e 2020.....	24
Gráfico 4 – Usos finais corrigidos.....	27
Gráfico 5 – Volumes médios mensais de precipitação da estação meteorológica de Florianópolis.....	46
Gráfico 6 – Potencial de economia de água potável x Volume do reservatório inferior, extraído do programa Netuno.....	69
Gráfico 7 – Fluxos de caixa descontados ao longo do período de vida útil do sistema.....	74

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção Hídrica do Mundo, por Região.....	18
Tabela 2 – Vazão média de água do Brasil em comparação com o total dos outros países da América do Sul.....	19
Tabela 3 – Disponibilidade hídrica superficial por RH.....	23
Tabela 4 – Usos finais de água corrigidos para as escolas municipal e estadual.....	26
Tabela 5 – Variações da qualidade da água de chuva devido ao sistema de coleta.....	30
Tabela 6 – Tratamento necessário para a água de chuva , conforme os seus diferentes usos.....	32
Tabela 7 – Capacidade dos condutores horizontais de seção circular (L/min)....	43
Tabela 8 – Volumes médios mensais de precipitação da estação meteorológica de Florianópolis.....	49
Tabela 9 – Consumo de água potável na IDES entre 2020 e 2021.....	50
Tabela 10 – Percentual médio de água potável que pode ser substituído por água pluvial.....	51
Tabela 11 – Usos finais da água consumida mensalmente na instituição.....	51
Tabela 12 – Percentual do consumo de água em vasos sanitários e mictórios..	52
Tabela 13 – Áreas de contribuição da cobertura da edificação.....	57
Tabela 14 – Vazões de projeto para as áreas de contribuição da cobertura da edificação.....	58
Tabela 15 – Dimensionamento das calhas da cobertura da edificação.....	59
Tabela 16 – Vasos sanitários atendidos pela água da chuva.....	63
Tabela 17 – Dimensionamento das tubulações de abastecimento de água não potável (ANP2).....	66
Tabela 18 – Dimensionamento das tubulações de abastecimento de água não potável (ANP6).....	66
Tabela 19 – Resumo dos volumes dos reservatórios e seu potencial de economia.....	69
Tabela 20 – Planilha orçamentária dos equipamentos e serviços.....	71
Tabela 21 – Custos de água por faixa de consumo para a categoria pública especial.....	72
Tabela 22 – Resumo do consumo e custo médio mensal de água potável atual e após a implantação do sistema de água pluvial.....	73

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CASAN	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDES	Irmandade do Divino Espírito Santo
IFSC	Instituto Federal de Santa Catarina
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
PERHSC	Plano de Recursos Hídricos de Santa Catarina
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 Justificativa.....	15
1.2 Objetivo Geral.....	15
1.3 Objetivos Específicos.....	15
1.4 Estrutura do Trabalho.....	16
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>17</b>
2.1 Disponibilidade da água no mundo.....	17
2.2 Disponibilidade da água no Brasil.....	18
2.3 Disponibilidade de água em Santa Catarina.....	21
2.4 Disponibilidade de água em Florianópolis.....	22
2.5 Precipitação pluviométrica.....	23
2.6 Estudos de potencial do aproveitamento pluvial em escolas.....	25
2.7 Usos finais da água em escolas.....	26
2.8 Aproveitamento de água pluvial.....	27
2.8.1 Partes constituintes.....	28
2.8.1.1 Área de coleta.....	29
2.8.1.2 Condutores.....	31
2.8.1.3 Tratamento.....	31
2.8.1.4 Armazenamento.....	33
2.8.2 Dimensionamento do reservatório.....	33
<b>3 MÉTODOS E TÉCNICAS.....</b>	<b>35</b>
3.1 Área de estudo.....	35
3.2 Local de estudo.....	36
3.3 Levantamento de dados.....	39
3.3.1 Área de captação.....	39
3.3.2 Dados pluviométricos.....	40
3.3.3 Consumo de água medido pela CASAN.....	40
3.4 Usos finais de água.....	40
3.5 Concepção do projeto.....	41
3.6 Dimensionamento das instalações de coleta pluvial.....	41
3.6.1 Calhas.....	41
3.6.2 Condutores verticais.....	42
3.6.3 Condutores horizontais.....	42
3.6.4 Sistema elevatório.....	43
3.6.5 Dimensionamento da tubulação de abastecimento aos pontos de consumo... 44	
3.7 Dimensionamento dos reservatórios.....	45
3.8 Viabilidade econômica.....	45
3.8.1 Estimativa de custo de implantação.....	46

3.8.2 Estimativa de consumo de energia elétrica.....	46
3.8.3 Período de retorno de investimento.....	47
<b>4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>49</b>
<b>4.1 Levantamento de dados.....</b>	<b>49</b>
4.1.1 Dados pluviométricos.....	49
4.1.2 Consumo de água medido pela CASAN.....	50
<b>4.2 Usos finais de água.....</b>	<b>50</b>
<b>4.3 Concepção do projeto.....</b>	<b>52</b>
4.3.1 Instalações hidrossanitárias existentes.....	52
<b>4.4 Dimensionamento das instalações de coleta pluvial.....</b>	<b>55</b>
4.4.1 Calhas.....	55
4.4.2 Condutores verticais.....	60
4.4.3 Condutores horizontais.....	60
4.4.4 Sistema elevatório.....	60
4.4.5 Dimensionamento da tubulação de abastecimento aos pontos de consumo...	62
<b>4.5 Dimensionamento dos reservatórios.....</b>	<b>67</b>
<b>4.6 Viabilidade econômica.....</b>	<b>70</b>
4.6.1 Estimativa de custo de implantação.....	70
4.6.2 Estimativa de consumo de energia elétrica.....	71
4.6.3 Período de retorno de investimento.....	72
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>74</b>
<b>5.1 Sugestões para trabalhos futuros.....</b>	<b>75</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>76</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável à vida, sendo assim atualmente existe uma grande preocupação da população referente a conservação desse recurso, já que a redução da qualidade e da disponibilidade dos recursos hídricos no planeta vem se agravando com o passar dos anos. Segundo o Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (2020), o consumo mundial de água aumentou em seis vezes nos últimos cem anos, e continua a crescer de forma constante a uma taxa de cerca de 1% ao ano como resultado do aumento populacional, do desenvolvimento econômico e das mudanças nos padrões de consumo.

Cerca de 1,6 bilhão de pessoas enfrentam escassez “econômica” de água, o que significa que, embora a água possa estar fisicamente disponível, não existe infraestrutura necessária para que as pessoas tenham acesso a essa água (Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, 2007 apud UNESCO, 2021). Dessa forma, fica clara a necessidade da utilização de novas técnicas de aproveitamento da água.

Alternativas como o aproveitamento da água pluvial e da água cinza para fins não potáveis, como a utilização em descarga de bacias sanitárias, irrigação de plantas, lavação de carros e calçadas, contribuem com a redução do consumo de água potável (Peters, 2006). Além disso, a utilização de sistemas de aproveitamento de água da chuva contribui com a redução dos custos de fornecimento de água pelas companhias de abastecimento, minimiza os riscos de enchentes e preserva o meio ambiente através da redução da escassez de recursos hídricos (May, 2004).

Fasola et al. (2011) citam a importância do incentivo à conservação de água em edificações ligadas ao setor de educação, especialmente pelo fato de escolas serem exemplos de instituições que pertencem ao setor público, onde são contabilizados os maiores consumos e desperdícios de água. Além disso, as escolas atendem um grande número de pessoas, sendo, dessa forma, um excelente meio de divulgação das vantagens da implantação de técnicas sustentáveis como o aproveitamento de água pluvial e o reuso de águas cinzas.

O aproveitamento pluvial é uma tecnologia eficiente, flexível e de impacto ambiental baixíssimo que visa a atender à demanda crescente de recursos hídricos (Cain, 2014).

### **1.1 Justificativa**

Diante do aumento da demanda hídrica mundial e com isso a crise de escassez hídrica, torna-se necessária a adoção de estratégias que visem racionalizar a utilização dos recursos hídricos contribuindo com a redução do consumo de água potável.

O aproveitamento de água de chuva é um sistema que além de contribuir com a proteção do meio ambiente, auxilia na redução de custos, pois parte da água consumida passará a ter origem pluvial. Esse fato se torna ainda mais significativo quando implantado em instituições sem fins lucrativos que dependem principalmente de doações, como é o caso do objeto de estudo deste trabalho.

### **1.2 Objetivo Geral**

Dimensionar e avaliar o potencial de economia de água potável através da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis na Irmandade do Divino Espírito Santo, localizada no município de Florianópolis - SC.

### **1.3 Objetivos Específicos**

Este trabalho possui os seguintes objetivos específicos:

- a) Compreender o funcionamento de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial;
- b) Levantar dados de demanda de água e pontos de utilização na Irmandade do Divino Espírito Santo;
- c) Calcular o volume ideal do reservatório de água pluvial de acumulação de água pluvial;

- d) Dimensionar as instalações de coleta pluvial de acordo com as características arquitetônicas da instituição;
- e) Levantar o custo de implantação do sistema e determinar o período de retorno do investimento inicial.

#### **1.4 Estrutura do Trabalho**

Este trabalho é composto por seis capítulos. No primeiro capítulo é apresentada a introdução do tema do trabalho, seguida pela justificativa, objetivos gerais e específicos do trabalho.

No segundo capítulo é apresentada a fundamentação teórica que aponta a disponibilidade de água no Brasil e no mundo, os estudos encontrados na literatura a respeito do potencial de aproveitamento de água pluvial em escolas e seus usos finais. Neste capítulo é apresentado também o funcionamento do sistema de aproveitamento da água de chuva e os métodos de dimensionamento existentes na literatura.

No terceiro capítulo é feita uma breve apresentação do local de estudo e são apontados os dados de entrada necessários ao dimensionamento do reservatório, bem como a forma de obtenção destes dados. Neste capítulo também são descritos os métodos de dimensionamento das instalações de captação e abastecimento de água pluvial, bem como os métodos de dimensionamento dos dispositivos auxiliares e modo de levantamento do custo de implantação do projeto.

No quarto capítulo são apresentados os resultados do estudo. Esse capítulo compreende os dados levantados necessários para estimar o potencial de economia de água potável na instituição e assim analisar a viabilidade econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial na instituição.

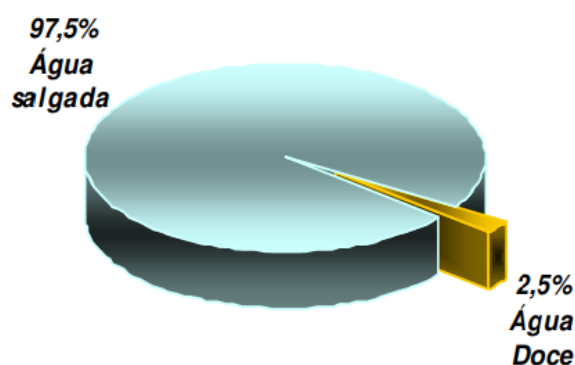
E finalmente, no quinto capítulo é apresentada a conclusão do trabalho e sugestões para trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Disponibilidade da água no mundo

Apesar da água ser o elemento mais abundante do planeta, a maior parte desse recurso é encontrado nos mares e oceanos, sendo águas extremamente salgadas e impróprias para consumo. Do volume total de água no planeta, somente 2,5% corresponde à água doce, sendo que apenas 0,3% deste total se encontra em lagos, rios e reservatórios, estando o restante distribuído na biomassa e na atmosfera sob a forma de vapor. Desse modo, estima-se que apenas 0,007% de toda a água doce do planeta corresponde a parcela efetivamente disponível ao uso humano (UNIÁGUA, 2006).

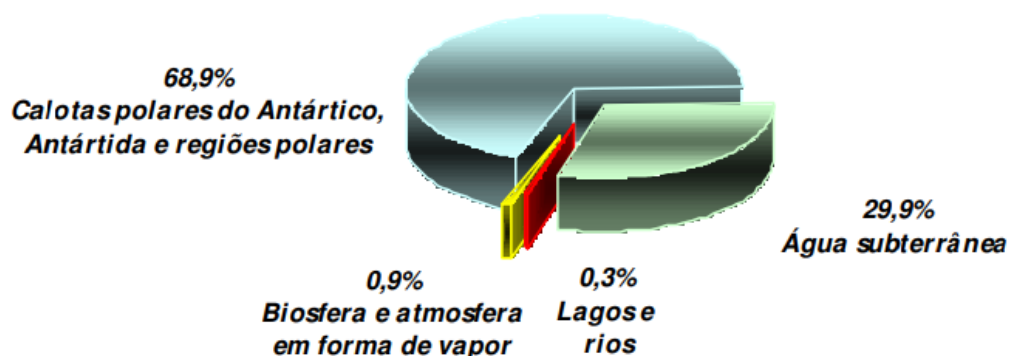
Figura 1 – Volume total de água no mundo



Fonte: Shiklomanov (1998).

É possível verificar na Figura 2 que grande parte da água doce disponível no mundo está presente em sua forma sólida e apenas uma pequena parcela dessa água está disponível para consumo, encontrada nos lagos e rios.

Figura 2 – Volume total de água doce no mundo



Fonte: Shiklomanov (1998).

Segundo TOMAZ (1998) apud Marinoski (2007), esta água disponível no mundo não está uniformemente distribuída ao longo do globo. A Tabela 1 apresenta os valores de produção hídrica no mundo, identificados por região. Percebe-se que os maiores volumes de produção hídrica estão disponíveis na Ásia e na América do Sul, com 31,6% e 23,1% respectivamente.

Tabela 1 – Produção Hídrica do Mundo, por Região

Regiões do mundo	Vazão média (m <sup>3</sup> /s)	Porcentagem (%)
Ásia	458.000	31,6
América do Sul	334.000	23,1
América do Norte	260.000	18,0
África	145.000	10,0
Europa	102.000	7,0
Antártida	73.000	5,0
Oceania	65.000	4,5
Austrália e Tasmânia	11.000	0,8
<b>Total</b>	<b>1.448.000</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Tomaz (1998) apud Marinoski (2007).

## 2.2 Disponibilidade da água no Brasil

O Brasil é um dos países que possuem a maior disponibilidade de água doce do mundo, com uma das maiores bacias hídricas do planeta. Segundo Tomaz

(2001), o país possui uma quantidade de água doce que corresponde a 12% do total mundial. De acordo com os dados apresentados na Tabela 2, o Brasil ocupa posição de destaque dentro da América do Sul, possuindo 53% da vazão média de água.

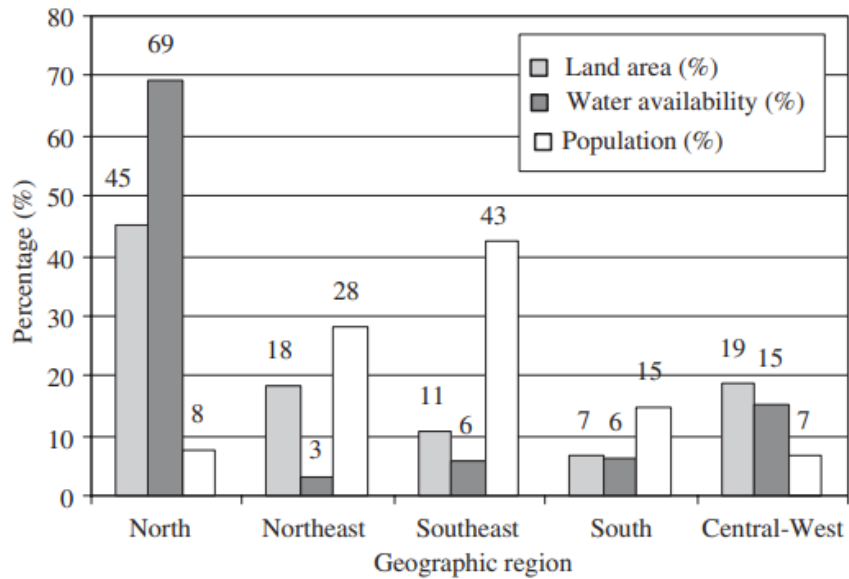
**Tabela 2 – Vazão média de água do Brasil em comparação com o total dos outros países da América do Sul**

<b>América do Sul</b>	<b>Vazão média</b>	
	<b>m<sup>3</sup>/s</b>	<b>porcentagem (%)</b>
Brasil	177.900	53
Outros países	156.100	47
Total	334.000	100

Fonte: Tomaz (1998).

Apesar da grande disponibilidade de água no Brasil, os recursos hídricos estão distribuídos de maneira desigual pelo território do país. Com base nos dados do IBGE e ANA, GHISI (2005) comparou a proporção de área de terra, a disponibilidade de água e a população das cinco regiões do Brasil. Conforme o gráfico 1, é possível observar que as regiões mais populosas são as que possuem menor disponibilidade de água, por outro lado, onde há muita disponibilidade de água ocorre baixo índice populacional. Pode-se citar como exemplo a Região Sudeste, que possui um potencial hídrico de apenas 6% do total nacional, porém conta com 43% do total de habitantes do país, enquanto a Região Norte apresenta 69% de água disponível, contando com apenas 8% da população brasileira.

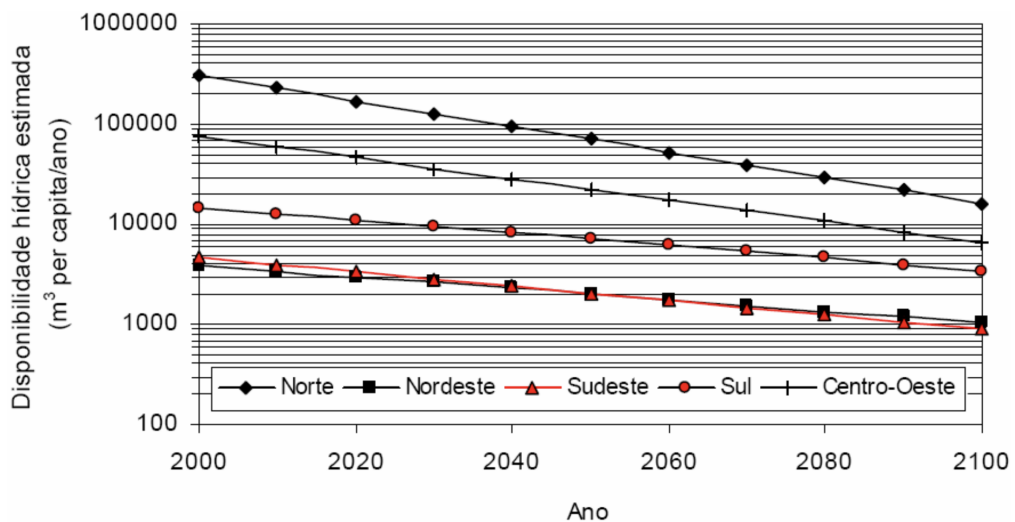
**Gráfico 1 – Proporção de área territorial, disponibilidade de água e população pelas cinco regiões geográficas do Brasil**



Fonte: Ghisi (2005).

GHISI (2006 apud ROCHA, 2009) estimou as futuras disponibilidades hídrica até o ano de 2100 para as cinco regiões do Brasil. O autor concluiu que a partir de 2050 as disponibilidades de água serão consideradas muito baixas, chegando a valores menores que 2.000 m<sup>3</sup> *per capita* por ano. Já na região sudeste, a partir de 2094, os valores serão considerados catastróficamente baixos.

**Gráfico 2 – Disponibilidade hídrica estimada por região para o período de 2000 a 2100**



Fonte: Ghisi (2006).

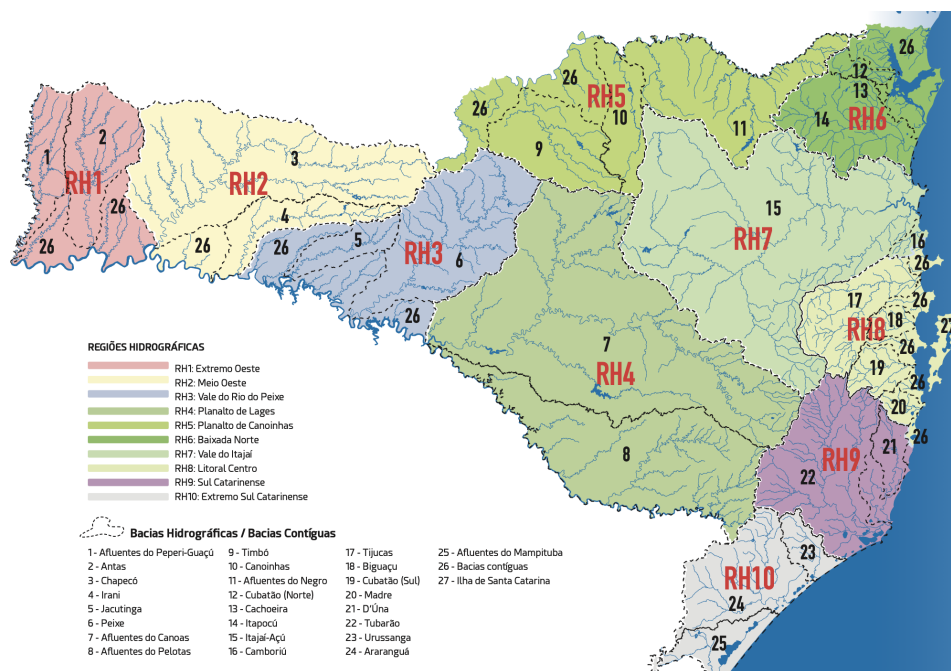
Dessa forma, devido ao crescimento populacional e a diminuição da disponibilidade hídrica, faz-se necessário estudos de outras alternativas de abastecimento de água, entre elas o aproveitamento de água pluvial.

### 2.3 Disponibilidade de água em Santa Catarina

O Estado de Santa Catarina possui área total de 95.736,165 km<sup>2</sup>, que representa 1,12% da superfície do território nacional.

De acordo com a divisão adotada atualmente pela Agência Nacional de Águas - ANA, os rios que drenam o território do estado integram três grandes Regiões Hidrográficas – a Região Hidrográfica do Paraná, a Região Hidrográfica do Uruguai e a Região Hidrográfica Atlântico Sul. Santa Catarina é ainda caracterizada por unidades de planejamento e gestão de recursos hídricos que integram 10 Regiões Hidrográficas (RH) (PERHSC, 2018), divididas conforme figura 3.

Figura 3 – Divisão Hidrográfica de Santa Catarina



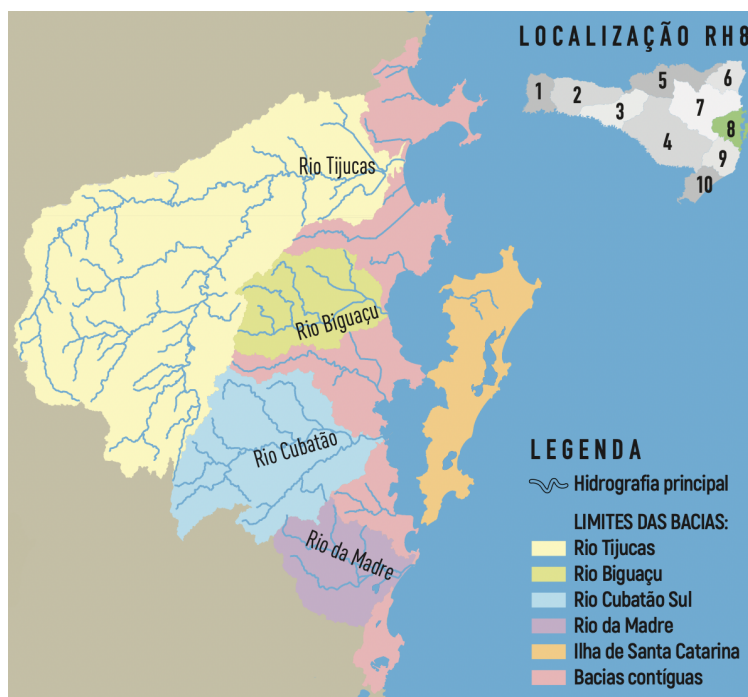
Fonte: PERHSC (2017).

## 2.4 Disponibilidade de água em Florianópolis

O Município de Florianópolis está localizado na Região Sul do Brasil e possui uma área total de 438,5 km<sup>2</sup>. A rede hidrográfica do município é caracterizada por diversas bacias, rios, canais e córregos que deságuam diretamente nas baías norte e sul, e no Oceano Atlântico. Destacam-se as bacias do Rio Ratonês, Saco Grande, Lagoa da Conceição, Itacorubi, Rio Tavares e Lagoa do Peri (PMF, 2021).

Dentre as dez regiões hidrográficas (RH) que dividem o estado de Santa Catarina, Florianópolis está localizada na Região Hidrográfica do Litoral Centro (RH8). Nessa RH encontra-se a Bacia Hidrográfica do Rio Biguaçu, Rio Cubatão Sul, Rio Tijucas, Rio da Madre, além da ilha de Florianópolis e bacias contíguas com sistemas de drenagem independentes (PERHSC, 2018).

Figura 4 – Região Hidrográfica do Litoral Centro



Fonte: PERHSC (2017).

A tabela 3 apresenta a disponibilidade hídrica superficial por Região Hidrográfica, com destaque à RH8 onde Florianópolis está localizada.

**Tabela 3 – Disponibilidade hídrica superficial por RH**

<b>Regiões Hidrográficas</b>	<b>Qmt</b>	<b>Q90</b>	<b>Q95</b>	<b>Q98</b>	<b>Q7,10</b>
	<b>m³/s</b>	<b>m³/s</b>	<b>m³/s</b>	<b>m³/s</b>	<b>m³/s</b>
RH1	177,1	28,3	19,5	12,4	13,2
RH2	309,9	82,5	64,2	45,9	19,5
RH3	215,9	45,3	34,6	23,8	21
RH4	561,3	146,9	109,5	74,1	39,2
RH5	207,3	63,4	50,1	37,8	23,5
RH6	166	58,7	47,2	37,3	16,6
RH7	495,6	129,7	99,9	70,1	26,5
<b>RH8</b>	<b>134,9</b>	<b>64</b>	<b>53,2</b>	<b>43,7</b>	<b>24,5</b>
RH9	169,1	64,3	50,7	38,9	28,8
RH10	173,5	37,6	25,3	16,3	13,1

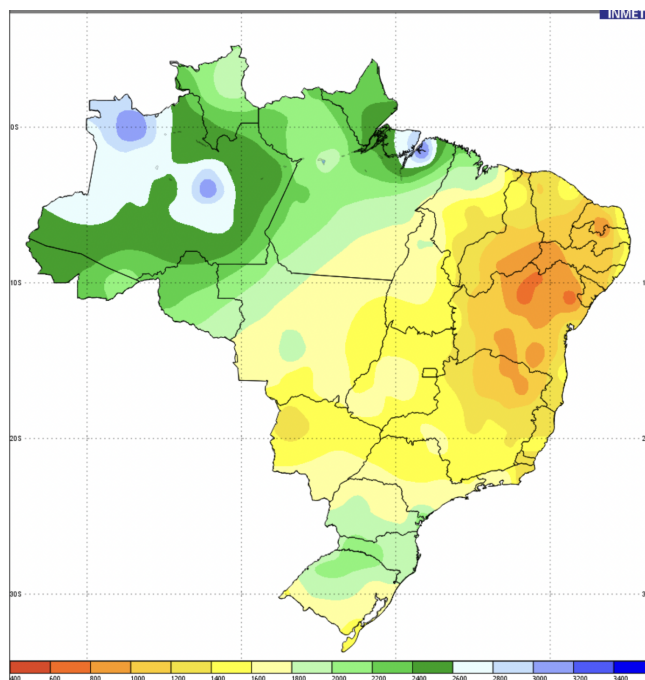
Fonte: PERHSC (2017).

## **2.5 Precipitação pluviométrica**

A água da chuva é uma fonte alternativa importante, principalmente para as regiões onde o regime pluviométrico é abundante em termos quantitativos e distributivos ao longo do ano (Santos, 2002).

O Brasil, por ser um país de grande extensão territorial, possui diferenciados regimes de precipitação. Na região Norte se encontram os maiores índices de pluviosidade, onde se localiza a floresta Amazônica. Já a região Nordeste, conhecida pelo seu clima semi-árido, apresenta pouca disponibilidade de chuvas durante o ano.

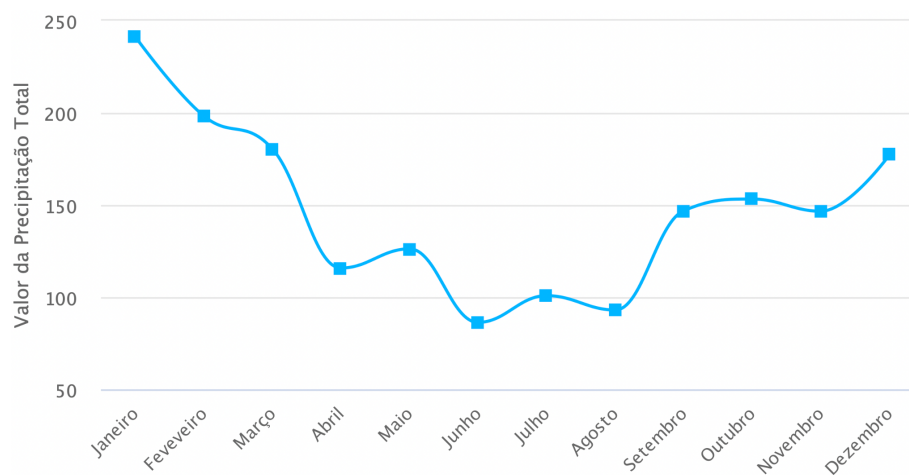
**Figura 5 – Precipitação média anual no Brasil entre o ano de 1961 a 2020**



Fonte: INMET (2020).

No município de Florianópolis, as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano. As precipitações mais elevadas ocorrem entre o mês de janeiro e março, já os meses de inverno são onde ocorrem as menores precipitações. O gráfico 3 apresenta a precipitação média mensal em Florianópolis entre o ano de 1991 e 2020.

**Gráfico 3 – Precipitação média mensal em Florianópolis entre o ano de 1991 e 2020**



Fonte: INMET (2020).

## **2.6 Estudos de potencial do aproveitamento pluvial em escolas**

Em um estudo realizado por Ghisi e Marinoski (2008), foram estimados os usos finais da água em uma instituição de ensino localizada em Florianópolis. Por meio de levantamento dos tipos de aparelhos sanitários existentes, medições das vazões desses aparelhos e entrevistas com os usuários, concluiu-se que 63,5% dos usos finais são utilizados para fins não potáveis, ou seja, mais da metade do uso final da água poderia ser substituído pela água da chuva. Foi adotado 6.000 litros para o reservatório superior e 30.000 litros para o reservatório inferior, e, por meio do programa Netuno (GHISI; TRÉS, 2004), constatou-se que o potencial econômico seria de 45,8% com um período de retorno de aproximadamente 4,8 anos.

Em outro estudo, Ribas (2019), propôs um sistema de captação de águas pluviais em uma escola localizada em Palhoça - SC com 663 alunos e 45 funcionários. A área da projeção das coberturas da escola somam aproximadamente 2.080,32 m<sup>2</sup>. Por meio de aplicação de questionários e determinação das vazões dos aparelhos hidrossanitários, foi estimado o total mensal de consumo de água da escola, que resultou em aproximadamente 116 m<sup>3</sup> mensais. Desse consumo mensal, 21,23% foi destinado a fins potáveis e 78,77% a fins não potáveis.

Por meio dos métodos propostos pela NBR 15527, Ribas (2019) definiu o volume de reservatório para o sistema de aproveitamento pluvial em 26,00 m<sup>3</sup>. Além disso, pelo método do Payback Descontado, se obteve um período de retorno de 6 anos e 11 meses que se mostrou viável, tendo em vista um tempo de vida útil do sistema de 20 anos.

Marinoski (2007) avaliou o potencial econômico de água potável obtido por meio da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis no SENAI, localizado em Florianópolis - SC. Na avaliação do potencial de economia de água potável, foi verificado que um percentual 63,5% dos usos finais é utilizado em fins não potáveis (vasos sanitários, mictórios, limpeza geral, irrigação de jardins e lavagem de carros). Com isso, foi determinado que um volume de 5.561 litros/dia poderia ser substituído por água pluvial.

O volume ideal do reservatório inferior foi estimado em 30.000 litros, cujo potencial de economia é 44,1%. Para o reservatório superior foi adotado um volume

de 6.000 litros, suficiente para armazenar a demanda diária de água consumida apenas em fins não potáveis. Definido o volume do reservatório superior, foi definido através do programa Netuno o potencial de economia total de água potável, que resultou em 45,8% (Marinoski, 2007).

Além disso, através de uma pesquisa de mercado, levantou-se os preços médios atuais dos materiais, equipamentos e mão-de-obra, entre outros custos existentes. Com base nessa pesquisa, o custo total de implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial foi orçado em R\$ 17.615,56, chegando em um período de retorno de investimento de 4 anos e 10 meses.

## 2.7 Usos finais da água em escolas

Fasola et. al (2011) apresentaram os usos finais de água em duas escolas localizadas em Florianópolis, uma municipal e outra estadual. Para isso, foram feitas entrevistas com os ocupantes das escolas, levantamento dos aparelhos sanitários, das atividades de limpeza e higiene realizadas. Os usos finais de água estão apresentados na tabela 4.

**Tabela 4 – Usos finais de água corrigidos para as escolas municipal e estadual**

Aparelho	Escola Municipal		Escola Estadual	
	Consumo (L/dia)	Percentual (%)	Consumo (L/dia)	Percentual (%)
Torneiras de banheiro	166,6	3,9	187,2	3,1
Bacias sanitárias	841,2	19,6	1.830,1	29,8
Mictório	14,1	0,3	2.314,1	37,7
Limpeza (torneira <sup>1</sup> )	265,4	6,2	280,0	4,5
Cozinha (torneira)	2.954,5	68,8	1.486,7	24,2
Bebedouro	51,0	1,2	44,7	0,7
<b>Total</b>	<b>4.292,9</b>	<b>100,0</b>	<b>6142,7</b>	<b>100,0</b>
<b>Consumo per capita</b>	<b>28,1</b>	<b>–</b>	<b>25,3</b>	<b>–</b>

Fonte: Fasola et. al (2011).

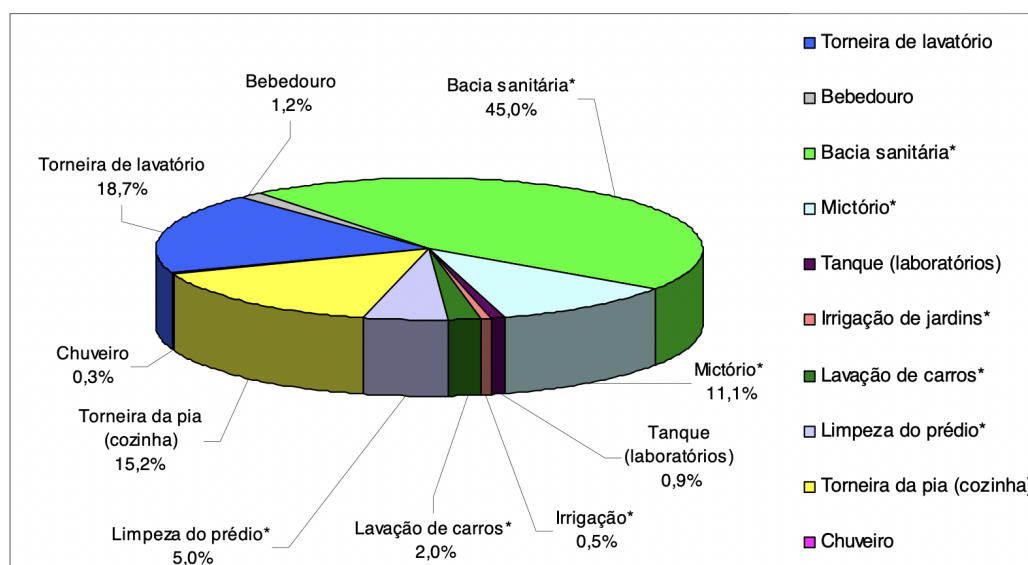
Pode-se observar que o principal consumidor de água na escola municipal foi a torneira da cozinha devido às refeições diárias servidas aos alunos e, em seguida, a descarga da bacia sanitária, representando 19,6% do total de

consumo de água. Já na escola estadual o maior consumidor de água foi o mictório seguido da bacia sanitária que representou quase 30% do consumo total de água.

Além disso, observou-se uma diferença considerável nos percentuais de uso não potável entre as duas escolas. Na escola municipal, 72% da água poderia ser substituída por água da chuva, já na escola estadual esse percentual foi de apenas 26,1%.

Já em outro estudo, Marinowski e Ghisi (2008) estimaram os usos finais da água em uma instituição de ensino localizada em Florianópolis. Para isso foi realizado levantamento dos tipos de aparelhos sanitários existentes, medições das vazões desses aparelhos e entrevistas com os usuários por meio de questionários. Os resultados foram representados no gráfico 4.

**Gráfico 4 – Usos finais de água corrigidos**



Fonte: Marinowski e Ghisi (2008).

Os resultados dos usos finais de água mostraram que o vaso sanitário é o aparelho responsável pela maior parcela de consumo de água, equivalente a 45% do total. Já o segundo maior consumidor de água são as torneiras de lavatórios, responsáveis por 18,8% do total.

Dessa forma, somando os percentuais de usos finais não potáveis, conclui-se que 63,5% da água potável utilizada neste estudo poderiam ser substituídos por água da chuva.

## **2.8 Aproveitamento de água pluvial**

A água da chuva pode ser utilizada em diversas atividades com fins não potáveis. Soares et al (1999), citam algumas das utilidades do sistema de aproveitamento, tais como a lavagem de vasos sanitários, sistemas de ar-condicionado, sistemas de controle de incêndio, lavagem de veículos e pisos e ainda na irrigação de jardins.

A utilização da água da chuva possibilita a diminuição do escoamento superficial ocasionando uma redução na carga de sistemas de coleta pluviais e com isso diminui as chances de inundações (Peters, 2006).

SIMIONI et al. (2004), citam mais vantagens do sistema de aproveitamento de água de chuva:

- Utiliza estruturas existentes na edificação (telhados, lajes e rampas);
- Baixo impacto ambiental;
- Água com qualidade aceitável para vários fins com pouco ou nenhum tratamento;
- Complementa o sistema convencional;
- Reserva de água para situações de emergência ou interrupção do abastecimento público.

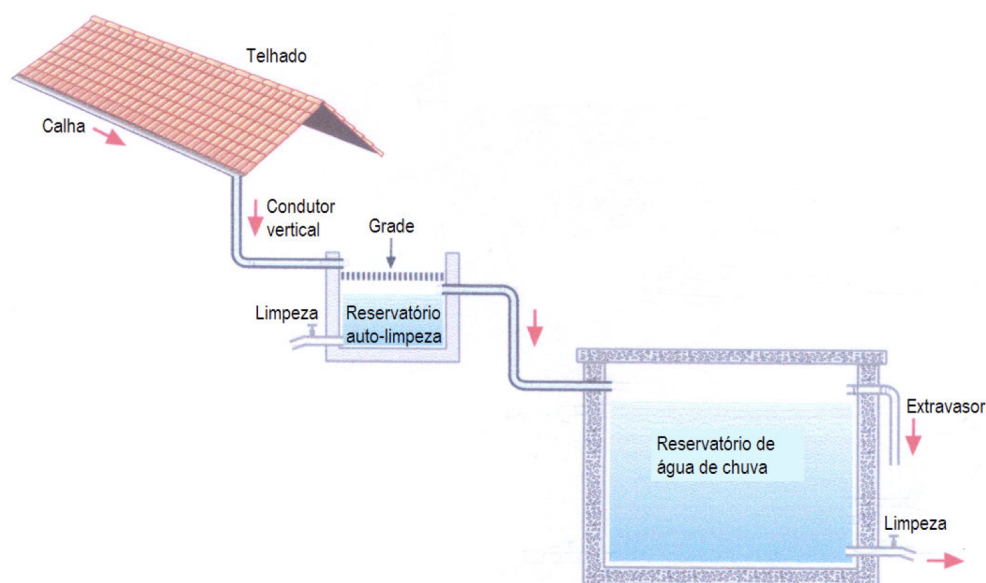
Os principais fatores que influenciam na viabilidade da implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial são: precipitação, área de captação e demanda de água. Além disso, para projetar tal sistema, deve ser levado em conta as condições ambientais locais, clima, fatores econômicos, finalidade e usos da água (Marinoski, 2007).

### 2.8.1 Partes constituintes

Os sistemas de coleta e aproveitamento de água de chuva em edificações são formados por quatro componentes básicos: áreas de coleta, condutores, armazenamento e tratamento (May, 2004)

Segundo Marinovski (2007), o funcionamento de um sistema de coleta e aproveitamento de água pluvial consiste, de maneira geral, na captação da água da chuva que cai sobre os telhados ou lajes da edificação. A água é conduzida até o local de armazenamento através de calhas, condutores horizontais e verticais, passando por equipamentos de filtragem e descarte de impurezas. A autora (Marinovski, 2007) cita ainda que em alguns sistemas é utilizado dispositivo desviador das primeiras águas de chuva. Após passar pelo filtro, a água é armazenada geralmente em reservatório enterrado (cisterna), e bombeada a um segundo reservatório (elevado), do qual as tubulações específicas de água pluvial irão distribuí-la para o consumo não potável.

**Figura 6 – Esquema de coleta de água de chuva**



Fonte: Tomaz (1998 apud MAY, 2004).

### 2.8.1.1 Área de coleta

A área utilizada para coleta da água da chuva normalmente são as superfícies dos telhados ou a laje da edificação. A área de captação pode também ser feita em superfícies impermeabilizadas tais como em estacionamentos, pátios, calçadas, etc.

Figura 7 – Área de coleta - telhado

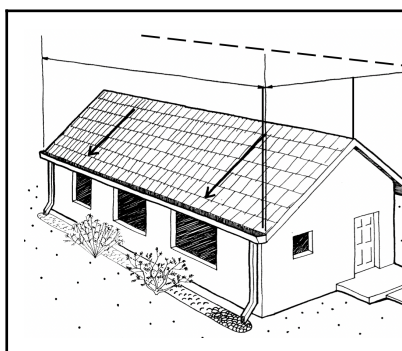


Figura 8 – Área de coleta - laje

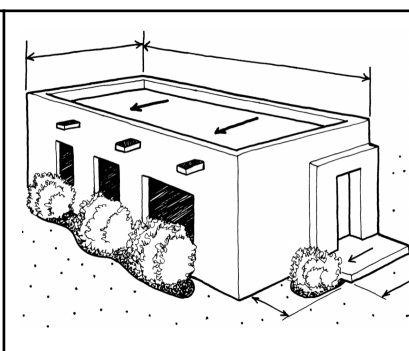
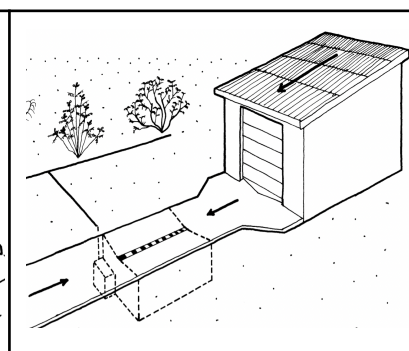


Figura 9 – Área de coleta - telhado e pátio



Fonte: WATERFALL (2006).

A área de coleta da chuva influencia diretamente na qualidade da água da chuva. A tabela 5 indica o grau de purificação da água em função da área de coleta da chuva.

Tabela 5 – Variações da qualidade da água de chuva devido ao sistema de coleta

Grau de purificação	Área de coleta de chuva	Observações
A	Telhados (lugares não freqüentados por pessoas ou animais)	Se a água for purificada, é potável
B	Telhados (lugares freqüentados por pessoas ou animais)	Apenas usos não potáveis
C	Pisos e estacionamentos	Necessita de tratamento mesmo para usos não potáveis
D	Estradas	Necessita de tratamento mesmo para usos não potáveis

Fonte: GROUP RAINDROPS (2002 apud Marinoski, 2007).

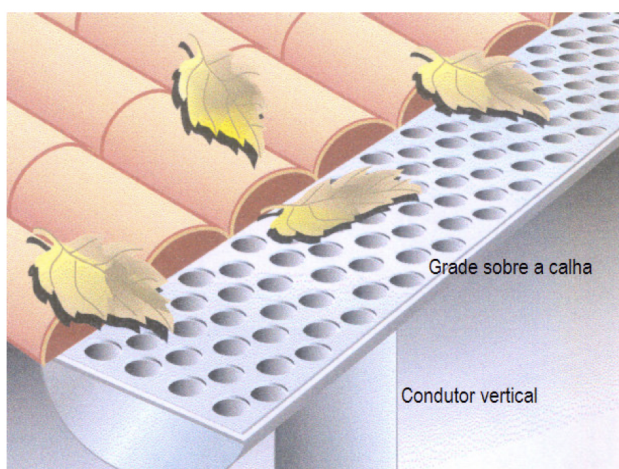
Segundo Santos (2002), as características da área de captação, como as dimensões, forma e rugosidade, associadas às características hidrológicas locais (índice pluviométrico e período de retorno), permitem estimar a vazão a ser captada.

### 2.8.1.2 Condutores

A água da chuva é conduzida até o local de armazenamento por meio de calhas, condutores horizontais e condutores verticais.

A remoção de materiais grosseiros nas calhas é de extrema importância para evitar entupimentos no sistema de condução. Segundo May (2004), para retirada de galhos e folhas nos condutores horizontais, pode-se utilizar uma grade que percorra toda a calha, conforme ilustrado na figura 10.

**Figura 10 – Sistema de grade localizado sobre a calha**



Fonte: Waterfall (2002 apud MAY, 2004).

### 2.8.1.3 Tratamento

Dependendo da utilização da água da chuva, é necessário realizar diferentes tipos de tratamento que podem variar de uma simples filtragem a uma desinfecção. Group Raindrops (2002) apud Ferreira (2005), apresenta os diferentes níveis de qualidade da água de chuva exigidos conforme o uso, conforme a tabela 6.

**Tabela 6 – Tratamento necessário para a água de chuva , conforme os seus diferentes usos**

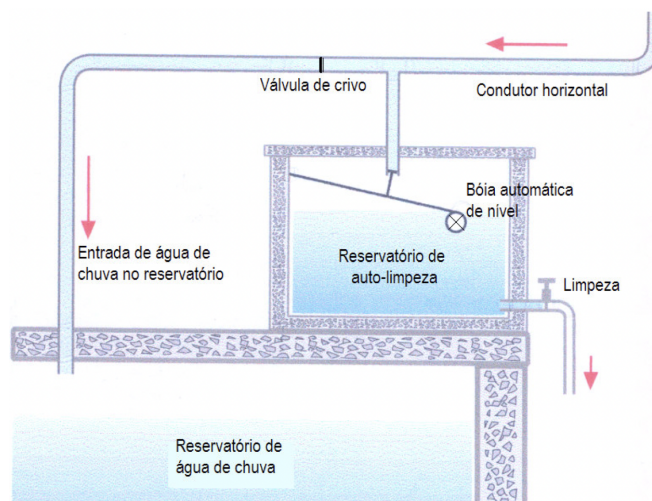
<b>Usos da Água de Chuva</b>	<b>Tratamento necessário</b>
Rega de plantas	Não é necessário tratamento prévio
Combate ao fogo e condicionamento de ar	É necessário que se mantenha os equipamentos de estocagem e distribuição em boas condições de uso
Lagoas, fontes, descargas de bacias sanitárias lavação de roupas e lavação de carros	É necessário um tratamento higiênico, pois há um possível contato do corpo humano com a água
Banho/piscina, consumo humano e preparo de alimentos	A desinfecção é necessária, pois a água é consumida direta ou indiretamente

Fonte: GROUP RAINDROPS (2002).

As concentrações de poluentes, e outras impurezas nas águas pluviais são maiores nos primeiros milímetros da chuva, assim recomenda-se principalmente a filtração simples, e um procedimento chamado autolimpeza da água da chuva (Oliveira et al., 2014).

Uma das técnicas que podem ser utilizadas para o descarte da água de limpeza do telhado é o reservatório de autolimpeza com torneira bóia. De acordo com May (2004), o reservatório de autolimpeza que está vazio recebe a água da chuva e o nível d'água sobe até atingir a posição limite, implicando no fechamento automático da torneira-boia. Só então, a água começa a escoar para o reservatório de água da chuva. Cessada a chuva, o registro de descarte da água do reservatório deve ser aberto para esvaziá-lo e retomar às condições de funcionamento. Na figura 11, é mostrado o esquema do reservatório de autolimpeza com torneira-boia.

**Figura 11 – Reservatório de autolimpeza com torneira-boia**



Fonte: Dacach L. N (1990) apud May (2004).

#### 2.8.1.4 Armazenamento

O componente final do sistema de aproveitamento de água pluvial é o reservatório de acumulação ou cisterna que tem como função reter e acumular a água que foi captada pelo telhado. Por ser o componente mais dispendioso do sistema, é fundamental que o reservatório seja dimensionado de maneira correta levando em conta as necessidades do usuário e a disponibilidade pluviométrica local (Peters, 2006).

#### 2.8.2 Dimensionamento do reservatório

Definir o tamanho ideal do reservatório é importante para garantir viabilidade financeira na substituição de água potável por água pluvial, uma vez que esse é um dos itens mais caros para a implantação do sistema, impactando significativamente na viabilidade econômica do sistema.

A NBR 15527 (ABNT, 2019), regulamenta o uso de águas pluviais em áreas urbanas para fins não potáveis. A versão anterior desta norma recomendava seis métodos diferentes para o dimensionamento dos reservatórios: Método de Rippl, Método da simulação, Método Azevedo Neto, Método prático alemão, Método prático inglês e Método prático australiano, podendo também ser adotado outro método de dimensionamento desde que devidamente justificado.

Além dos métodos recomendados pela norma, foi desenvolvido por Ghisi e Cordova (2014) o programa computacional Netuno utilizado para simulação de sistemas de captação de águas pluviais. O programa tem o objetivo principal verificar o potencial de economia de água potável obtido pelo uso de água de chuva.

Rupp, Munarim e Ghisi (2011) compararam o programa Netuno com os métodos de dimensionamento apresentados na NBR 15527. Para isso foram calculados os volumes dos reservatórios para residências de três cidades brasileiras com diferentes características de precipitação: Santos, Palhoça e Santana do Ipanema. Por meio dos dados de demanda diária de água potável, demanda de água pluvial, área de captação e número de moradores, foi possível comparar a capacidade dos reservatórios, o potencial de economia de água potável e a aplicabilidade de cada um dos métodos para diferentes condições de precipitação. Observou-se que alguns métodos, independentemente da demanda de água pluvial ou do regime de precipitação, resultam sempre no mesmo volume de reservatório, podendo levar à instalação de reservatórios subdimensionados ou superdimensionados.

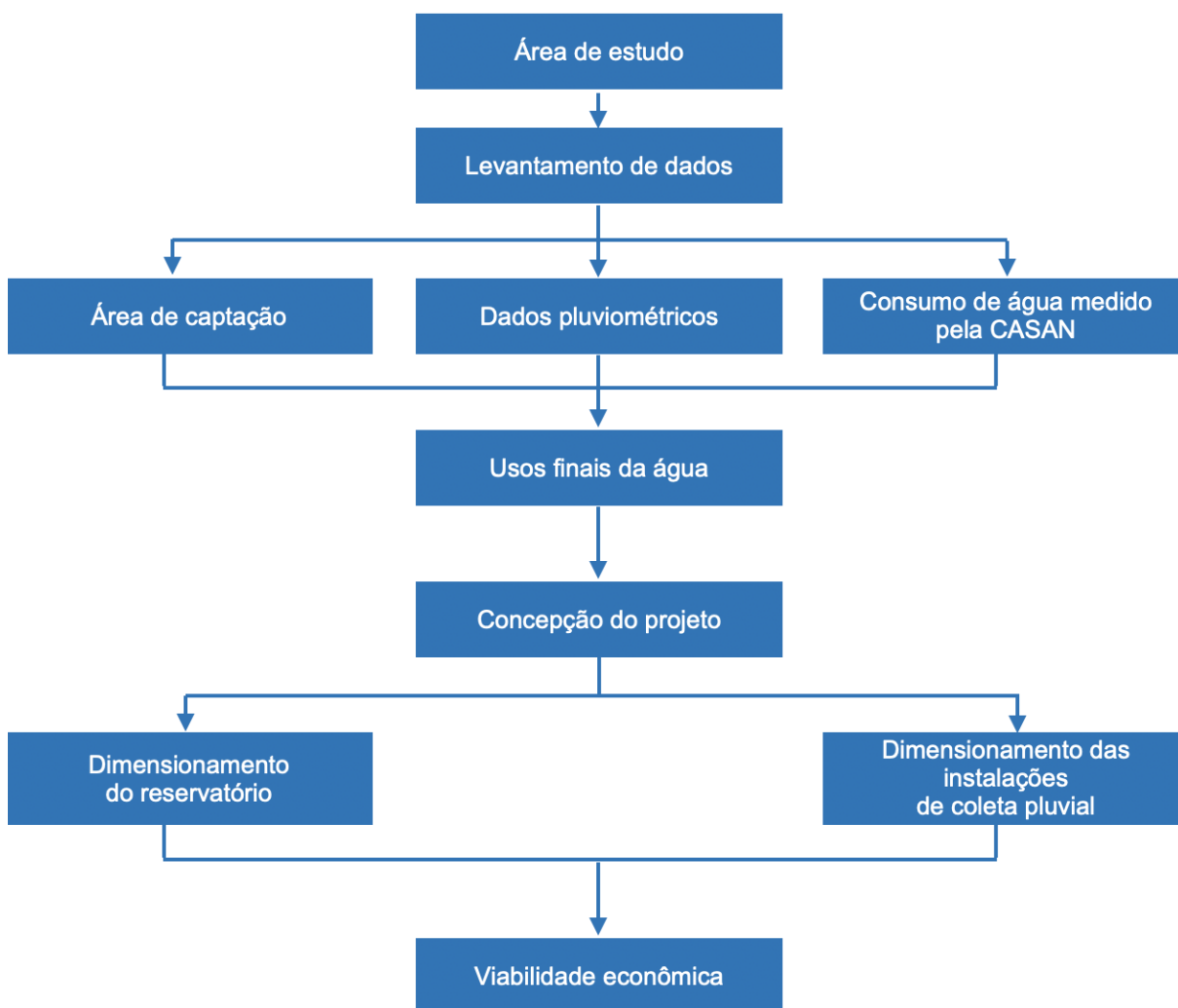
De maneira geral, os autores concluíram que os métodos presentes na NBR 15527 (ABNT, 2007) são inadequados e insuficientes para determinadas condições de precipitação, tanto para o dimensionamento do reservatório quanto para o cálculo do potencial de economia de água potável. Por outro lado, apenas no programa Netuno foi possível dimensionar o reservatório para todas as situações simuladas, sendo o único método que o dimensionamento se ajustou em função da demanda de água pluvial e do regime de precipitação.

Dessa forma, pode-se concluir que o programa Netuno é um método de dimensionamento eficiente, pois avalia todos os aspectos do local de instalação do sistema de água pluvial e com ele é possível definir qual é a melhor capacidade do reservatório em função do respectivo potencial de economia de água potável.

### 3 MÉTODOS E TÉCNICAS

A metodologia foi realizada em etapas conforme a figura 12.

Figura 12 – Fluxograma da metodologia



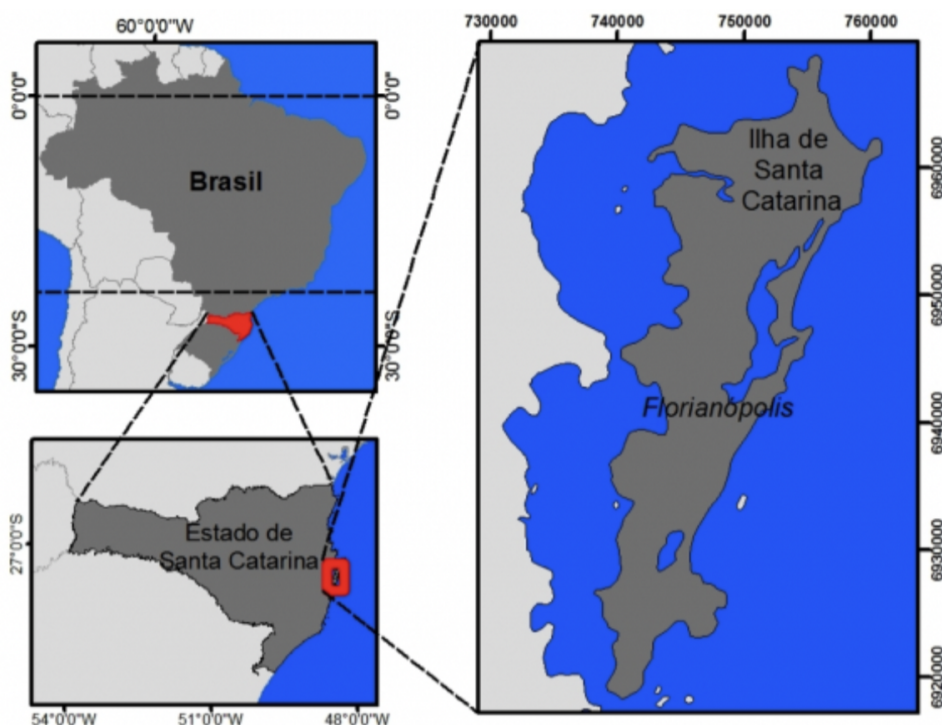
Fonte: Elaborado pela autora.

#### 3.1 Área de estudo

O município de Florianópolis está localizado na Região Sul do Brasil, no litoral do estado de Santa Catarina, entre os paralelos de 27°50' de latitude sul e entre os meridianos de 48°25' de longitude oeste. Seu território é formado pela Ilha de Santa Catarina, que tem uma área de 424,4 km<sup>2</sup>, e por uma pequena península continental com 12,1 km<sup>2</sup>, totalizando 436,5 km<sup>2</sup>. Florianópolis possui aproximadamente 421.000

mil habitantes, de acordo com o último levantamento do IBGE (2010) e possui uma população estimada para 2021 de 516.524 pessoas.

**Figura 13 – Localização geográfica de Florianópolis**



Fonte: Silveira (2015).

### **3.2 Local de estudo**

O local de estudo deste trabalho foi a instituição católica IDES (Irmandade do Divino Espírito Santo), na qual foi fundada em 1773, sendo considerada uma das instituições mais antigas de Santa Catarina. A irmandade atua no desenvolvimento de projetos socioeducativos, assistenciais, culturais e profissionalizantes e desenvolve inúmeras atividades educativas de inclusão, capacitação e motivação que atende diariamente aproximadamente 800 crianças, adolescentes e jovens em situação de risco econômico e social. Além disso, a IDES desenvolve ações voltadas para a "Atitude Sustentável", por meio da sua Comissão de Sustentabilidade, existente desde 2014.

A instituição tem abrangência em toda grande Florianópolis, por meio de quatro Programas:

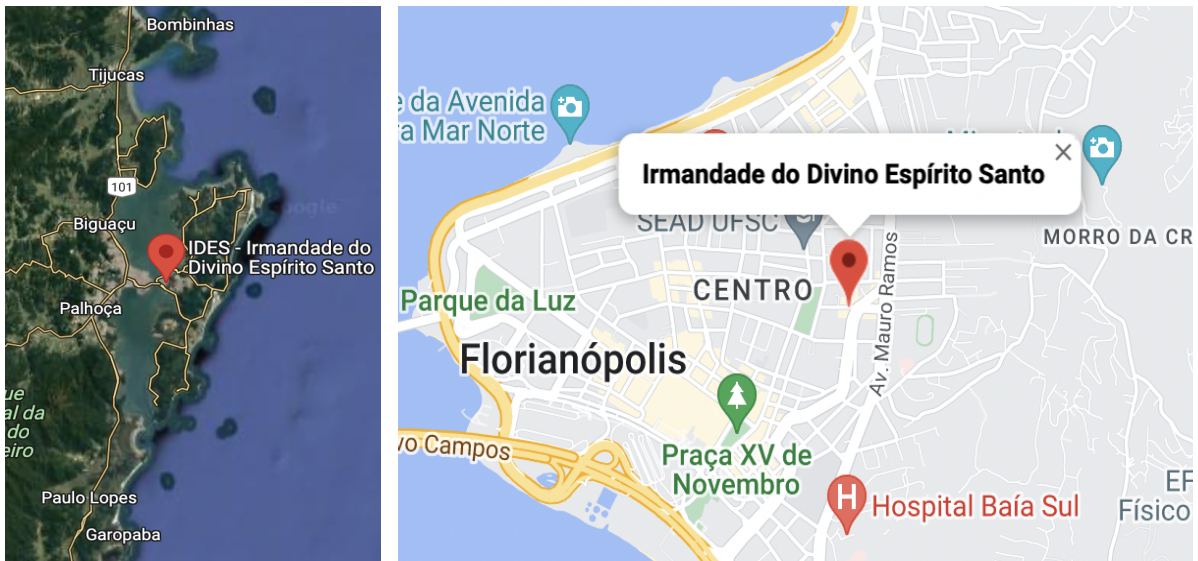
- Lar São Vicente de Paulo – atende até 20 crianças de 0 – 6 anos em medida protetiva, funcionando todos os dias 24hs;
- Centro de Educação Infantil Girassol – atende 400 crianças de 0 – 6 anos, oferecendo um atendimento de qualidade no caráter de educação infantil;
- EducArte - atende diariamente 130 crianças e adolescentes de 6 – 15 anos em caráter de educação não-formal com oficinas de artes, esportes, musicalização, dança e apoio pedagógico;
- Formação Aprendiz - onde atende 250 jovens em situação de Jovem Aprendiz, que estão inseridos no mercado de trabalho e fazem as formações técnicas conosco.

Os projetos desenvolvidos por estes programas promovem a motivação em busca de novos saberes e do desenvolvimento sociocultural, o fortalecimento dos vínculos familiares e comunitários e a propagação da importância da integridade e da ética.

Os recursos financeiros da IDES são provenientes de doações de associados e da comunidade, convênios com o poder público Municipal, eventos como Festa do Divino Espírito Santo e Café do Divino, brechó e bazar, projetos inovadores e parcerias com Instituições para encaminhamento de jovens aprendizes.

O objeto de estudo está localizado no Centro de Florianópolis na Rua Emílio Blum, possui 4 pavimentos, onde são distribuídos salas de aula, refeitórios, área de lazer, auditório, entre outros ambientes. Atualmente, a IDES atende 150 pessoas, entre funcionários e alunos de 0 a 24 anos.

**Figura 14 – Localização IDES**



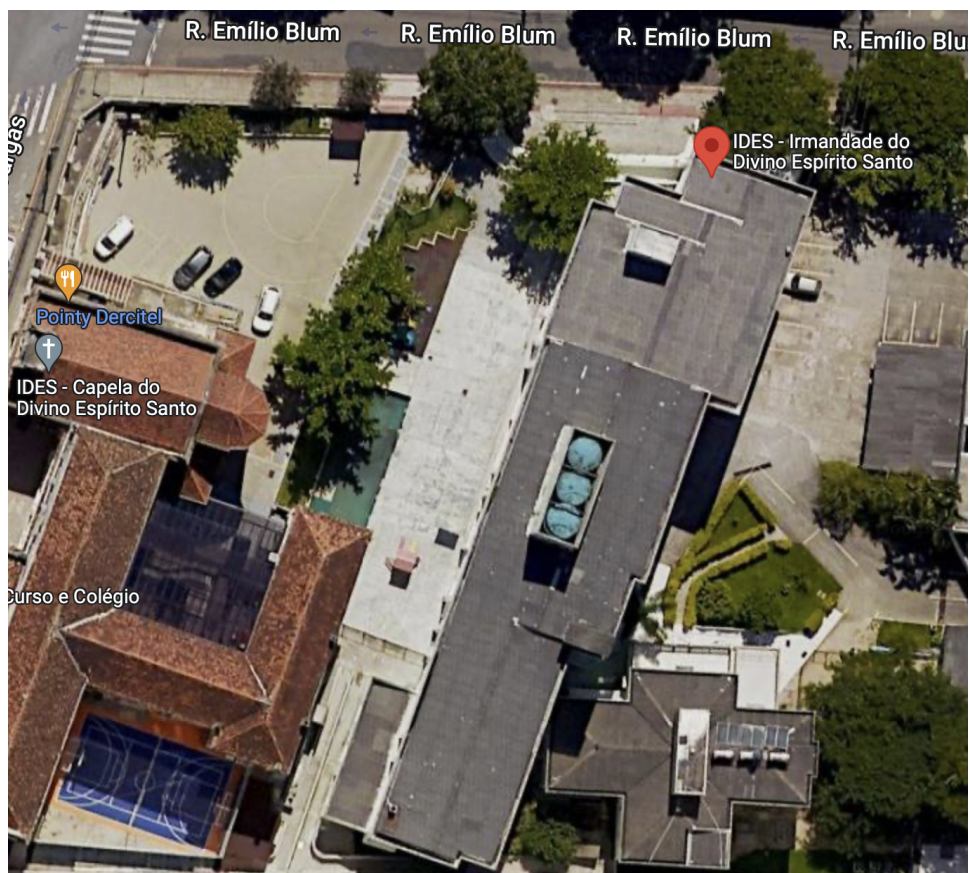
Fonte: Google Maps (2022).

**Figura 15 – Fachada IDES**



Fonte: Google Imagens (2022).

**Figura 16 – Imagem aérea IDES**



Fonte: Google Earth (2022).

### **3.3 Levantamento de dados**

Para estimar os usos finais de água e avaliar a viabilidade econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial na IDES foi realizado levantamento de dados por meio de pesquisas em estudos similares, coleta de dados da conta da água, dados pluviométricos, características da área de captação, entre outros.

#### **3.3.1 Área de captação**

O cálculo da área de captação da água da chuva foi feito com o auxílio da planta de cobertura da edificação e da inclinação do telhado.

### 3.3.2 Dados pluviométricos

Os dados pluviométricos foram extraídos do site do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, onde é fornecido as séries históricas de estações pluviométricas na base da Agência nacional de águas (ANA).

A estação pluviométrica escolhida foi a de número 2748006, localizada em Florianópolis e operada pelo INMET. Para uma maior nível de confiança dos resultados, foram utilizados os dados de precipitação diários entre o ano de 2010 a 2018, gerando um total de 3485 registros.

### 3.3.3 Consumo de água medido pela CASAN

Os dados de consumo de água da instituição foram obtidos por meio das faturas mensais da CASAN (Companhia Catarinense de Água e Saneamento).

Vale lembrar que, na página eletrônica da CASAN é possível obter um histórico do consumo de água dos últimos 12 meses, a partir do número de matrícula do edifício, constante na fatura.

## 3.4 Usos finais de água

A estimativa dos usos finais da água na instituição foi feita por meio de pesquisas em estudos similares sobre aproveitamento de água da chuva em escolas. Os dados encontrados em cada trabalho foram definidos por meio de pesquisas com os usuários de cada escola. Dessa forma, será feita uma média dos dados encontrados em cada trabalho e definido um percentual aproximado do uso final de água não potável na instituição.

Com esses dados, foi possível estimar o consumo médio de água para cada tipo de aparelho e, com isso, definir qual é a demanda de água em usos não potáveis que poderá ser substituída pela água da chuva.

### 3.5 Concepção do projeto

Para elaboração do projeto hidrossanitário de água pluvial, foram realizadas visitas técnicas na instituição para verificação das instalações sanitárias e pluviais existentes.

### 3.6 Dimensionamento das instalações de coleta pluvial

Para dimensionar as instalações de drenagem de águas pluviais, foi utilizada a NBR 10844 (ABNT, 1989) - Instalações prediais de água pluviais.

#### 3.6.1 Calhas

A norma orienta que a vazão de projeto seja calculada pela equação 9.

$$Q_1 = \frac{I \times A}{60} \quad (9)$$

Onde:

$Q$  é a vazão de projeto (litros/min);

$I$  é intensidade pluviométrica (mm/h);

$A$  é a área de contribuição (m<sup>2</sup>);

A inclinação da calha deve ter valor mínimo de 0,5% e seu dimensionamento deve seguir a equação de Manning-Strickler (10).

$$Q_2 = K \times \frac{S}{n} \times R_H^{2/3} \times i^{1/2} \quad (10)$$

Onde:

$Q$  é a vazão de projeto (litros/min);

$S$  é área da seção molhada (m<sup>2</sup>);

$n$  é o coeficiente de rugosidade;

$R$  é o raio hidráulico (m);

$i$  é a declividade da calha (m/m);

$K$  é o fator de conversão, igual a 60.000 (m).

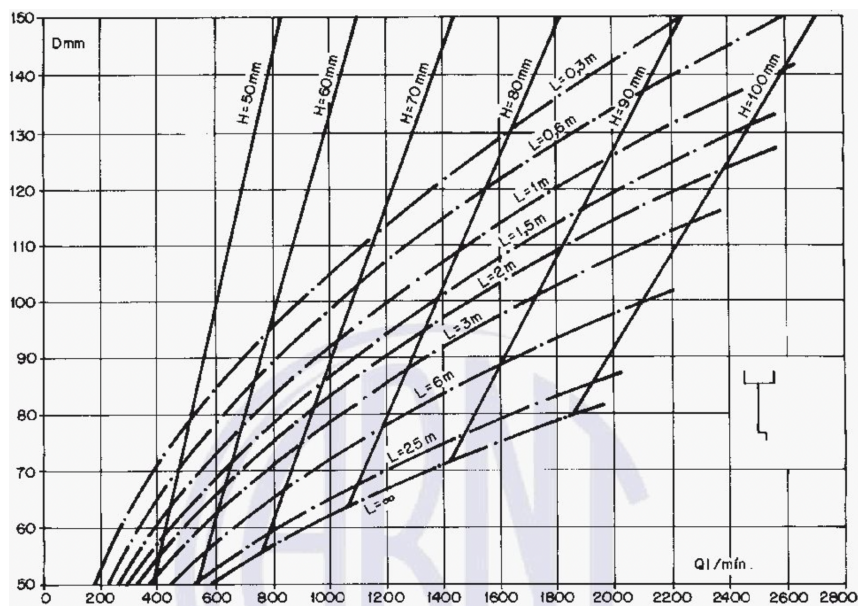
### 3.6.2 Condutores verticais

O dimensionamento dos condutores verticais foi feito a partir dos seguintes dados:

- $Q$  = Vazão de projeto, em L/min
- $H$  = altura da lâmina de água na calha, em mm;
- $L$  = comprimento do condutor vertical, em m.

Já o diâmetro interno dos condutores foi obtido através do ábaco da figura 17.

**Figura 17 – Ábaco para determinação do diâmetro interno dos condutores verticais considerando calhas com saída em aresta viva.**



Fonte: NBR 10844 (ABNT, 1989).

### 3.6.3 Condutores horizontais

O dimensionamento dos condutores horizontais foi feito considerando o escoamento com lâmina de altura igual a  $\frac{2}{3}$  do diâmetro interno ( $D$ ) (ABNT, 1989). A

capacidade dos condutores é dada pela tabela 7, que considera fatores como o tipo de material e diferentes inclinações.

**Tabela 7 – Capacidade dos condutores horizontais de seção circular (L/min)**

	Diâmetro interno (D) (mm)	$\underline{n} = 0,011$				$\underline{n} = 0,012$				$\underline{n} = 0,013$			
		0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
2	75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
3	100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
4	125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
5	150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
6	200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
7	250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
8	300	3.820	5.380	7.590	10.800	3.500	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Fonte: NBR 10844 (ABNT, 1989).

### 3.6.4 Sistema elevatório

Para conduzir a água armazenada para o reservatório superior, foi implantado um sistema elevatório composto por tubulações de sucção, tubulações de recalque e o conjunto moto-bomba com potência suficiente para impulsionar a água, de forma que esta se eleve e vença toda a altura geométrica do sistema.

Para determinar o diâmetro da tubulação de recalque, foi utilizado a fórmula de Forchheimer (equação 11). Já o diâmetro da tubulação de sucção ( $D_s$ ) foi dimensionado como um diâmetro comercial superior mais próximo ao diâmetro de recalque.

$$D_R = 1,3\sqrt{Q} \times \sqrt[4]{X} \quad (11)$$

Sendo:

$$X = \frac{h}{24} \text{ horas} \quad (12)$$

Onde:

$D_R$  é o diâmetro do recalque (m);

$Q$  é a vazão de recalque (m<sup>3</sup>/s);

$h$  é o número de horas de funcionamento da bomba, por dia.

Para calcular a potência dos motores foi utilizada a equação 13.

$$P = \frac{Q \times H_{MAN}}{75 \times R} \quad (13)$$

Onde:

$P$  é a potência necessária (C. V.);

$Q$  é a vazão do recalque (l/s);

$R$  é o rendimento da moto-bomba;

$H_{MAN}$  é a altura manométrica (m).

A perda de carga unitária será calculada pela fórmula Fair-Whipple-Hsiao (equação 14), recomendada pela NBR 5626 (ABNT, 1998), onde os valores das perdas são determinados de acordo com o diâmetro e material utilizados.

$$j = 8,69 \times 10^5 \times Q^{1,88} \times D^{-4,75} \quad (14)$$

Onde:

$j$  é a perda de carga unitária (kPa/m);

$Q$  é a vazão estimada na seção considerada (L/s);

$D$  é o diâmetro interno do tubo (mm);

### 3.6.5 Dimensionamento da tubulação de abastecimento aos pontos de consumo

O procedimento de cálculo utilizado para o dimensionamento da tubulação da rede de distribuição não potável foi executado por meio da rotina de cálculo apresentada na tabela A.5 do Anexo A da NBR 5626 - Instalação predial de água fria (ABNT, 1998).

### **3.7 Dimensionamento dos reservatórios**

Para estimar o volume ideal do reservatório de água pluvial, foram adotados os dados da área de captação da edificação, demanda diária *per capita* de água potável, precipitação da região, coeficiente de perdas e percentual de água potável que poderia ser substituída por água pluvial.

Com o auxílio do programa Netuno (2014), foi possível definir o volume ideal do reservatório de acordo com o melhor potencial de economia de água potável. Os dados de entrada do programa são apresentados abaixo.

- Demanda diária *per capita* de água potável;
- Área de captação do telhado;
- População total;
- Coeficiente de perdas;
- Precipitação pluviométrica;
- Percentual de água potável que poderia ser substituído por água pluvial;
- Volume do reservatório inferior;
- Volume do reservatório superior.

O volume do reservatório inferior é um dado de entrada do programa e deve ser maior que a demanda diária de água pluvial, na qual é calculada pelo próprio programa. Para definir o volume ideal do reservatório inferior, foram feitas variações de volumes em intervalos de 1000 litros e para cada variação foram determinados novos potenciais de economia de água potável. Quando esse potencial variou com uma taxa igual ou inferior a 0,5% de economia em relação ao volume anterior testado, o volume do reservatório foi considerado ideal.

Já para definir o volume do reservatório superior, foi considerado o volume diário da demanda de água consumida nos vasos sanitários.

### **3.8 Viabilidade econômica**

Para o estudo de viabilidade econômica, fez-se necessário a determinação de custos relativos à implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial, ou seja, custos com materiais, equipamentos, energia elétrica entre outros.

### 3.8.1 Estimativa de custo de implantação

Os custos de implantação resumem-se basicamente nos materiais e equipamentos necessários para a inclusão do sistema de aproveitamento de água pluvial. Dessa forma, foi feita uma pesquisa de preços e determinado as médias desses preços. Os equipamentos e serviços orçados para a implantação do sistema foram listados abaixo.

- Reservatórios;
- Tubulacoes e conexoes;
- Filtros;
- Boia de sucção;
- Realimentador automático com válvula solenóide;
- Mão de obra referente à instalação dos itens acima.

### 3.8.2 Estimativa de consumo de energia elétrica

Os custos de consumo de energia elétrica se dão devido ao bombeamento de água pluvial até o reservatório superior. A NBR 5626 recomenda que sejam instaladas no mínimo duas motobombas independentes para garantir o abastecimento caso ocorra falha em uma das unidades (ABNT, 1998).

Para determinar o custo mensal de energia elétrica gasto com o bombeamento foi utilizada a equação 16.

$$CM_{energia\ elétrica} = P_{motobomba} * t * N * V_i \quad (16)$$

Onde:

$CM_{energia\ elétrica}$  é o custo mensal de energia elétrica para o funcionamento do bombeamento de água pluvial (R\$);

$P_{motobomba}$  é a potência da motobomba (kW);

$t$  é o tempo diário do funcionamento da motobomba (h/dia);

$N$  é o número de dias de funcionamento da motobomba no mês (dias);

$V$  é o valor cobrado pela CELESC pela energia elétrica consumida (R\$/kWh).

### 3.8.3 Período de retorno de investimento

Antes de determinar o período de retorno de investimentos, foi necessário calcular o novo custo relativo ao consumo de água potável após a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial. O novo custo médio mensal foi calculado através da equação 17.

$$CM_{ap} = \left[ C_{mensal} * \frac{(100 - P_{ap})}{100} * V \right] + CM_{energia\ elétrica} \quad (17)$$

Onde:

$CM_{ap}$  é o custo médio mensal de água potável após a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial (R\$/mês);

$C_{mensal}$  é o consumo médio mensal de água na edificação (m<sup>3</sup>/mês);

$P_{ap}$  é o potencial de economia de água potável obtido através da água pluvial (%);

$V$  é o valor cobrado pela CASAN pela água potável consumida (R\$/m<sup>3</sup>);

$CM_{energia\ elétrica}$  é o custo mensal de energia elétrica para o funcionamento do bombeamento de água pluvial (R\$).

Após determinar o custo médio mensal de água potável depois da implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial, foi possível verificar o período de retorno do investimento.

Primeiramente, foi necessário calcular a diferença entre o custo mensal atual de água potável e o custo mensal após a instalação do sistema de aproveitamento de água potável. Essa diferença representou a economia em reais referente ao novo consumo de água, conforme apresentado na equação 18.

$$E_{mensal} = CM_{água\ potável\ 1} - CM_{ap} \quad (18)$$

Onde:

$E_{mensal}$  é a economia monetária mensal de água potável após o uso de água pluvial (R\$/mês);

$CM_{\text{água potável } 1}$  é o custo médio mensal de água potável atual, antes da implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial (R\$/mês);

$CM_{ap}$  é o custo médio mensal de água potável após a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial (R\$/mês);

Através do método *payback* descontado, foi calculado o período de retorno de investimento. Esse método possibilita medir o tempo de recuperação do capital investido através de uma taxa de desconto.

O prazo de retorno, ou seja, o número de meses necessário para que o fluxo de caixa futuro acumulado se iguale ao montante de investimento inicial, foi calculado através da equação 19.

$$I_o \leq \sum_1^n \frac{B_n - C_n}{(1 + i)^n} \quad (19)$$

Onde:

$I_o$  é investimento inicial;

$B$  são os benefícios;

$C$  são os custos relevantes, excluindo os custos de implantação;

$i$  é a taxa mínima de atratividade (TMA);

$n$  é a variável tempo, indica o número de períodos medido em meses.

A taxa de desconto aplicada foi de 1% ao mês, o que corresponde à taxa de juros média de aplicações de renda fixa. Já o período de análise do sistema adotado foi de 20 anos, por ser um intervalo de tempo comumente utilizado em estudos similares.

## 4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 Levantamento de dados

#### 4.1.1 Dados pluviométricos

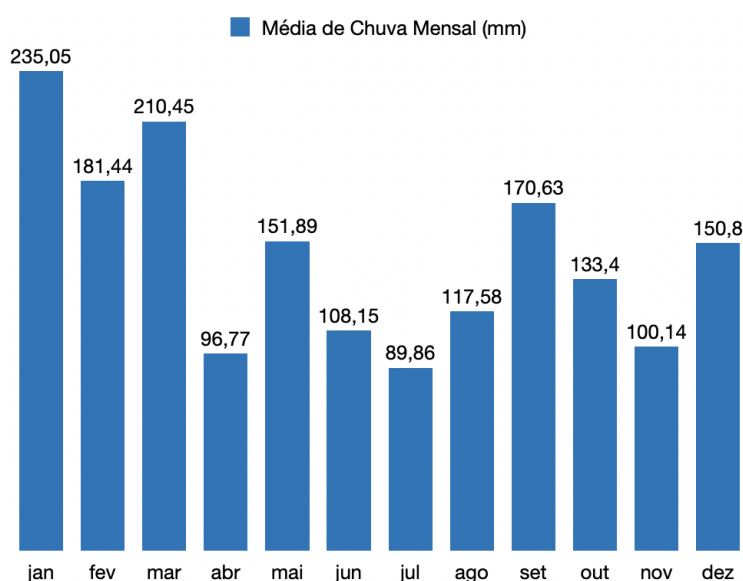
Os dados pluviométricos foram obtidos através da estação 2748006, localizada em Florianópolis e operada pelo INMET. Foram utilizados os dados de precipitação diários de um período de 8 anos, resultando um total de 3485 registros. Esses registros estão detalhados no Anexo A - Volumes mensais de precipitação registrados pela estação pluviométrica Florianópolis 2748006 de jan/2010 a dez/2018. Com base nesses dados foram obtidos volumes médios mensais de precipitação, conforme apresentados na tabela 8 e no gráfico 5.

**Tabela 8 - Volumes médios mensais de precipitação da estação meteorológica de Florianópolis**

Médias mensais (2010-2018)														
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total	Média
<b>Chuva (mm)</b>	235,05	181,44	210,45	96,77	151,89	108,15	89,86	117,58	170,63	133,4	100,14	150,8	1746,16	145,51

Fonte - Elaboração própria, com base nos dados da ANA (2018).

**Gráfico 5 - Volumes médios mensais de precipitação da estação meteorológica de Florianópolis**



Fonte - Elaboração própria, com base nos dados da ANA (2018).

#### 4.1.2 Consumo de água medido pela CASAN

Para estimar o consumo médio de água na instituição foi consultado o histórico da fatura de água medido pela CASAN entre o ano de 2020 e 2021. Esses valores estão presentes na tabela 9. Os registros detalhados das faturas de água estão no Anexo B - Fatura de água CASAN da Irmandade do Divino Espírito Santo (entre jan/2020 e dez/2021).

**Tabela 9 - Consumo de água potável na IDES entre 2020 e 2021**

Data de leitura	2020	12/20	11/20	10/20	09/20	08/20	07/20	06/20	05/20	04/20	03/20	02/20	01/20
Volume (m3)		296	285	476	863	689	582	608	483	276	1269	716	544
Data de leitura	2021	12/21	11/21	10/21	09/21	08/21	07/21	06/21	05/21	04/21	03/21	02/21	01/21
Volume (m3)		511	435	254	338	581	504	957	119	761	732	469	281
Consumo médio (m3)	543												

Fonte - Elaboração própria, com base nos dados emitidos pela CASAN.

#### 4.2 Usos finais de água

Os usos finais da água na instituição foram estimados por meio de dados encontrados em estudos similares sobre aproveitamento de água da chuva em escolas. Os percentuais correspondentes aos usos não potáveis foram estimados através de entrevistas com os usuários de cada escola. Dessa forma, foi feita uma média dos percentuais de usos finais de água não potável utilizado nas escolas. Os resultados foram apresentados na tabela 10.

**Tabela 10 - Percentual médio de água potável que pode ser substituído por água pluvial**

<b>Estudos sobre aproveitamento de água da chuva em escolas</b>	<b>Autores</b>	<b>Escola</b>	<b>Uso final não potável (%)</b>	<b>Uso final médio não potável (%)</b>
Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC.	Ghisi e Marinoski (2008)	SENAI/ Florianópolis-SC	63,5%	<b>71,42%</b>
Dimensionamento e estudo de viabilidade de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em uma escola estadual.	Ribas (2019)	Escola de Ensino Básico Profa. Claudete Maria Hoffmann Domingos/ Palhoça-SC	78,77%	
Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em uma instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis-SC.	Fasola et. al (2011)	Escola de Ensino Básico Silveira de Souza/ Florianópolis-SC	72%	

Fonte - Elaboração própria, com base nos dados de estudos similares.

Com a tabela acima, é possível observar que em média 71,42% da água potável utilizada em escolas poderia ser substituída por água da chuva. Com esse percentual médio destinado a usos finais não potáveis, foi possível estimar o percentual do volume de água potável e não potável consumido na instituição. Na tabela 11, observa-se que aproximadamente 390 m<sup>3</sup> de água potável utilizados atualmente na instituição poderiam ser substituídos por água da chuva.

**Tabela 11 - Usos finais da água consumida mensalmente na instituição**

<b>Consumo de água mensal</b>	<b>Volume (m3)</b>	<b>%</b>
Consumo total	543	100%
Fins potáveis	155,17	28,58%
Fins nao potáveis	387,83	71,42%

Fonte - Elaboração própria.

Por meio dos estudos apresentados na bibliografia, conclui-se que os vasos sanitários são os aparelhos sanitários responsáveis pelo maior consumo de água em instituições de ensino. Dessa forma, a captação da água da chuva deste estudo foi destinada para os vasos sanitários da instituição.

Com isso, baseado nos estudos apresentados na metodologia, foi estimado o percentual médio de consumo de água nos vasos sanitários, conforme apresentado na tabela 12.

**Tabela 12 - Percentual do consumo de água em vasos sanitários e mictórios**

<b>Autores</b>	<b>Escola</b>	<b>Consumo de água em Vaso sanitário e Mictório (%)</b>	<b>Consumo médio (%)</b>
Ghisi e Marinoski (2008)	SENAI/ Florianópolis-SC	56,10%	<b>65,29%</b>
Ribas (2019)	Escola de Ensino Básico Profa. Claudete Maria Hoffmann Domingos/ Palhoça-SC	72,27%	
Fasola et. al (2011)	Escola de Ensino Básico Silveira de Souza/ Florianópolis-SC	67,50%	

Fonte - Elaboração própria, com base nos dados de estudos similares.

### **4.3 Concepção do projeto**

Para elaboração do projeto, foi realizada visita técnica às instalações do prédio da IDES para verificação das instalações hidráulicas e pluviais existentes.

#### **4.3.1 Instalações hidráulicas e pluviais existentes**

Os tipos de aparelhos sanitários existentes e a localização dos mesmos foram verificados através de visitas in loco. Cada banheiro é composto por vasos sanitários com caixa acoplada e torneiras de acionamento automático.

**Figura 18 - Vasos sanitários**



Fonte - Elaboração própria.

**Figura 19 - Lavatórios**



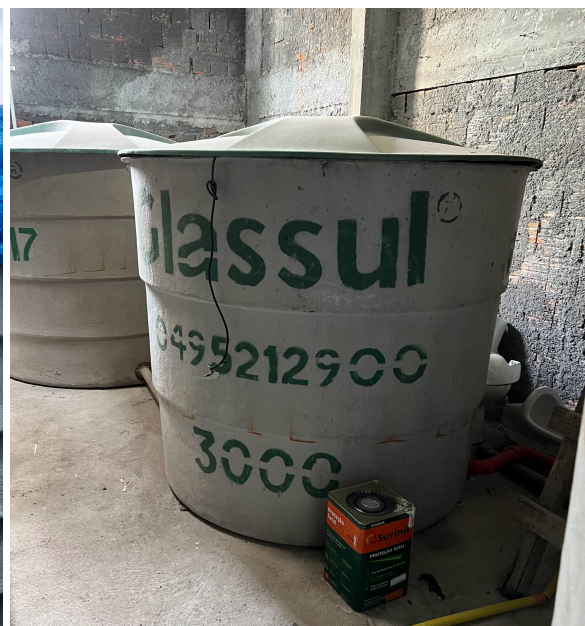
Fonte - Elaboração própria.

Existem três caixas d'água na cobertura da edificação localizadas no nível 14,70, cada uma com capacidade de 15.000 litros (figura 20). Além dessas, existem outras três caixas desativadas (figura 21), localizadas no nível 12,70, logo abaixo da cobertura, com capacidade de 5.000 litros cada. Essas caixas desativadas possuem toda a rede conectada à cisterna e poderão ser aproveitadas no projeto de captação de água da chuva, representando uma redução significativa no orçamento.

**Figura 20 - Caixa d'água potável existente**



**Figura 21 - Caixas d'água desativadas**



Fonte - Elaboração própria.

A cobertura é composta por telhas de fibrocimento, conforme apresentado nas figuras 22 e 23.

**Figuras 22 e 23 - Vista da cobertura da instituição**



Fonte - Elaboração própria.

Na instituição existem condutores horizontais e verticais de água da chuva localizados na parte interna da edificação. Nas figuras 24 e 25, pode-se observar alguns trechos dessas tubulações localizadas no nível do subsolo.

**Figuras 24 e 25 - Tubulações existentes na edificação para condução de água de chuva**



Fonte - Elaboração própria.

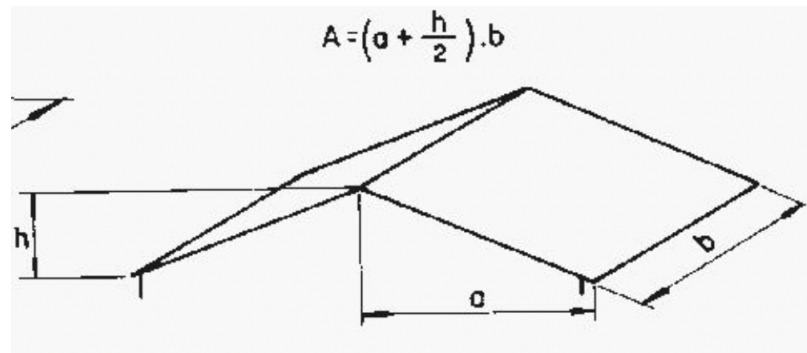
#### **4.4 Dimensionamento das instalações de coleta pluvial**

Para dimensionar as instalações de drenagem de águas pluviais, foi utilizada a NBR 10844 (ABNT, 1989) - Instalações prediais de água pluviais.

##### **4.4.1 Calhas**

Para o dimensionamento das calhas, foi necessário definir a área de contribuição da cobertura e as vazões de projeto. Para isso, foi utilizado o método de cálculo para superfícies inclinadas sugerido pela NBR 10844 (ABNT, 1989).

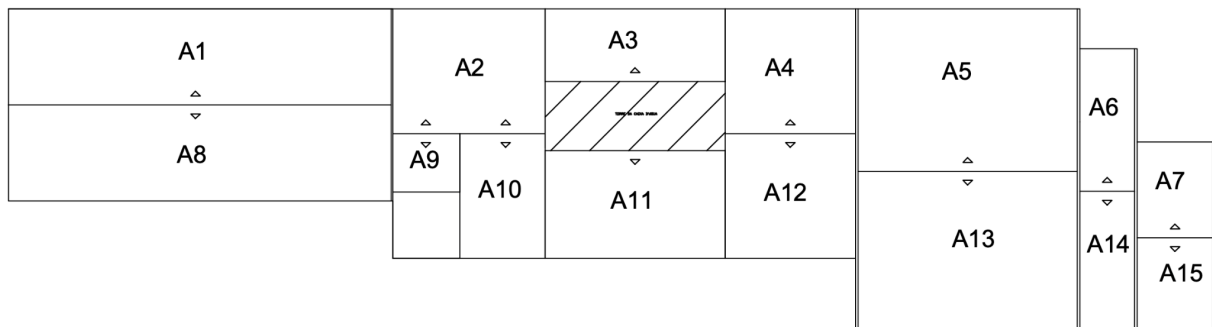
**Figura 26 - Cálculo da área de contribuição para superfície inclinada**



Fonte: NBR 10844 (ABNT, 1989).

Para facilitar o cálculo da área de contribuição, o telhado da edificação foi dividido em áreas, conforme indicado na figura 27.

**Figura 27 - Esquema ilustrativo da divisão das áreas de contribuição**



Fonte - Elaboração própria.

A tabela 13 traz os valores de cada área de contribuição, calculados conforme a figura 26.

**Tabela 13 - Áreas de contribuição da cobertura da edificação**

	<b>a</b>	<b>h</b>	<b>b</b>	<b>A (m2)</b>
<b>A1</b>	5,52	1,5	22	137,94
<b>A2</b>	7,17	2,2	8,75	72,36
<b>A3</b>	4,18	2,2	10,35	54,65
<b>A4</b>	7,17	2,2	7,5	62,03
<b>A5</b>	9,35	2,7	12,6	134,82
<b>A6</b>	8,20	2,7	3,15	30,08
<b>A7</b>	5,52	2,7	4,35	29,88
<b>A8</b>	5,52	1,5	22	137,94
<b>A9</b>	3,38	2,2	3,85	17,25
<b>A10</b>	7,18	2,2	4,9	40,57
<b>A11</b>	6,20	2,2	10,35	75,56
<b>A12</b>	7,18	2,2	7,5	62,10
<b>A13</b>	9,35	2,7	12,6	134,82
<b>A14</b>	8,20	2,7	3,15	30,08
<b>A15</b>	5,52	2,7	4,35	29,88

Fonte - Elaboração própria.

De acordo com a NBR 10844 (ABNT, 1989), a intensidade pluviométrica referente à cidade de Florianópolis-SC para o tempo de retorno de 25 anos representa um volume de 144 mm/h.

Com os valores das áreas de contribuição e intensidade pluviométrica foi possível calcular as vazões de projeto indicadas da tabela 14.

**Tabela 14 - Vazões de projeto para as áreas de contribuição da cobertura da edificação**

	Área de contribuição	Intensidade	Vazão de projeto
	m <sup>2</sup>	mm/h	L/min
<b>A1</b>	137,94	144	331,06
<b>A2</b>	72,36	144	173,67
<b>A3</b>	54,65	144	131,16
<b>A4</b>	62,03	144	148,86
<b>A5</b>	134,82	144	323,57
<b>A6</b>	30,08	144	72,20
<b>A7</b>	29,88	144	71,72
<b>A8</b>	137,94	144	331,06
<b>A9</b>	17,25	144	41,40
<b>A10</b>	40,57	144	97,37
<b>A11</b>	75,56	144	181,33
<b>A12</b>	62,10	144	149,04
<b>A13</b>	134,82	144	323,57
<b>A14</b>	30,08	144	72,20
<b>A15</b>	29,88	144	71,72

Fonte - Elaboração própria.

Para a cobertura da escola, optou-se por calhas em PVC, com seção circular. Logo, para todas as superfícies deste dimensionamento, o valor adotado para o coeficiente de rugosidade "n" é de 0,011, conforme figura 28, recomendado pela NBR 10844 (ABNT, 1989).

**Figura 28 - Coeficiente de rugosidade dos materiais utilizados na confecção de calhas**

Material	<u>n</u>
plástico, fibrocimento, aço, metais não-ferrosos	0,011
ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
cerâmica, concreto não-alisado	0,013
alvenaria de tijolos não-revestida	0,015

Fonte: NBR 10844 (ABNT, 1989).

Para determinar a capacidade da calha, foi utilizado a fórmula de Manning Strickler apresentada na equação 10 da metodologia, recomendada pela NBR 10844 (ABNT, 1989). A tabela 15, apresenta as variáveis relacionadas de forma a oferecer uma capacidade Q2 maior que a vazão de projeto Q1 em todas as áreas de contribuição.

**Tabela 15 - Dimensionamento das calhas da cobertura da edificação**

	<b>n</b>	<b>D</b>	<b>S</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>Q2</b>	<b>Q1</b>
		<b>m</b>	<b>m2</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>L/min</b>	<b>L/min</b>
<b>A1</b>	0,011	0,150	0,0088	0,2355	0,0375	381,61	331,06
<b>A2</b>	0,011	0,125	0,0061	0,1963	0,03125	234,68	173,67
<b>A3</b>	0,011	0,125	0,0061	0,1963	0,03125	234,68	131,16
<b>A4</b>	0,011	0,125	0,0061	0,1963	0,03125	234,68	148,86
<b>A5</b>	0,011	0,150	0,0088	0,2355	0,0375	381,61	323,57
<b>A6</b>	0,011	0,125	0,0061	0,1963	0,03125	234,68	72,20
<b>A7</b>	0,011	0,125	0,0061	0,1963	0,03125	234,68	71,72
<b>A8</b>	0,011	0,150	0,0088	0,2355	0,0375	381,61	331,06
<b>A9</b>	0,011	0,125	0,0061	0,1963	0,03125	234,68	41,40
<b>A10</b>	0,011	0,125	0,0061	0,1963	0,03125	234,68	97,37
<b>A11</b>	0,011	0,125	0,0061	0,1963	0,03125	234,68	181,33
<b>A12</b>	0,011	0,125	0,0061	0,1963	0,03125	234,68	149,04
<b>A13</b>	0,011	0,150	0,0088	0,2355	0,0375	381,61	323,57
<b>A14</b>	0,011	0,125	0,0061	0,1963	0,03125	234,68	72,20
<b>A15</b>	0,011	0,125	0,0061	0,1963	0,03125	234,68	71,72

Fonte: Elaboração própria.

Dessa forma, serão adotadas calhas de 125mm e 150mm de diâmetro, conforme detalhado no APÊNDICE A deste trabalho - Pranchas do projeto de captação e abastecimento de água pluvial.

#### 4.4.2 Condutores verticais

Para o dimensionamento dos condutores verticais, foi utilizado o ábaco da figura 17 apresentado no item 3.6.2 da metodologia. Os valores do diâmetro interno dos condutores variaram entre 70mm a 100mm, por questões de padronização e disponibilidade no mercado, optou-se pela adoção de condutores verticais de 100mm.

#### 4.4.3 Condutores horizontais

Para o dimensionamento dos condutores horizontais, utilizou-se a tabela 7 apresentada no item 3.6.3 da metodologia deste trabalho. Foram adotadas tubulação de 150mm e 200mm de diâmetro nominal com uma inclinação de 0,5%. No entanto, devido à alta vazão atingida nas proximidades do reservatório inferior, foi necessário adotar condutores de 250mm de diâmetro nominal e inclinação de 1%. O projeto contendo a localização e dimensão destes tubos está no APÊNDICE A deste trabalho - Pranchas do projeto de captação e abastecimento de água pluvial.

#### 4.4.4 Sistema elevatório

Na instituição existe um conjunto motobomba disponível para uso e poderá ser utilizado no sistema elevatório da edificação. A potência da bomba é de 1,5 c.v. e possui as especificações técnicas indicadas na figura 30.

**Figura 29 - Conjunto motobomba disponível para uso na instituição**



Fonte - Elaboração própria.

**Figura 30 - Motobombas Centrífugas Multiestágios**

MODELO (ME-1)	Potência (cv)	Estágios	Monofásico	Trifásico	Ø Sucção (pol)	Ø Recalque (pol)	Pressão máxima sem vazão (m.c.a.)	Altura máxima de sucção (m.c.a.)	Ø Rotor (mm)
ME-AL/BR 1315	1,5	3	x	x	1	1	57	8	107

Fonte - Schneider Motobombas, 2019.

A fim de verificar se a potência da motobomba apresentada atenderia as necessidades de projeto, foi feito o dimensionamento do sistema elevatório conforme apresentado no item 3.5.4 da metodologia.

Conforme será apresentado no item 4.5 desta seção do trabalho, os reservatórios superiores serão divididos em dois reservatórios de 5.000 litros cada e um reservatório de 7.500 litros. Dessa forma, considerando um tempo de 1,23 horas para encher o reservatório superior, obtém-se:

$$X = \frac{1,23}{24} = 0,051 \quad \text{e} \quad Q = \frac{7.500l}{1,23h} \times \frac{1}{1000 \times 3600} = 0,0016937m^3/s$$

Assim, o diâmetro de recalque pela fórmula de Forchheimer é:

$$D_R = 1,3\sqrt{0,0016937} \times \sqrt[4]{0,051} = 0,025m$$

Dessa forma, o diâmetro de recalque adotado deverá ser de no mínimo 25mm. Já para a tubulação de sucção, deve ser considerado o diâmetro comercial imediatamente maior em relação ao diâmetro de recalque dimensionado, ou seja, 32mm.

Considerando uma altura manométrica de 17,32 metros e uma bomba com rendimento de 50%, foi possível calcular a potência mínima da bomba.

$$P = \frac{0,20128 \times 17,32}{75 \times 0,5} = 0,092 \text{ C.V.}$$

Dessa forma, foi possível concluir que uma bomba de  $\frac{3}{4}$  C.V. (potência mínima) atenderia as necessidades da edificação. Sendo assim, conclui-se que o conjunto motobomba disponível para uso na instituição com as características apresentadas na figura 30 será suficiente para o abastecimento do reservatório superior.

#### 4.4.5 Dimensionamento da tubulação de abastecimento aos pontos de consumo

A solução encontrada para reduzir os gastos com as tubulações de abastecimento de água pluvial, foi realizar adaptações nas instalações hidrossanitárias de água potável existentes na instituição. Dessa forma, foi feito um novo dimensionamento para o abastecimento de água fria (água não potável) para os vasos sanitários da instituição, seguindo a NBR 5626 (ABNT, 1998). Já a tubulação de água fria existente na instituição, permanecerá abastecendo os

lavatórios e chuveiros. O número total dos vasos sanitários que serão atendidos pela água da chuva está apresentado na tabela 16.

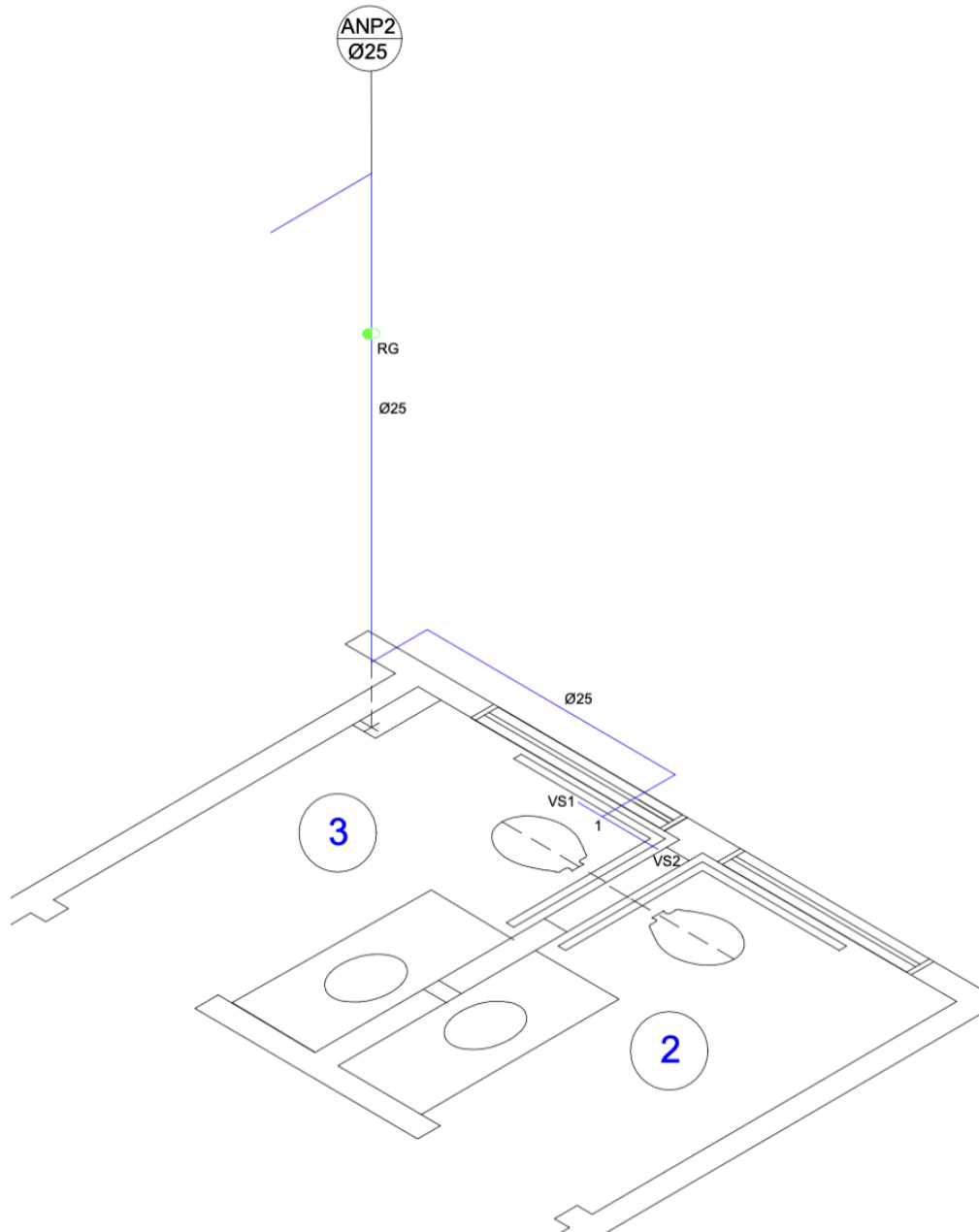
**Tabela 16 - Vasos sanitários atendidos pela água da chuva**

Pvto	Banheiros atendidos	Nº total de vasos sanitários atendidos
Subsolo	36,37	4
1 pvto	31,32,33,34,35	9
2 pvto	19,20,21,22,23,24, 25,26,27,28,29,30	21
3 pvto	7,8,9,10,11,12,13, 14,15,16,17,18	21
4 pvto	1,2,3,4,5,6	10
<b>Total</b>		<b>65</b>

Fonte - Elaboração própria.

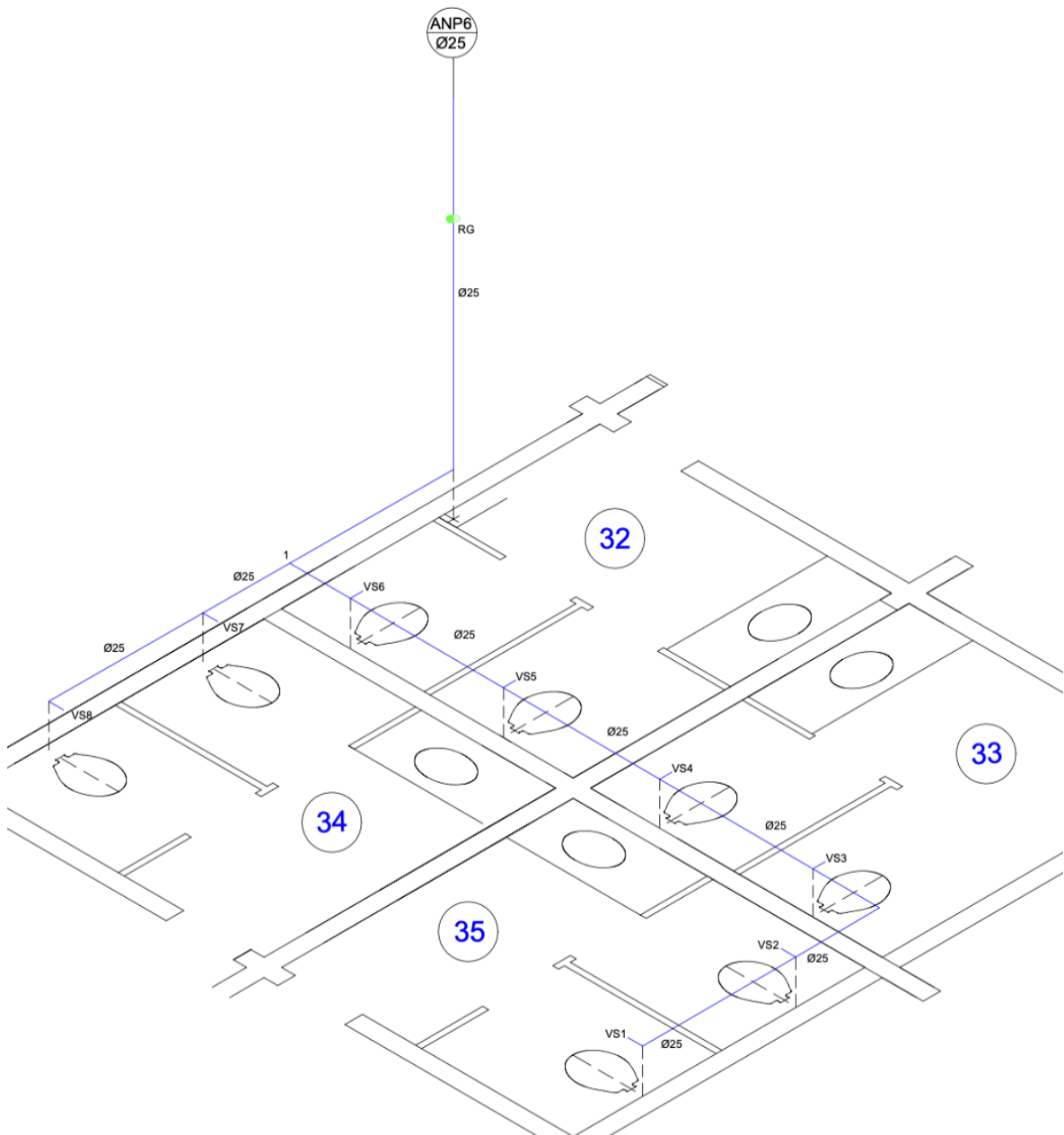
Para o dimensionamento das tubulações de abastecimento de água não potável, foram utilizados os banheiros do último pavimento e os mais afastados do reservatório de água superior, sendo considerado o pior caso para fins de dimensionamento. Esses banheiros foram detalhados no desenho isométrico da figura 31. Os cálculos resultaram em tubulações com diâmetro de 20mm, exceto a tubulação ANP6 responsável pelo abastecimento dos banheiros 32, 33, 34 e 35 localizados no pavimento térreo, nos quais o dimensionamento resultou em uma tubulação com diâmetro de 25mm, conforme apresentado na figura 32. Dessa forma, foram adotadas tubulações de 25mm para todos os banheiros por questões de padronização e por ser considerado um diâmetro mínimo usual. As tabelas com o dimensionamento das tubulações de abastecimento de água não potável dos casos citados anteriormente, estão apresentadas nas tabelas 17 e 18.

**Figura 31 - Desenho isométrico dos banheiros 2 e 3 localizados no 4o pavimento -  
Esquema do abastecimento de água não potável**



Fonte - Elaboração própria.

**Figura 32 - Desenho isométrico dos banheiros 32, 33, 34 e 35 localizados no pavimento térreo -  
Esquema do abastecimento de água não potável**



Fonte - Elaboração própria.

**Tabela 17 - Dimensionamento das tubulações de abastecimento de água não potável (ANP2)**

ANP2	PESO	VAZAO (L/s)	D (mm)	Dmín (mm)	VELOCIDADE (m/s)	PERDA DE CARGA UNITARIA	DIFERENÇA DE COTAS	PRESSÃO DISPONÍVEL
						(kPA/m)	(m)	(kPA)
VS1-1	0,3	0,16	25	14,5	0,33	0,08	0	43,95
VS2-1	0,3	0,16	25	14,5	0,33	0,08	0	43,95
1-CX	0,6	0,23	25	17,2	0,47	0,15	5,27	52,70

ANP2	COMPRIMENTO DA TUBULAÇÃO (m)		PERDA DE CARGA TUBULAÇÃO (kPA/m)		PRESSÃO DISPONÍVEL	PRESSÃO REQUERIDA
	REAL	EQ.	TUBULAÇÃO	TOTAL	(kPA)	(kPA)
VS1-1	0,18	2,58	0,22	0,22	43,73	5
VS2-1	0,36	2,76	0,23	0,23	43,72	5
1-CX	47,00	56,50	8,75	8,75	43,95	5

Fonte - Elaboração própria.

**Tabela 18 - Dimensionamento das tubulações de abastecimento de água não potável (ANP6)**

ANP6	PESO	VAZAO (L/s)	Dmín (mm)	D (mm)	VELOCIDADE (m/s)	PERDA DE CARGA UNITARIA	DIFERENÇA DE COTAS	PRESSÃO DISPONÍVEL
						(kPA/m)	m	(kPA)
VS1-VS2	0,3	0,16	14,46	25	0,33	0,08	0	100,18
VS2-VS3	0,6	0,23	17,20	25	0,47	0,15	0	100,18
VS3-VS4	0,9	0,28	19,04	25	0,58	0,22	0	100,18
VS4-VS5	1,2	0,33	20,46	25	0,67	0,28	0	100,18
VS5-VS6	1,5	0,37	21,63	25	0,75	0,35	0	100,18
VS6-1	1,8	0,40	22,64	25	0,82	0,40	0	100,18
VS8-VS7	0,3	0,16	14,46	25	0,33	0,08	0	100,18
VS7-1	0,6	0,23	17,20	25	0,47	0,15	0	100,80
CX-1	2,4	0,46	24,33	25	0,95	0,52	11,87	118,70

ANP6	COMPRIMENTO DA TUBULAÇÃO (m)		PERDA DE CARGA TUBULAÇÃO (kPA/m)		PRESSÃO DISPONÍVEL	PRESSÃO REQUERIDA
	REAL	EQ.	TUBULAÇÃO	TOTAL	(kPA)	(kPA)
VS1-VS2	1,31	3,31	0,28	0,28	99,90	5
VS2-VS3	1,41	5,81	0,90	0,90	99,28	5
VS3-VS4	1,38	4,58	1,01	1,01	99,17	5
VS4-VS5	1,54	5,14	1,46	1,46	98,72	5
VS5-VS6	1,48	4,68	1,62	1,62	98,56	5
VS6-1	0,63	5,43	2,20	2,20	97,98	5
VS8-VS7	1,32	2,52	0,21	0,21	99,97	5
VS7-1	0,81	4,01	0,62	0,62	100,18	5
CX-1	23,87	34,37	17,90	17,90	100,80	5

Fonte - Elaboração própria.

As pranchas do restante dos banheiros da instituição contendo as plantas baixas das instalações de abastecimento de água não potável projetadas para os vasos sanitários, assim como o esquema vertical e detalhes do projeto estão apresentados no APÊNDICE A - Pranchas do projeto de captação e abastecimento de água pluvial.

#### 4.5 Dimensionamento dos reservatórios

O volume ideal do reservatório e o potencial de economia de água potável foram definidos através do programa Netuno. Os dados de entrada do programa estão indicados na figura 33.

Figura 33 - Dados de entrada utilizados no programa Netuno

Carregar dados de precipitação	chuvass_C_02748
Número de registros	3485
Data inicial (dd/MM/yyyy)	01/01/2010
Descarte escoamento inicial (mm)	2

Área de captação (m<sup>2</sup>)

Demanda total de água (litros per capita/dia)

Número de moradores

Percentual da demanda total a ser substituída por água pluvial

Coefficiente de escoamento superficial

A demanda total diária de água per capita foi estimada considerando que os dias de funcionamento da instituição são de 21 dias úteis por mês. Dessa forma,

considerando uma demanda média mensal de 543.000 litros na instituição, chegou-se a um valor de 172,38 litros per capita/dia, um valor considerado muito alto visto que os padrões encontrados na bibliografia variam entre 15 a 20 litros/aluno/dia em instituições de ensino.

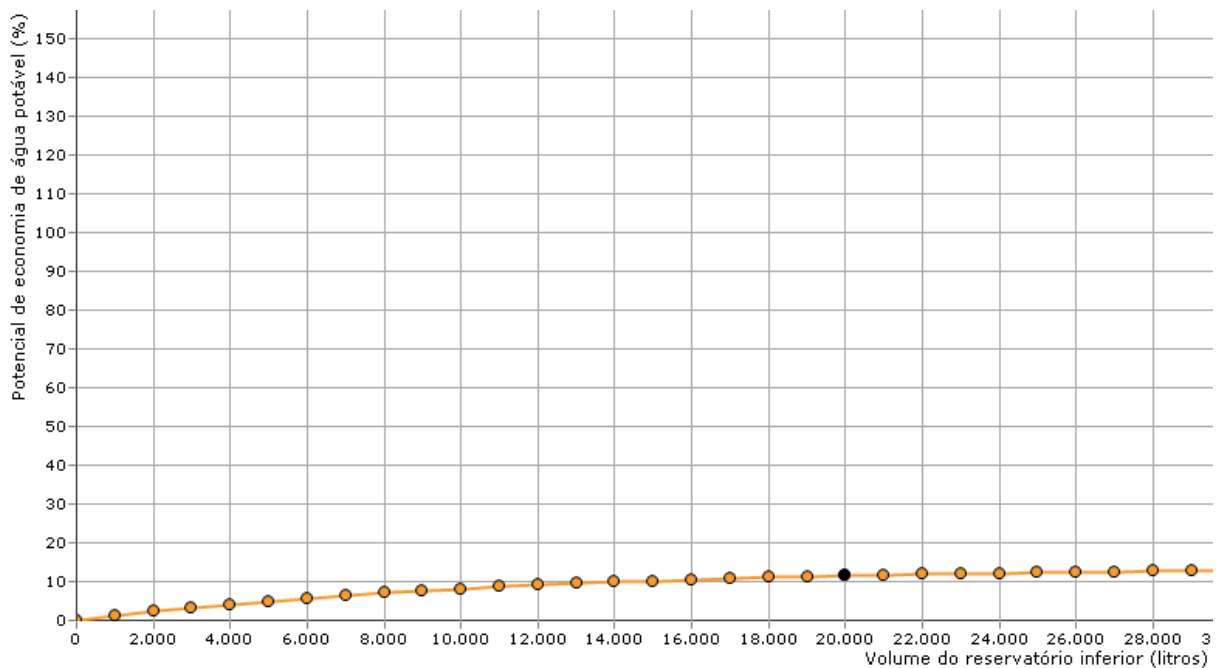
Conforme estimado na tabela 12 do item 4.2, foi considerado que 63,29% da demanda total de água potável utilizada na instituição poderá ser substituída por água pluvial. Lembrando que esse percentual corresponde ao consumo de água em vasos sanitários, que serão os pontos de abastecimento de interesse no desenvolvimento do projeto.

Por meio dos dados de entrada indicados na figura 33, o programa calculou uma demanda diária média de água pluvial de 16.882 litros. Considerando que o volume do reservatório superior seja igual a essa demanda, adotou-se os dois reservatórios desativados de 5.000 litros cada já existentes na edificação e mais um reservatório de 7.500 litros.

Já para a determinação do volume do reservatório inferior, foram feitas simulações no programa Netuno a fim de identificar o volume do reservatório que correspondesse ao melhor potencial de economia de água potável. Para isso, foram feitas variações de volume em intervalos de 1.000 litros, e para cada variação realizada, verificou-se o volume do reservatório que promoveu uma diferença no potencial de economia de água potável menor que 0,3%.

Assim, com base na análise de resultados do programa Netuno, definiu-se que o volume ideal do reservatório inferior seria de 20.000 litros no qual corresponderia a um potencial de economia de água potável de 11,48%, conforme indicado no gráfico 6.

**Gráfico 6 - Potencial de economia de água potável x Volume do reservatório inferior, extraído do programa Netuno**



Os volumes totais dos reservatórios e o potencial de economia de água potável obtido através do programa Netuno estão indicados na tabela 19.

**Tabela 19 - Resumo dos volumes dos reservatórios e seu potencial de economia**

<b>Reservatórios</b>	<b>Volume total (litros)</b>	<b>Potencial de economia de água potável</b>
Inferior	20.000	11,48%
Superior	17.500	

Fonte - Elaboração própria.

## **4.6 Viabilidade econômica**

### **4.6.1 Estimativa de custo de implantação**

Conforme apresentado no item 3.7.1 da metodologia, os custos de implantação serão referentes aos reservatórios, mão de obra necessária para as instalações e materiais hidráulicos.

Para a estimativa dos custos com reservatórios foram feitas pesquisas de preços nas principais lojas do ramo da construção civil e então feita uma média dos valores cotados. Já os custos relativos aos materiais hidrossanitários, assim como a mão de obra necessária para instalação dos reservatórios foram obtidos através do sistema SINAPI, com mês de referência de fevereiro de 2023.

O filtro escolhido foi o filtro de 1000 ciclos no qual atende áreas de até 1200 m<sup>2</sup>.

A estimativa com o custo de implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial está presente na tabela 20.

**Tabela 20 - Planilha orçamentária dos equipamentos e serviços**

Item	Equipamento/ Serviço	Quantidade	Unidade	Referencia	Custo unitário	Custo total
1.	Tanque Polietileno 20000L	1	uni	Pesquisa de mercado	11385,51	11385,51
2.	Tanque Polietileno 7500L	1	uni	Pesquisa de mercado	4054,53	4054,53
3.	Filtro água pluvial Ciclo 1000	1	uni	Pesquisa de mercado	3042,37	3042,37
4.	Conjunto de sucção com válvula de retenção	2	uni	Pesquisa de mercado	267,75	535,5
5.	Realimentador automático com válvula solenoide	2	uni	Pesquisa de mercado	405,08	810,16
6.	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico	40	h	SINAPI-2696	26,69	1067,6
7.	Encanador ou bombeiro hidráulico	40	h	SINAPI-0246	19,50	780
8.	CALHA / PERFIL PLUVIAL DE PVC, DIAMETRO ENTRE *119 E 170* MM, COMPRIMENTO DE 3 PARA DRENAGEM PLUVIAL PREDIAL	137,4	uni	SINAPI-12618	157,30	7203,88
9.	TUBO PVC, SOLDAVEL, DE 25 MM, AGUA FRIA (NBR-5648)	299,46	m	SINAPI-9868	4,70	1407,462
10.	TUBO PVC, JEI, DN 100 MM	170,33	m	SINAPI-36365	37,81	6440,1773
11.	TUBO PVC, JEI, DN 150 MM	69,16	m	SINAPI-41936	74,16	5128,9056
12.	TUBO PVC, JEI, DN 200 MM	54,20	m	SINAPI-41930	125,94	6825,948
13.	TUBO PVC, JEI, DN 250 MM	0,72	m	SINAPI-41931	197,25	142,02
14.	JUNCAO SIMPLES, PVC SERIE R, DN 150 X 100 MM	4	uni	SINAPI-20145	125,95	503,8
15.	TE SOLDAVEL, PVC, 90 GRAUS, 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	53	uni	SINAPI-7139	1,36	72,08
16.	TE, PVC, SERIE R, 150 X 100 MM	11	uni	SINAPI-20180	81,57	897,27
17.	TE, PVC, 90 GRAUS, DN 200 MM	1	uni	SINAPI-7070	193,87	193,87
18.	JOELHO PVC, 90 GRAUS, DN 200 MM	2	uni	Pesquisa de mercado	199,88	399,76
19.	JOELHO PVC, SOLDAVEL, PB, 90 GRAUS, DN 150 MM	6	uni	SINAPI-37950	56,82	340,92
20.	JOELHO PVC, SOLDAVEL, 90 GRAUS, 25 MM, COR MARROM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	79	uni	SINAPI-3529	0,82	64,78
21.	FURO EM ALVENARIA PARA DIÂMETROS MENORES OU IGUAIS A 40 MM. AF_05/2015	17	uni	SINAPI-90436	16,72	284,24
22.	FURO EM CONCRETO PARA DIÂMETROS MENORES OU IGUAIS A 40 MM. AF_05/2015	27	uni	SINAPI-90439	69,62	1879,74
23.	CHUMBAMENTO PONTUAL EM PASSAGEM DE TUBO COM DIÂMETRO MENOR OU IGUAL A 40 MM. AF_05/20	44	uni	SINAPI-91190	5,89	259,16
<b>TOTAL</b>					<b>R\$ 53.719,68</b>	

Fonte - Elaboração própria.

#### 4.6.2 Estimativa de consumo de energia elétrica

Consultando a fatura de energia elétrica da Celesc, verificou-se que a instituição se enquadra no grupo A4, ou seja, unidades consumidoras com

fornecimento em tensão superior a 2,3 kV. Dessa forma, foi definido o valor da tarifa de energia elétrica de 0,52609 R\$/kWh. (CELESC, 2023)

Considerando que o conjunto motobomba disponível para uso na instituição possui uma potência de 1,5 C.V., ou seja, 1,10325 kW e uma vazão máxima de 6,1 m<sup>3</sup>/h, conclui-se que o tempo necessário para encher o reservatório será de 1,23 horas por dia. Dessa forma, aplicando esses valores na equação 16 foi obtido o custo mensal de energia elétrica relativo ao bombeamento de água pluvial.

$$CM_{ener. elét.} = 0,52609 \text{ R\$/kWh} \times 1,10325 \text{ kW} \times 1,23 \text{ h/dia} \times 21 \text{ dias/mês} \times 2 \text{ bombas}$$

$$CM_{ener. elét.} = \text{R\$ } 29,98$$

#### 4.6.3 Período de retorno de investimento

Para o cálculo do período de retorno de investimento, foi necessário determinar os novos custos de água potável após a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial. Para isso, foi utilizada a equação 17 apresentada no item 3.8.3 da metodologia.

O serviço de abastecimento de água prestado pela CASAN são remunerados sob a forma de tarifa, reajustáveis periodicamente. A instituição estudada se enquadra na tarifa pública especial, aplicada para entidades assistenciais e sem fins lucrativos (CASAN, 2022). A tabela 21 apresenta os valores em reais de água cobrados pela CASAN, para as faixas de consumo para a categoria pública especial.

**Tabela 21 - Custos de água por faixa de consumo para a categoria pública especial**

Categoria	Faixa	Volumes (m <sup>3</sup> )	Água (R\$)
Pública Especial	Tarifa Fixa de Disponibilidade de Infraestrutura (TFDI)		R\$ 10,52
	1	1 a 10	R\$ 1,54
	2	11 a 999999	R\$ 4,34

Fonte - CASAN, 2023.

Portanto, para o cálculo dos novos gastos com água potável, utilizou-se o valor cobrado pela CASAN de R\$ 4,34, conforme indicado na tabela 21. O potencial de economia de água potável considerado foi o percentual calculado pelo programa Netuno de 11,48%. E por fim, o consumo médio mensal de água na edificação considerado foi de 543 m<sup>3</sup>/mês, conforme apresentado no item 4.1.2 deste trabalho. Por meio desses dados, chegou-se a um novo valor de consumo médio mensal de água potável após a implantação do sistema de água pluvial.

$$CM = 543 * [(1 - 11,48)/100] * 4,34 + 29,98$$

$$CM = R\$ 2116,06/mês$$

**Tabela 22 - Resumo do consumo e custo médio mensal de água potável atual e após a implantação do sistema de água pluvial**

	Atual	Novo
Consumo médio mensal de água potável (m <sup>3</sup> )	543,00	487,57
Custo médio mensal de água potável (R\$)	2356,62	2116,05
<b>Economia mensal gerada (R\$)</b>		<b>240,57</b>

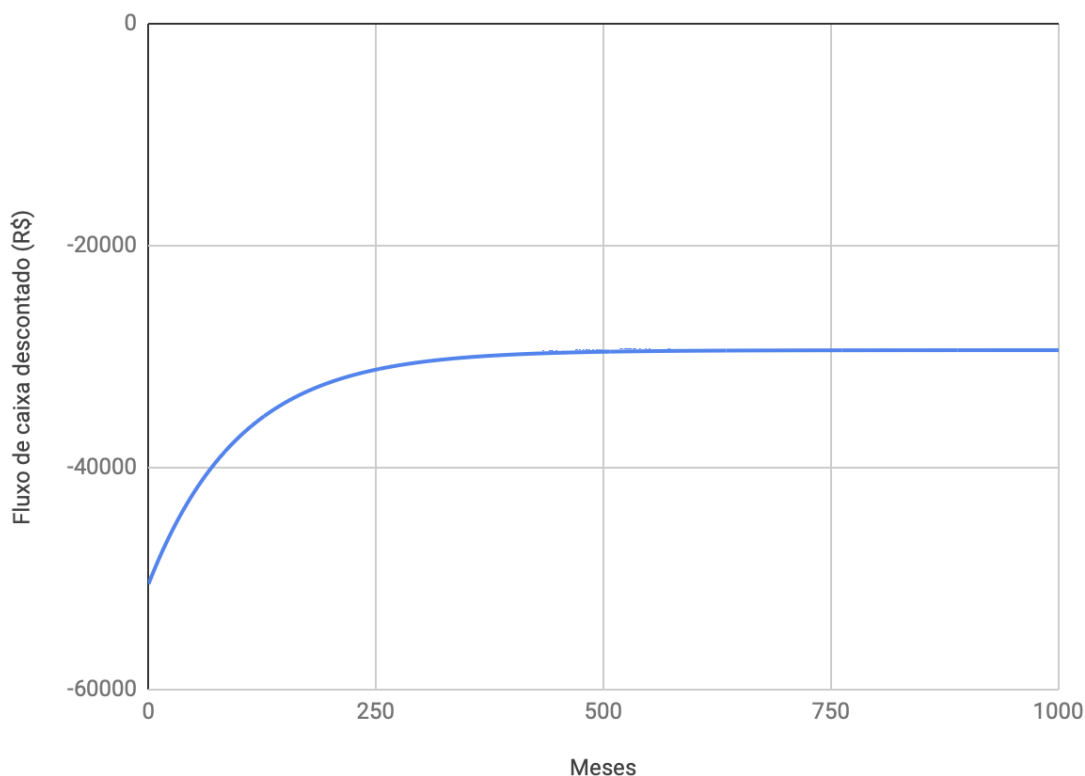
Fonte - Elaboração própria.

Para o cálculo do período de retorno de investimento, foi considerado um investimento inicial de R\$ 53.719,68 referente à estimativa com os custos de implantação do sistema, uma economia de água potável de R\$ 240,57 mensais, uma taxa de desconto de 1% ao mês e um custo mensal de R\$ 29,98 com energia elétrica. No entanto, por conta da baixa economia mensal de água gerada, ocasionada pelo baixo potencial de economia de água potável, não foi possível definir um valor de período de retorno de investimento.

Observa-se no gráfico 7 que quando a curva chega em aproximadamente 250 meses o valor de fluxo de caixa descontado se torna constante ao longo dos meses. Dessa forma, a curva não alcança valores positivos de fluxo de caixa, não sendo possível determinar um período de retorno de investimento. Com isso, conclui-se

que esse período não se torna viável, tendo em vista um tempo de vida útil de um sistema de aproveitamento pluvial de 20 anos. A tabela do fluxo de caixa descontado mensal calculado através do método do Payback Descontado está no APÊNDICE B - Fluxo de caixa de acordo com o método do Payback Descontado.

**Gráfico 7 - Fluxos de caixa descontados ao longo do período de vida útil do sistema**



Fonte - Elaboração própria.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste trabalho foi possível estudar a viabilidade econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva na Irmandade do Divino Espírito Santo, localizada na cidade de Florianópolis/SC.

Esse estudo além de promover uma melhor compreensão a respeito do funcionamento de um sistema de aproveitamento de água pluvial, apresentou os métodos e cálculos necessários para dimensionar as instalações de coleta e distribuição da água da chuva.

O sistema de aproveitamento de água pluvial é uma alternativa de redução de consumo de água potável que pode promover um potencial de economia muito positivo especialmente quando instaladas em locais litorâneos com chuvas bem regulares e distribuídas como foi o caso estudado. Por outro lado, com esse estudo observou-se que um alto consumo de água pode afetar diretamente no potencial de economia de água potável e conseqüentemente na viabilidade da implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial.

Sendo assim, esse trabalho evidenciou a necessidade da realização de estudos mais aprofundados a respeito da alta demanda de água potável consumida na instituição, a fim de identificar as possíveis causas desse excessivo consumo.

### **5.1 Sugestões para trabalhos futuros**

Como sugestão para trabalhos futuros, temos a realização de estudo na instituição com a finalidade de verificar o alto consumo de água potável indicado nas faturas mensais da CASAN, buscando identificar as possíveis causas da alta demanda de água, sugerindo soluções de redução de consumo de água.

Ações que podem ser desenvolvidas junto a futuros estudos: realização de periódica do hidrômetro no local estudado para evitar possíveis imprecisões na fatura de água emitida pela concessionária e instalação de equipamentos de medição nos aparelhos sanitários como sensores de vazão e de acionamento, a fim de diminuir as incertezas na estimativa dos usos finais da água em edificações já existentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR 15527**. Água de chuva-Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos, Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2007.

ABNT. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1998.

ABNT. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1989.

ANA. Agência Nacional de Águas: Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, 2018. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 25 out. 2022.

BARBETTA, P. A. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. Ed. UFSC. Florianópolis, 2003.

CAIN, N. A different path: The global water crisis and rainwater harvesting. **Consilience: The Journal of Sustainable Development**, v. 12, p. 147-157, 2014.

FASOLA, G. B. *et al.* Potencial de economia de água em duas escolas em Florianópolis, SC. **Ambiente construído**, Porto Alegre, p. 65-78, 5 dez. 2011. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/22715>. Acesso em: 20 maio 2022.

FERREIRA, D. F. **Aproveitamento de Águas Pluviais e Reúso de Águas Cinzas para Fins não Potáveis em um Condomínio Residencial Localizado em Florianópolis - SC**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2005.

GHISI, E.; TRÉS, A.C.R. Netuno – Aproveitamento de Águas Pluviais no Setor Residencial. Disponível em <http://www.labee.ufsc.br>. Programa computacional, 2014.

GHISI, E. Potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of Brazil. **Building and Environment**, Florianópolis, p. 1545-1550, 16 mar. 2005. Disponível em: <http://wanko.free.fr/COURS/Ges.eaux%20pluviales/Potential%20for%20potable%20>

water%20savings%20by%20using%20rainwater%20in%20the.pdf. Acesso em: 17 maio 2022.

IDES Irmandade do Divino Espírito Santo. Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://www.ides-sc.org.br>. Acesso em: 30 jun. 2022.

INMET: Instituto Nacional de Meteorologia. Brasília, 2020. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br>. Acesso em: 31 maio 2022.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC**. Trabalho de conclusão de curso. Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em: [https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/tccs/TCC\\_Ana\\_Kelly\\_Marinoski.pdf](https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/tccs/TCC_Ana_Kelly_Marinoski.pdf). Acesso em: 5 mar. 2022.

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**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 67-84, 11 ago. 2008. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/5355>. Acesso em: 10 mar. 2022.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. 159 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004.

PMF. **Revisão plano municipal integrado de saneamento básico**. Florianópolis, 2021. Disponível em: [https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/29\\_01\\_2021\\_11.21.18.389022061182b941b3d6d84046750119.pdf](https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/29_01_2021_11.21.18.389022061182b941b3d6d84046750119.pdf). Acesso em: 1 abr. 2022.

PERHSC. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. Governo Estadual de Santa Catarina. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina**. 2017. Disponível em: <http://www.aguas.sc.gov.br/base-documental/plano-estadual-biblioteca>. Acesso em: 10 abr. 2022.

PETERS, M. R. **Potencialidade de uso de fontes alternativas de água para fins não potáveis em uma unidade residencial**. 105 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/88951>. Acesso em: 13 abr. 2022.

RUPP, R. F. *et al.* Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, ed. 4, p. 47-64, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/zFtwYstjzKZHDWCjPyQPDMF/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 4 maio 2022.

ROCHA, V. L. **Validação do algoritmo do programa Netuno para avaliação do potencial de economia de água potável e dimensionamento de reservatórios de sistema de aproveitamento de água pluvial em edificações**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/92966/269220.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 25 maio 2022.

SOARES, D. A. F. *et al.* **Considerações a respeito da utilização das águas residuárias e aproveitamento das águas pluviais em edificações**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12., Vitória, 1999. Anais. Vitória: ABRH, 1999. p.7. 1

SIMIONI, W. I.; GHISI, E.; GÓMEZ L. A. **Potencial de Economia de Água Tratada Através do Aproveitamento de Águas Pluviais em Postos de Combustíveis: Estudos de Caso**. CLACS' 04 – I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, Anais.... CD Rom, 2004.

SANTOS, D. C. Os sistemas prediais e a promoção da sustentabilidade ambiental. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 2, n. 4, p. 7-18, 2002. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/3429/1847>>. Acesso em: 13 mai. 2022.

SILVEIRA, M. A. T. Urbanização turística no Brasil : um foco em Florianópolis – Santa Catarina. **Open Edition Journals**, 2015. Disponível em: <https://journals.openedition.org/viatourism/630?lang=en>. Acesso em: 1 jun. 2022.

SHIKLOMANOV, I. A.. World Water Resources. **A new appraisal and assement for the 21st century**. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris, 1998. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001126/112671eo.pdf>. Acesso em 21 mar 2022.

SOUZA, B. P. **Estudo de normais climatológicas para estações meteorológicas do tipo convencional em Santa Catarina**. Trabalho de conclusão de curso. Graduação em Geografia - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis,

2018. Disponível em:  
[https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/193032/TCC\\_BIANCA\\_SOUZ\\_A.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/193032/TCC_BIANCA_SOUZ_A.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 30 jun. 2022.

UNESCO. **O valor da água**: Relatório mundial das nações unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos, 2021. Disponível em:  
[https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375751\\_por](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375751_por). Acesso em: 20 abr. 2022.

UNIÁGUA. Universidade da água. **Água no Planeta**. Disponível em:  
<http://www.uniagua.org.br>. Acessado em 4 abr. 2022

WATERFALL, P.H.. Harvesting Rainwater for Landscape Use. University of Arizona Cooperative 2002. Disponível em:  
<<https://wrrc.arizona.edu/sites/wrrc.arizona.edu/files/Harvesting%20Rainwater%20for%20Landscape%20Use.pdf>>. Acesso em 03 mai 2022.

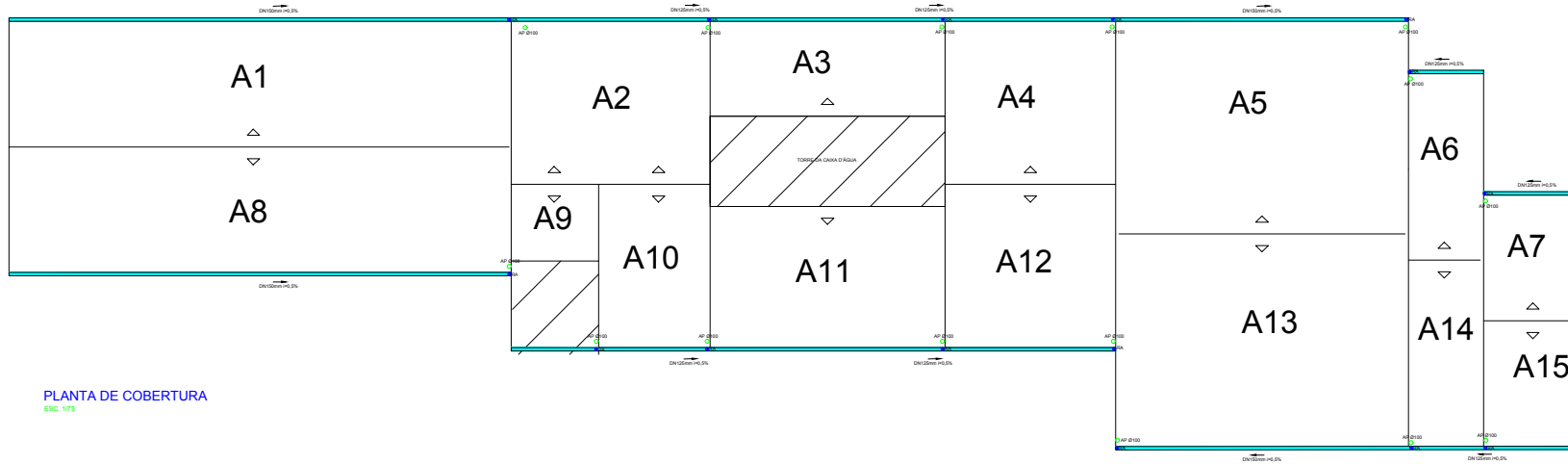
SCHNEIDER motobombas: Tabela de seleção de motobombas, 2019. Disponível em:  
[https://schneidermotobombas.blob.core.windows.net/media/264019/schneider\\_tabela\\_selecao\\_01-2019\\_rev08.pdf](https://schneidermotobombas.blob.core.windows.net/media/264019/schneider_tabela_selecao_01-2019_rev08.pdf). Acesso em: 27 set. 2022.

SNIRH. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos: Portal HidroWeb. 2018. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 25 out. 2022.

CASAN. Companhia Catarinense de Águas e Saneamento, 2022. Disponível em:  
<https://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/publico-especial#0>. Acesso em: 1 maio 2023.

## APÊNDICES

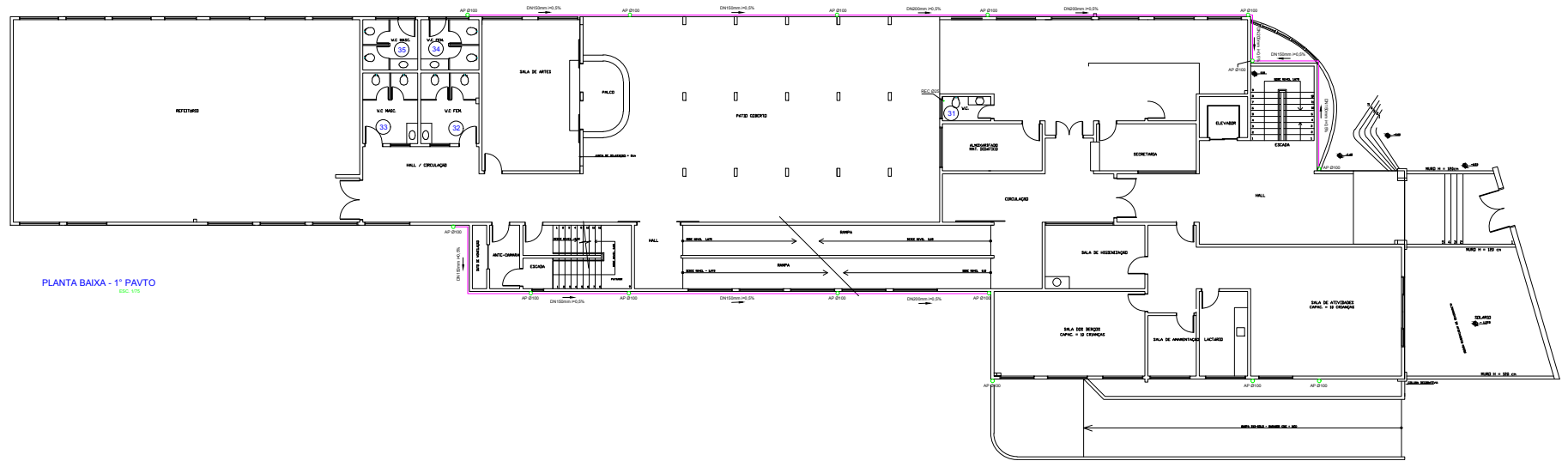
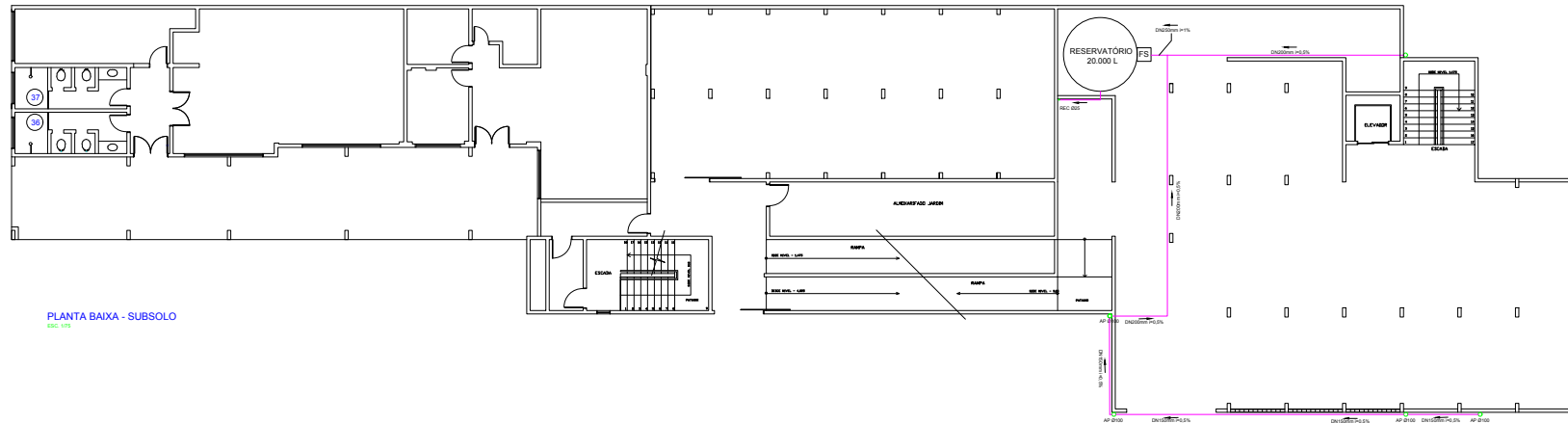
## APÊNDICE A – Pranchas do projeto de captação e abastecimento de água pluvial



PLANTA DE COBERTURA  
ESC: 1/15

Legenda  
 — Calha  
 — Condutores Verticais

PROJETO	Projeto de instalações de fornecimento de água não potável - Cobertura
CLIENTE	Alc...
OBJETIVO	Aproveitamento de água pluvial - Irmandade do Divino Espírito Santo
TIPO DE PROJETO	Indicada
DATA	01/07



Legenda

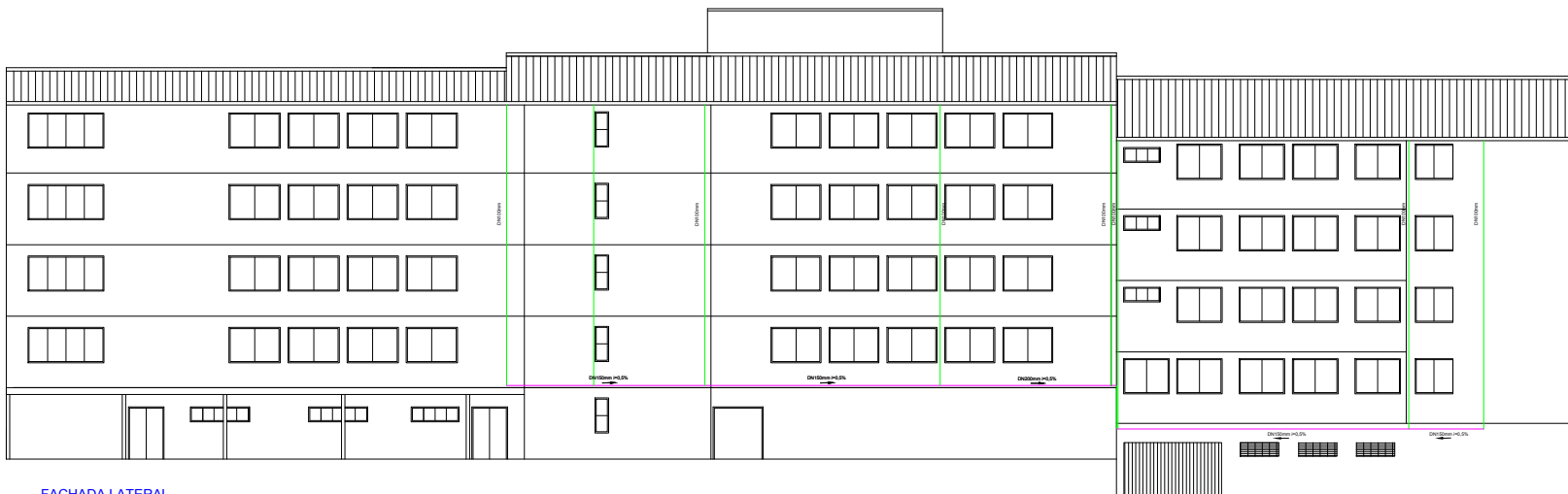
Condutores Horizontais

Condutores Verticais

PROJETO	Projeto de instalações de fornecimento de água não potável - Planta Baixa, Subsolo e 1º Pvlo
PROPOSTA	Aproveitamento de água pluvial - Irmandade do Divino Espírito Santo
ESCALA	Indicada
DATA	02/07



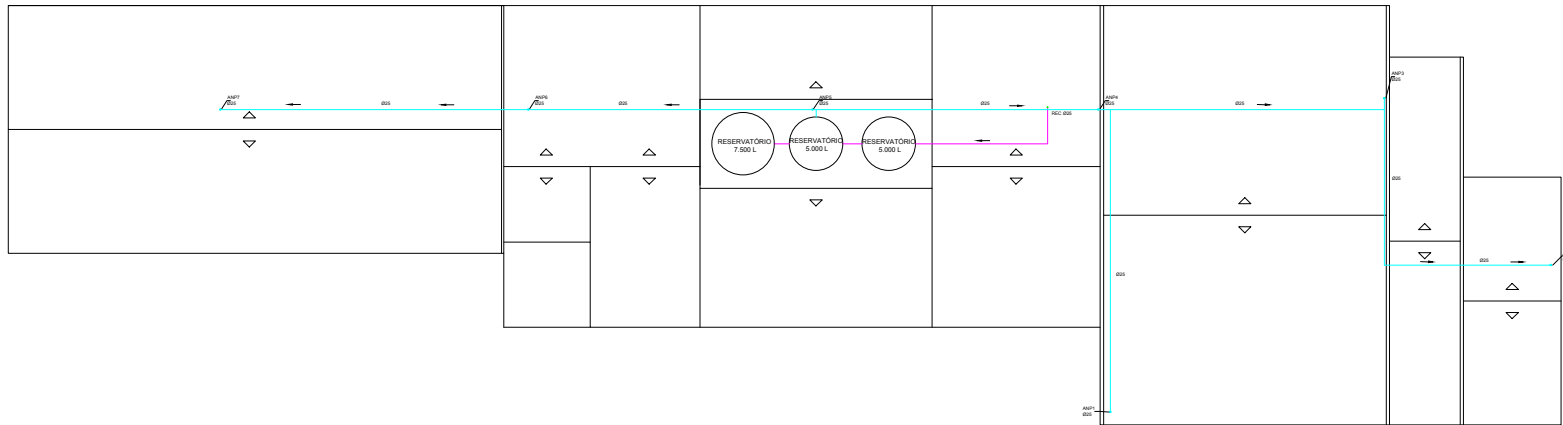
FACHADA NORTE  
ESC. 1/75



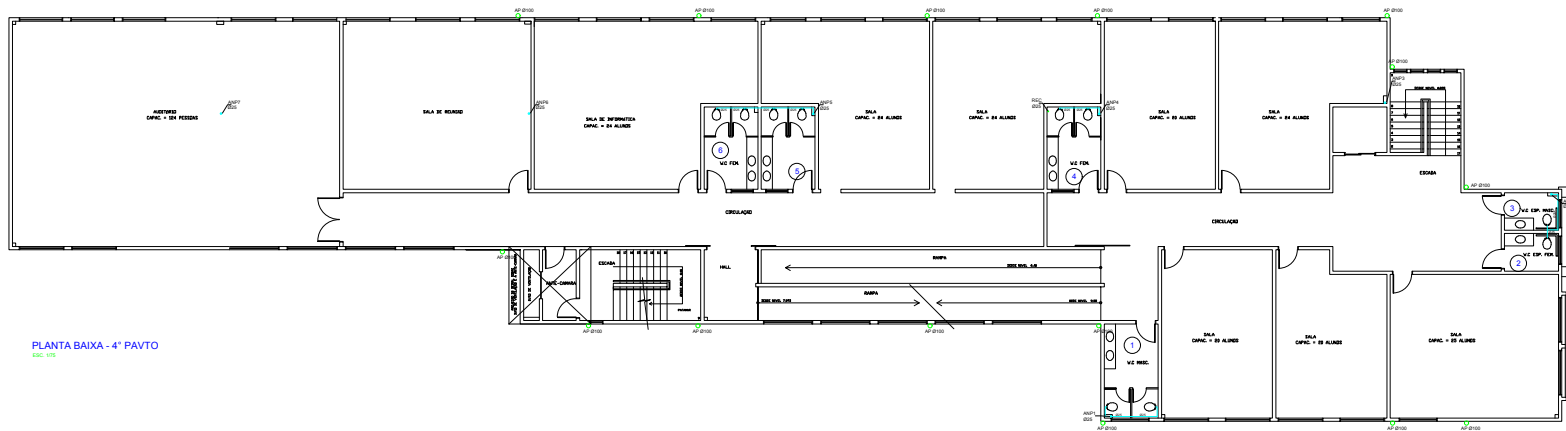
FACHADA LATERAL  
ESC. 1/75

Legenda  
 — Condutores Horizontais  
 — Condutores Verticais

PROJETO	Projeto de instalações de fornecimento de água não potável - Fachadas - Perfil vertical
CLIENTE	Alp
OBJETIVO	Aproveitamento de água pluvial - Irmandade do Divino Espírito Santo
TIPO DE PROJETO	Indicada
DATA	03/07



PLANTA BAIXA - NÍVEL 12.70  
12.70 - 12.70

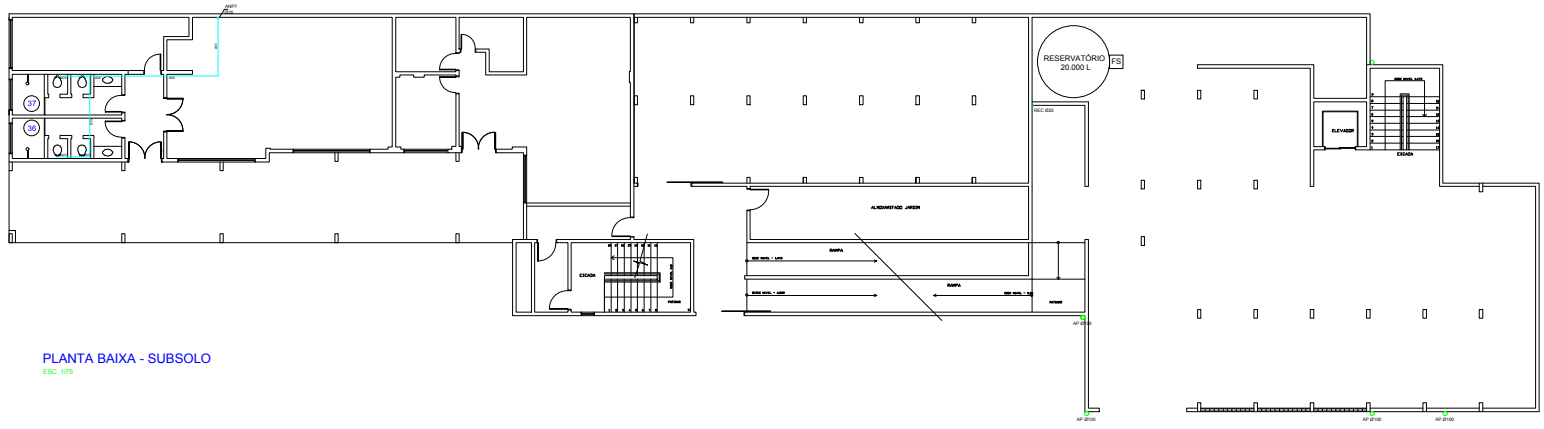


PLANTA BAIXA - 4º PAVTO  
12.70 - 12.70

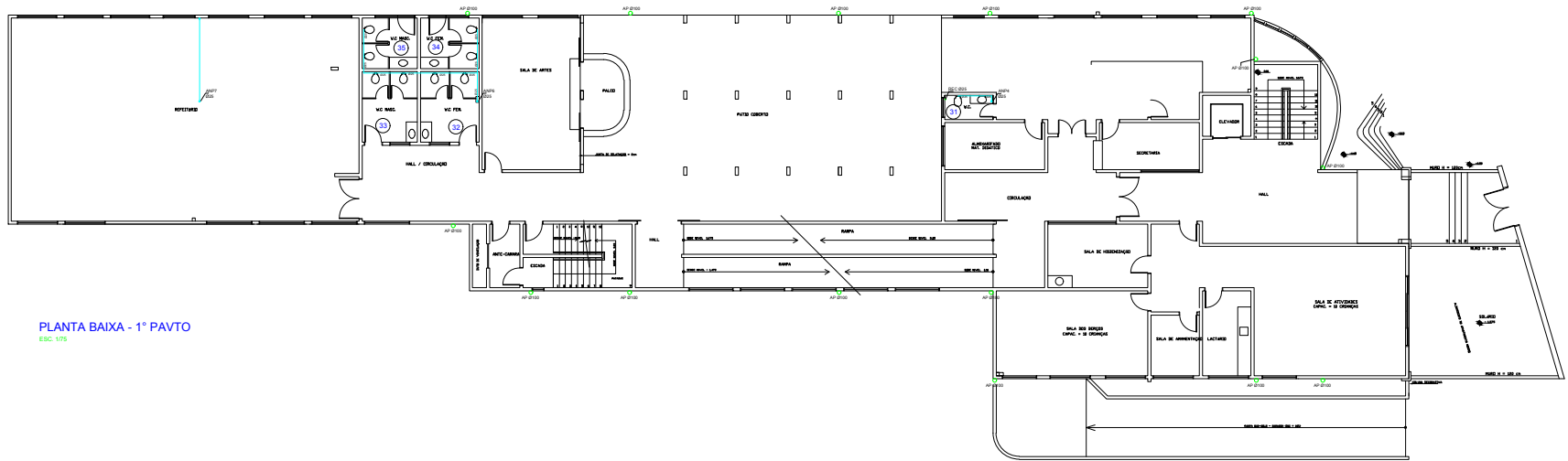
- Legenda
- Tubulação de distribuição
  - Tubulação de recirculação

TÍTULO	Projeto de instalações de fornecimento de água não potável - Nível 12.70 e 4º Pavto
OBJETIVO	Aproveitamento de água pluvial - Irmandade do Divino Espírito Santo
ESCALA	Indicada
DATA	04/07



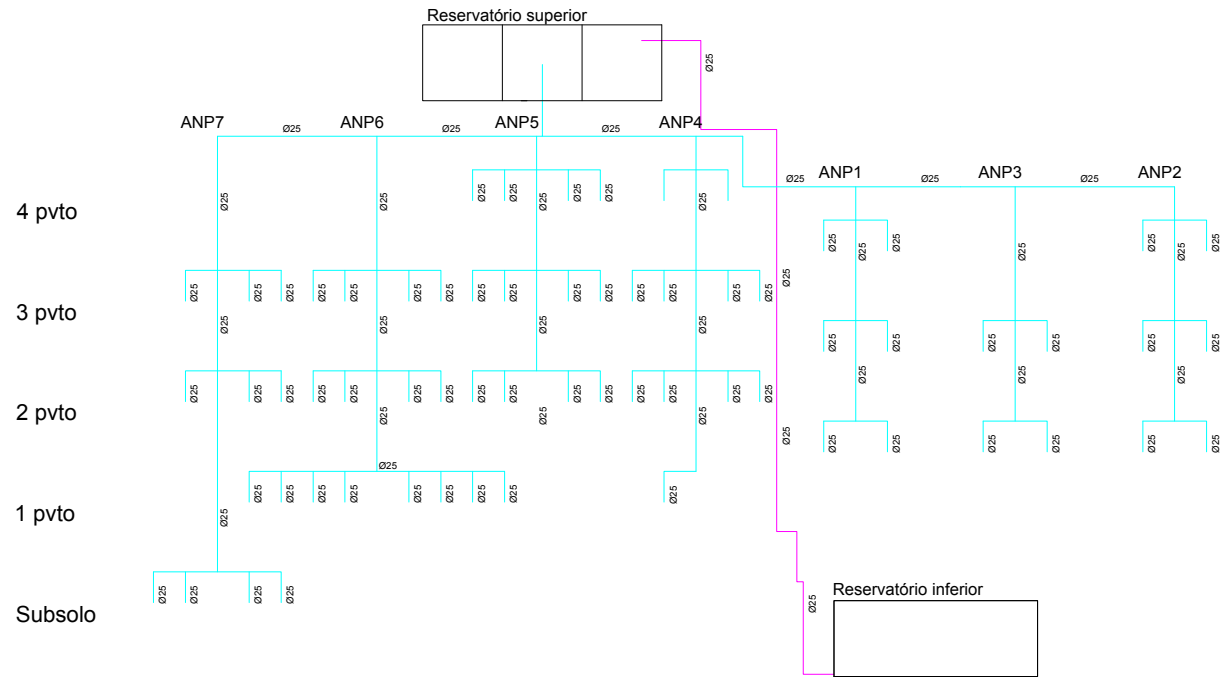


PLANTA BAIXA - SUBSOLO  
ESC. 1/75



PLANTA BAIXA - 1º PAVTO  
ESC. 1/75

TÍTULO	Projeto de instalações de fornecimento de água não potável - 1º Pavto e Subsolo
OBJETIVO	Aproveitamento de água pluvial - Irmandade do Divino Espírito Santo
TIPO	Indicada
DATA	06/07



**ESQUEMA VERTICAL**

SEM ESCALA

Legenda

- Tubulacao de recalque
- Tubulacao de distribuicao

TITULO	Projeto de instalacoes de fornecimento de água nao potável - Esquema vertical
PROJETO	Aproveitamento de água pluvial - Irmandade do Divino Espírito Santo
ESCALA	Indicada
DATA	07/07

## APÊNDICE B – Fluxo de caixa de acordo com o método do Payback Descontado

Mes	Fluxo descontado	Saldo	Mes	Fluxo descontado	Saldo
0	53719,68	-53719,68	251	17,33	-31190,4377
1	208,50	-53511,17505	252	17,16	-31173,2803
2	206,44	-53304,7345	253	16,99	-31156,29277
3	204,40	-53100,33793	254	16,82	-31139,47343
4	202,37	-52897,96507	255	16,65	-31122,82063
5	200,37	-52697,59592	256	16,49	-31106,3327
6	198,39	-52499,21061	257	16,32	-31090,00802
7	196,42	-52302,78951	258	16,16	-31073,84497
8	194,48	-52108,31318	259	16,00	-31057,84195
9	192,55	-51915,76236	260	15,84	-31041,99738
10	190,64	-51725,11798	261	15,69	-31026,30968
11	188,76	-51536,36117	262	15,53	-31010,77731
12	186,89	-51349,47323	263	15,38	-30995,39872
13	185,04	-51164,43568	264	15,23	-30980,1724
14	183,21	-50981,23018	265	15,08	-30965,09683
15	181,39	-50799,83859	266	14,93	-30950,17052
16	179,60	-50620,24296	267	14,78	-30935,392
17	177,82	-50442,42551	268	14,63	-30920,75981
18	176,06	-50266,36862	269	14,49	-30906,27248
19	174,31	-50092,05487	270	14,34	-30891,92859
20	172,59	-49919,467	271	14,20	-30877,72673
21	170,88	-49748,58792	272	14,06	-30863,66547
22	169,19	-49579,40071	273	13,92	-30849,74344
23	167,51	-49411,88863	274	13,78	-30835,95925
24	165,85	-49246,03508	275	13,65	-30822,31153
25	164,21	-49081,82364	276	13,51	-30808,79894
26	162,59	-48919,23806	277	13,38	-30795,42014
27	160,98	-48758,26224	278	13,25	-30782,1738
28	159,38	-48598,88024	279	13,12	-30769,05862
29	157,80	-48441,07627	280	12,99	-30756,07328
30	156,24	-48284,83473	281	12,86	-30743,21652
31	154,69	-48130,14012	282	12,73	-30730,48705
32	153,16	-47976,97715	283	12,60	-30717,88361
33	151,65	-47825,33065	284	12,48	-30705,40496
34	150,15	-47675,18559	285	12,36	-30693,04986
35	148,66	-47526,52712	286	12,23	-30680,81709
36	147,19	-47379,34051	287	12,11	-30668,70544
37	145,73	-47233,6112	288	11,99	-30656,7137
38	144,29	-47089,32475	289	11,87	-30644,84069
39	142,86	-46946,46689	290	11,76	-30633,08524
40	141,44	-46805,02345	291	11,64	-30621,44618
41	140,04	-46664,98045	292	11,52	-30609,92236
42	138,66	-46526,32401	293	11,41	-30598,51263
43	137,28	-46389,0404	294	11,30	-30587,21587
44	135,92	-46253,11604	295	11,18	-30576,03096

45	134,58	-46118,53747	296	11,07	-30564,95679
46	133,25	-45985,29135	297	10,96	-30553,99227
47	131,93	-45853,36451	298	10,86	-30543,13631
48	130,62	-45722,74387	299	10,75	-30532,38783
49	129,33	-45593,41651	300	10,64	-30521,74577
50	128,05	-45465,36961	301	10,54	-30511,20908
51	126,78	-45338,5905	302	10,43	-30500,77671
52	125,52	-45213,06664	303	10,33	-30490,44764
53	124,28	-45088,78558	304	10,23	-30480,22083
54	123,05	-44965,73503	305	10,13	-30470,09528
55	121,83	-44843,9028	306	10,03	-30460,06998
56	120,63	-44723,27684	307	9,93	-30450,14394
57	119,43	-44603,84518	308	9,83	-30440,31618
58	118,25	-44485,59602	309	9,73	-30430,58572
59	117,08	-44368,51765	310	9,63	-30420,9516
60	115,92	-44252,59846	311	9,54	-30411,41287
61	114,77	-44137,82699	312	9,44	-30401,96859
62	113,64	-44024,19187	313	9,35	-30392,61781
63	112,51	-43911,68185	314	9,26	-30383,35961
64	111,40	-43800,2858	315	9,17	-30374,19308
65	110,29	-43689,99267	316	9,08	-30365,11731
66	109,20	-43580,79155	317	8,99	-30356,1314
67	108,12	-43472,67164	318	8,90	-30347,23445
68	107,05	-43365,62222	319	8,81	-30338,42559
69	105,99	-43259,63269	320	8,72	-30329,70396
70	104,94	-43154,69256	321	8,64	-30321,06867
71	103,90	-43050,79145	322	8,55	-30312,51888
72	102,87	-42947,91906	323	8,47	-30304,05374
73	101,85	-42846,06521	324	8,38	-30295,67242
74	100,85	-42745,21981	325	8,30	-30287,37408
75	99,85	-42645,37288	326	8,22	-30279,1579
76	98,86	-42546,51453	327	8,13	-30271,02307
77	97,88	-42448,63498	328	8,05	-30262,96878
78	96,91	-42351,72454	329	7,97	-30254,99424
79	95,95	-42255,7736	330	7,90	-30247,09865
80	95,00	-42160,77268	331	7,82	-30239,28124
81	94,06	-42066,71235	332	7,74	-30231,54123
82	93,13	-41973,58332	333	7,66	-30223,87785
83	92,21	-41881,37636	334	7,59	-30216,29034
84	91,29	-41790,08233	335	7,51	-30208,77796
85	90,39	-41699,69221	336	7,44	-30201,33997
86	89,50	-41610,19704	337	7,36	-30193,97561
87	88,61	-41521,58796	338	7,29	-30186,68417
88	87,73	-41433,8562	339	7,22	-30179,46492
89	86,86	-41346,99307	340	7,15	-30172,31715
90	86,00	-41260,98997	341	7,08	-30165,24015

91	85,15	-41175,83838	342	7,01	-30158,23321
92	84,31	-41091,52989	343	6,94	-30151,29566
93	83,47	-41008,05612	344	6,87	-30144,42679
94	82,65	-40925,40884	345	6,80	-30137,62593
95	81,83	-40843,57984	346	6,73	-30130,89241
96	81,02	-40762,56103	347	6,67	-30124,22555
97	80,22	-40682,34438	348	6,60	-30117,6247
98	79,42	-40602,92196	349	6,54	-30111,08921
99	78,64	-40524,2859	350	6,47	-30104,61843
100	77,86	-40446,42842	351	6,41	-30098,21171
101	77,09	-40369,3418	352	6,34	-30091,86843
102	76,32	-40293,01842	353	6,28	-30085,58795
103	75,57	-40217,45071	354	6,22	-30079,36965
104	74,82	-40142,6312	355	6,16	-30073,21292
105	74,08	-40068,55247	356	6,10	-30067,11715
106	73,35	-39995,2072	357	6,04	-30061,08173
107	72,62	-39922,58812	358	5,98	-30055,10607
108	71,90	-39850,68804	359	5,92	-30049,18957
109	71,19	-39779,49984	360	5,86	-30043,33166
110	70,48	-39709,01648	361	5,80	-30037,53174
111	69,79	-39639,23097	362	5,74	-30031,78925
112	69,09	-39570,1364	363	5,69	-30026,10361
113	68,41	-39501,72594	364	5,63	-30020,47427
114	67,73	-39433,99282	365	5,57	-30014,90066
115	67,06	-39366,93031	366	5,52	-30009,38224
116	66,40	-39300,5318	367	5,46	-30003,91846
117	65,74	-39234,79069	368	5,41	-29998,50877
118	65,09	-39169,70048	369	5,36	-29993,15264
119	64,45	-39105,25474	370	5,30	-29987,84955
120	63,81	-39041,44707	371	5,25	-29982,59896
121	63,18	-38978,27115	372	5,20	-29977,40035
122	62,55	-38915,72075	373	5,15	-29972,25322
123	61,93	-38853,78965	374	5,10	-29967,15705
124	61,32	-38792,47173	375	5,05	-29962,11134
125	60,71	-38731,76092	376	5,00	-29957,11558
126	60,11	-38671,65121	377	4,95	-29952,16929
127	59,51	-38612,13664	378	4,90	-29947,27197
128	58,93	-38553,21133	379	4,85	-29942,42314
129	58,34	-38494,86944	380	4,80	-29937,62231
130	57,76	-38437,10519	381	4,75	-29932,86902
131	57,19	-38379,91286	382	4,71	-29928,1628
132	56,63	-38323,28679	383	4,66	-29923,50316
133	56,07	-38267,22138	384	4,61	-29918,88967
134	55,51	-38211,71106	385	4,57	-29914,32185
135	54,96	-38156,75036	386	4,52	-29909,79926
136	54,42	-38102,33382	387	4,48	-29905,32144

137	53,88	-38048,45606	388	4,43	-29900,88796
138	53,34	-37995,11174	389	4,39	-29896,49838
139	52,82	-37942,29559	390	4,35	-29892,15226
140	52,29	-37890,00236	391	4,30	-29887,84916
141	51,78	-37838,2269	392	4,26	-29883,58868
142	51,26	-37786,96406	393	4,22	-29879,37037
143	50,76	-37736,20877	394	4,18	-29875,19384
144	50,25	-37685,95601	395	4,14	-29871,05865
145	49,76	-37636,2008	396	4,09	-29866,96441
146	49,26	-37586,93822	397	4,05	-29862,9107
147	48,77	-37538,16338	398	4,01	-29858,89713
148	48,29	-37489,87147	399	3,97	-29854,92329
149	47,81	-37442,05769	400	3,93	-29850,98881
150	47,34	-37394,71732	401	3,90	-29847,09327
151	46,87	-37347,84566	402	3,86	-29843,23631
152	46,41	-37301,43808	403	3,82	-29839,41753
153	45,95	-37255,48998	404	3,78	-29835,63657
154	45,49	-37209,99681	405	3,74	-29831,89304
155	45,04	-37164,95407	406	3,71	-29828,18657
156	44,60	-37120,3573	407	3,67	-29824,5168
157	44,16	-37076,20208	408	3,63	-29820,88337
158	43,72	-37032,48404	409	3,60	-29817,28591
159	43,29	-36989,19885	410	3,56	-29813,72407
160	42,86	-36946,34223	411	3,53	-29810,1975
161	42,43	-36903,90993	412	3,49	-29806,70584
162	42,01	-36861,89775	413	3,46	-29803,24875
163	41,60	-36820,30154	414	3,42	-29799,82589
164	41,18	-36779,11716	415	3,39	-29796,43692
165	40,78	-36738,34056	416	3,36	-29793,08151
166	40,37	-36697,96768	417	3,32	-29789,75931
167	39,97	-36657,99454	418	3,29	-29786,47001
168	39,58	-36618,41716	419	3,26	-29783,21328
169	39,19	-36579,23165	420	3,22	-29779,98879
170	38,80	-36540,43411	421	3,19	-29776,79623
171	38,41	-36502,0207	422	3,16	-29773,63528
172	38,03	-36463,98762	423	3,13	-29770,50562
173	37,66	-36426,33111	424	3,10	-29767,40695
174	37,28	-36389,04744	425	3,07	-29764,33896
175	36,91	-36352,13291	426	3,04	-29761,30135
176	36,55	-36315,58387	427	3,01	-29758,29381
177	36,19	-36279,3967	428	2,98	-29755,31605
178	35,83	-36243,56783	429	2,95	-29752,36777
179	35,47	-36208,09369	430	2,92	-29749,44869
180	35,12	-36172,97078	431	2,89	-29746,5585
181	34,78	-36138,19562	432	2,86	-29743,69693
182	34,43	-36103,76478	433	2,83	-29740,86369

183	34,09	-36069,67483	434	2,81	-29738,05851
184	33,75	-36035,9224	435	2,78	-29735,2811
185	33,42	-36002,50416	436	2,75	-29732,53119
186	33,09	-35969,41679	437	2,72	-29729,8085
187	32,76	-35936,65702	438	2,70	-29727,11277
188	32,44	-35904,22161	439	2,67	-29724,44374
189	32,11	-35872,10733	440	2,64	-29721,80113
190	31,80	-35840,31102	441	2,62	-29719,18468
191	31,48	-35808,82953	442	2,59	-29716,59414
192	31,17	-35777,65973	443	2,56	-29714,02924
193	30,86	-35746,79855	444	2,54	-29711,48975
194	30,56	-35716,24292	445	2,51	-29708,97539
195	30,25	-35685,98982	446	2,49	-29706,48593
196	29,95	-35656,03626	447	2,46	-29704,02112
197	29,66	-35626,37926	448	2,44	-29701,58072
198	29,36	-35597,01591	449	2,42	-29699,16447
199	29,07	-35567,94327	450	2,39	-29696,77215
200	28,78	-35539,15849	451	2,37	-29694,40351
201	28,50	-35510,6587	452	2,35	-29692,05833
202	28,22	-35482,44109	453	2,32	-29689,73637
203	27,94	-35454,50286	454	2,30	-29687,43739
204	27,66	-35426,84125	455	2,28	-29685,16118
205	27,39	-35399,45351	456	2,25	-29682,90751
206	27,12	-35372,33694	457	2,23	-29680,67615
207	26,85	-35345,48886	458	2,21	-29678,46688
208	26,58	-35318,90659	459	2,19	-29676,27948
209	26,32	-35292,58751	460	2,17	-29674,11374
210	26,06	-35266,52902	461	2,14	-29671,96945
211	25,80	-35240,72854	462	2,12	-29669,84639
212	25,55	-35215,1835	463	2,10	-29667,74434
213	25,29	-35189,89139	464	2,08	-29665,66311
214	25,04	-35164,84969	465	2,06	-29663,60249
215	24,79	-35140,05593	466	2,04	-29661,56226
216	24,55	-35115,50766	467	2,02	-29659,54224
217	24,31	-35091,20243	468	2,00	-29657,54222
218	24,06	-35067,13785	469	1,98	-29655,562
219	23,83	-35043,31154	470	1,96	-29653,60139
220	23,59	-35019,72113	471	1,94	-29651,66018
221	23,36	-34996,36428	472	1,92	-29649,7382
222	23,13	-34973,2387	473	1,90	-29647,83525
223	22,90	-34950,34208	474	1,88	-29645,95114
224	22,67	-34927,67216	475	1,87	-29644,08568
225	22,45	-34905,22669	476	1,85	-29642,23869
226	22,22	-34883,00345	477	1,83	-29640,40999
227	22,00	-34861,00025	478	1,81	-29638,5994
228	21,79	-34839,2149	479	1,79	-29636,80673

229	21,57	-34817,64525	480	1,77	-29635,03181
230	21,36	-34796,28916	481	1,76	-29633,27447
231	21,14	-34775,14451	482	1,74	-29631,53452
232	20,94	-34754,20922	483	1,72	-29629,81181
233	20,73	-34733,48121	484	1,71	-29628,10614
234	20,52	-34712,95842	485	1,69	-29626,41737
235	20,32	-34692,63884	486	1,67	-29624,74532
236	20,12	-34672,52043	487	1,66	-29623,08982
237	19,92	-34652,60122	488	1,64	-29621,45071
238	19,72	-34632,87923	489	1,62	-29619,82783
239	19,53	-34613,3525	490	1,61	-29618,22102
240	19,33	-34594,01911	491	1,59	-29616,63012
241	19,14	-34574,87714	492	1,58	-29615,05497
242	18,95	-34555,92469	493	1,56	-29613,49542
243	18,76	-34537,15989	494	1,54	-29611,95131
244	18,58	-34518,58089	495	1,53	-29610,42248
245	18,40	-34500,18583	496	1,51	-29608,90879
246	18,21	-34481,9729	497	1,50	-29607,41009
247	18,03	-34463,94029	498	1,48	-29605,92623
248	17,85	-34446,08623	499	1,47	-29604,45706
249	17,68	-34428,40894	500	1,45	-29603,00244

## **ANEXOS**

Anexo A – Volumes mensais de precipitação registrados pela estação pluviométrica  
Florianópolis 2748006 de jan/2010 a dez/2018

EstacaoCodigo	Data	Maxima	Total	Chuva01	Chuva02	Chuva03	Chuva04	Chuva05	Chuva06	Chuva07	Chuva08	Chuva09	Chuva10	Chuva11	Chuva12	Chuva13	Chuva14	Chuva15	Chuva16	Chuva17	Chuva18	Chuva19	Chuva20	Chuva21	Chuva22	Chuva23	Chuva24	Chuva25	Chuva26	Chuva27	Chuva28	Chuva29	Chuva30	Chuva31	
2748006	01/12/2018	38,2	154,9	19,3	9,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	16	0,8	0	0,2	4,4	3,2	25,6	38,2	27,9	0,6	4,2	1,3	1	0	0	0	0	
2748006	01/11/2018	20,8	108,9	20,8	0	0	15,7	0	0	2,7	1,1	2,4	13,3	4,5	0	2,7	0	0	0	0	0	13,7	0	0	3,5	0	3,2	13,2	0	1,6	1,5	9	0	0	
2748006	01/10/2018	37,4	101,6	0	2,7	3,4	2,4	0	0	0,4	0	1,3	1,1	0,5	0	2	1,5	2	3	6,9	1,5	0	0	0	0	0	1,4	4,7	20,2	37,4	0	0	0	9,2	
2748006	01/09/2018	62,7	202,5	20	15,3	11,1	62,7	0	0	0	0	0	0	10,2	4,9	6,6	2,8	32,8	9	6	15,1	0	0	0	0	0	0	0,4	0	1,5	4	0,1	0		
2748006	01/08/2018	31,8	70	0	0	9,4	1,5	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	31,8	1,1	1,3	16,4	0	0	0	0	0	0		
2748006	01/07/2018	56	110,9	0	0	1,4	22,8	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,9	0	0	0	0	0	0	3,8	56	0	0	0	0	0		
2748006	01/06/2018	33	58	0	0,9	0	0	6	5	0	0	0	0	0	0,4	33	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,7	0	0	0	9,7	0		
2748006	01/05/2018	26,7	46,4	1	1,1	7,2	0	0,3	0	0	0,3	0,6	3	0	0	0	0	0	1,2	0	0	26,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	
2748006	01/04/2018		63,4	0	0	0	0,9	0,9	19,5	0	0	0	0	0	0	0	2,7	30,9	1,6	6,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2748006	01/03/2018	48,6	121,3			2,8			0,2	1,3	0	0	0	0		10,7	0,5	2,3	0,4	0	0	0	0	6,8	0	0	9,5		15	0	3,9	19,3	48,6		
2748006	01/02/2018	54,6	116,6	3,6	0	0	0,8	0	0,5	0	0	0	4	14,4	54,6	0	0	0	0	0	0	0	21,5	0,3	13,2	1,3	2,4	0	0	0	0	0	0	0	
2748006	01/01/2018	144,9	315,2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	33,7	144,9	24,5	1,8	0	0	0	0	28,8	0	5,7	0		19,3	41	10	0,8	1,2	0	0	2,5		
2748006	01/12/2017			0	7,5	0	0	1																											
2748006	01/11/2017	40	102,5	0	0	0	0	0	0	2,1	0,2	4,9	0	40	0	0	0	0	0	21,5	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3	10,5			
2748006	01/10/2017	23,9	100	11,2	6,3	11,2	0	0	0	23,9	4,1	13	0	0	1,3	2,6	18,3	0,8	0	0	0,1	0	0	0	7,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2748006	01/09/2017	91,2	104,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	1,8	1	0,2	0	0	9,7	91,2	0		
2748006	01/08/2017	39,5	116,3	0	0	39,5	6,4	0	0	0	0	8,3	0	2,5	9,2	0,8	21,3	0	0	0	0	0,1	21	0	0	5,6	1,6	0	0	0	0	0	0	0	
2748006	01/07/2017	5,8	9,4	0	0	0	0,4	1,5	0	0	0	1,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2748006	01/06/2017	65,1	108,5	65,1	0	0	0	17	14	1,4	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	5,8	0	0	1,9	0,2	0	0	0	0	0	0	0	
2748006	01/05/2017	60	231,7	0	0	0	0	4	0	0,4	4,8	0	0	0	0	0	3	0	0,2	0	10,6	26	22,2	23,4	3,9	0	17,3	0	0	19,3	60	14,4	1,6	20,6	
2748006	01/04/2017	25,6	105,3	2,2	4,8	11,6	1,6	2,1	4,4	0,2	25,6	2,8	6,2	0,4	3	0	0	0	7,8	2,8	0,6	2	4	5	0	0	3	15,2	0	0	0	0	0	0	
2748006	01/03/2017	33,2	226,4	5	0	0	1,4	10,6	22,6	0	30,8	33,2	8,8	0	14,4	0	0	1,4	0,2	0,3	2,2	10,3	5,8	12,1	19	8,3	1,7	5,4	5,3	3,7	7,6	10,3	6		
2748006	01/02/2017	47	133,4	16,7	19,4	2,8	0,1	0	2,2	0	0	0	0,8	1,7	47	38,8	0,6	0	0	0	0	2,2	0	0	0	0	1,1	0	0	0	0	0	0	0	
2748006	01/01/2017	55,8	200,7	14	10,1	0	0	2,4	9,5	0,2	0,8	1,6	0,2	1	8,2	0	0	0	0	0	0	17,3	3,1	0	0	0,4	24,3	15,1	12,2	20	0	1	3,5	55,8	
2748006	01/12/2016	110,6	252,8	0	2,2	0,4	110,6	0,2	0	0	0	6,2	15,3	0,6	23,4	0	5,2	0	1	1,8	0,6	0	13,2	6,8	1	2	5	5	0	5,8	12,4	4,5	15,6	14	
2748006	01/11/2016	13,6	47,4	0,3	0	0	0	0	0	0	0	1,8	5,6	0	0,1	0	0	1	6,4	13,6	11,8	0	0	0	0,2	0	0	2,2	0	0,5	3,5	0,4			
2748006	01/10/2016	44,6	177,9	0	1,3	0,4	15,7	6,4	19,4	11,6	0	0	0	1,2	2,1	16,1	0	0,4	13	12,6	2,6	9,2	0	0	0	3,8	44,6	15,1	0	0	0	0	2,4		
2748006	01/09/2016	78	112,9	0	0	0	78	11	19,4	0	0	0	0	0	1,1	0	0	0	0	0	1,3	2,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2748006	01/08/2016	32	77,6	0	0	4,1	0,1	0	0	5,8	3	5,2	1	0	0	0	0	4,8	0	0	2,5	0	32	11,6	3,4	0	0	0	0	0	0	0	3,2	0,9	
2748006	01/07/2016	42,8	117,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	42,8	34,1	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	
2748006	01/06/2016	16,2	42,9	0	5,6	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,2	4,2	1	0	0	6,9	8,8	0	0	0	0	0	0	0	0	
2748006	01/05/2016	21	73,5	0	0	0	0	0	0	11,8	0	0	0,4	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	18,2	21	1	0	0,2	1,2	0	0,1	7,7	6,5	0	
2748006	01/04/2016	28,2	104,9	4,2	0	0	0	0	0	0	0	9,1	0,9	18,6	5,5	1	11,6	0	0	0	0	0	0	0	10,8	15	0	0	28,2	0	0	0	0	0	
2748006	01/03/2016	85,1	281,4	0	0	85,1	20,4	0	0	0	0	0	34,8	25,6	27,1	0	0	0,2	0,1	0	0,1	0	1	0	4,2	0	0	8,5	74,2	0	0	0	0	0,1	
2748006	01/02/2016	74,2	229,4	13	20	3,2	4,2	0	0,8	0	0,6	0	0,4	0,2	2,2	0	0	10	0	25,8	0	0	0	74,2	40,2	0,2	4,1	0	0,7	0	29,6	0	0	0	
2748006	01/01/2016	74,1	242,9	3,2	1,2	6,6	1,7	4	0,4	2,6	0,2	0	0,2	74,1	0	0	4,6	34,2	3,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,8	3,7	56,7	0	39		
2748006	01/12/2015	46,8	230,9	0	0,6	3,3	16,7	0,2	2,4	0	0	0,8	12,6	0	4,4	0	5	8	8	8,2	0	11	11,8	9,4	1	0	6,6	24,4	17,8	0	0,1	30	46,8	1,8	
2748006	01/11/2015	26,4	165,1	13,4	1,5	7,3	25,4	26,4	3,8	0	7,4	1,5	0	0	3	0,6	0	0	0	1,7	23,9	5,2	2,2	0	0,2	1,6	0,8	1,8	8,9	13,9	3,6	11	0	0	
2748006	01/10/2015	57,2	295,4	0	8,8	7,9	3,2	0	0	5,7	4,7	31,3	18,9	13,2	5	0,8	28,4	1,4	9,6	25,7	0	0	2,5	9,8	57,2	3,8	0	0	7	10,6	28,3	9	0,2	2,4	
2748006	01/09/2015	65,3	261,3	0	5,6	0,5	8	12,8	6,8	6,4	16,4	0,2	0	24,2	0	0	0	0	0	39,4	8,4	11,5	9,2	0	0	0	9	8,8	65,3	28,8	0	0	0	0	
2748006	01/08/2015	26,4	73,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	4,2	0	0,6	12,3	0	0	4,3	26	26,4	0	0	0	0
2748006	01/07/2015	29	131,6	0	0	1,8	2,2	0	0,4	10,2	14,4	21,2	0	1	0	8	0,8	29	14,2	10,4	0	0	0	17,1	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	
2748006	01/06/2015	33,4	90,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,1	7,6	33,4	30,4	0	0	11,7	1,7	0	0	0	0	0	0,2	0,6	0	0	0	0	0	
2748006	01/05/2015	69,5	203,1	0	0	0	9,6	0	0	0	0	1	0,4	37,8	1,2	0,4	2,8	0	1,2	16	3,4	20,8	7,7	0,6	0	0	16,8	0,3	69,5	13,4	0	0,2	0	0	
2748006	01/04/2015	34,4	67,5	0	0	0	0	0	34,4	0,2	0	0	26,5	0	0	6,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2748006	01/03/2015	51,5	148,6	0	0	0	1,9	0	14,4	0	0	22,6	7,8	2	0,7	0	0	0	0	6,8	0	0	0	0	2,1	0	0,4	0	0	3,5	3				



Anexo B – Fatura de água CASAN da Irmandade do Divino Espírito Santo (entre  
jan/2020 e dez/2021)

**Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**

CNPJ: 82.508.433/0001-17

**Casan FATURA DE ÁGUA / ESGOTO**

AGÊNCIA: FLORIANÓPOLIS

END: RUA SALDANHA MARINHO, 374

TELEFONE: 0800 643 0195

OUVIDORIA CASAN: [www.casan.com.br/ouvidoria](http://www.casan.com.br/ouvidoria)

NOME					CPF/CNPJ					
Proprietário: IRMANDADE DIV ESP SANTO					82.508.649/0001-82					
Usuário: IRMANDADE DIV ESP SANTO					82.508.649/0001-82					
ENDEREÇO					SITUAÇÃO DO FATURAMENTO					
R. EMÍLIO BLUM, 124 - CENTRO					ENTREGA NO IMÓVEL					
CEP 88020010 MUNICÍPIO FLORIANÓPOLIS					NÚMERO DO HIDRÔMETRO					
					C11C006593					
MAIOR VOLUME DOS ÚLTIMOS 6 MESES (m³)			1269			HISTÓRICO				
VOLUME MÉDIO DOS ÚLTIMOS 6 MESES (m³)			649			DATA DA LEITURA	MES / ANO	OCORRÊNCIA	LEITURA (m³)	VOLUME (m³)
VOLUME MÉDIO DIÁRIO (m³)			19,40			24/07/2020	07/2020	LIDO	15474	582
UNIDADES POR CATEGORIA					24/06/2020	06/2020	LIDO	14892	608	
RES	COM	IND	PUB	TOTAL	25/05/2020	05/2020	LIDO/REVISÃO	14284	483	
000	000	000	001	001	23/04/2020	04/2020	LIDO/REVISÃO	13801	276	
Número					27/03/2020	03/2020	LIDO/REVISÃO	13525	1269	
SEQUENCIAL					27/02/2020	02/2020	MÉDIO	12256	716	
G68-000.001					104896922007	24/01/2020	01/2020	LIDO	11540	544

MAIOR VOLUME DOS ÚLTIMOS 6 MESES (m³)					863			HISTÓRICO				
VOLUME MÉDIO DOS ÚLTIMOS 6 MESES (m³)					481			DATA DA LEITURA	MES / ANO	OCORRÊNCIA	LEITURA (m³)	VOLUME (m³)
VOLUME MÉDIO DIÁRIO (m³)					16,17			26/02/2021	02/2021	LIDO	18833	469
UNIDADES POR CATEGORIA					28/01/2021	01/2021	LIDO/REVISÃO	18364	281			
RES	COM	IND	PUB	TOTAL	26/12/2020	12/2020	LIDO/REVISÃO	18083	296			
000	000	000	001	001	25/11/2020	11/2020	LIDO/REVISÃO	17787	285			
Número					26/10/2020	10/2020	LIDO/REVISÃO	17502	476			
SEQUENCIAL					24/09/2020	09/2020	LIDO/REVISÃO	17026	863			
G68-000.001					104896922102	25/08/2020	08/2020	LIDO	16163	689		

MAIOR VOLUME DOS ÚLTIMOS 6 MESES (m³)					957			HISTÓRICO				
VOLUME MÉDIO DOS ÚLTIMOS 6 MESES (m³)					609			DATA DA LEITURA	MES / ANO	OCORRÊNCIA	LEITURA (m³)	VOLUME (m³)
VOLUME MÉDIO DIÁRIO (m³)					10,24			27/09/2021	09/2021	LIDO/REVISÃO	2391	338
UNIDADES POR CATEGORIA					25/08/2021	08/2021	LIDO	2053	581			
RES	COM	IND	PUB	TOTAL	26/07/2021	07/2021	LIDO	1472	504			
000	000	000	001	001	25/06/2021	06/2021	LIDO/REVISÃO	968	957			
Número					26/05/2021	05/2021	LIDO/REVISÃO	11	119			
SEQUENCIAL					27/04/2021	04/2021	LIDO/REVISÃO	20326	761			
G68-000.001					104896922109	26/03/2021	03/2021	LIDO/REVISÃO	19565	732		

MAIOR VOLUME DOS ÚLTIMOS 6 MESES (m³)					957			HISTÓRICO				
VOLUME MÉDIO DOS ÚLTIMOS 6 MESES (m³)					511			DATA DA LEITURA	MES / ANO	OCORRÊNCIA	LEITURA (m³)	VOLUME (m³)
VOLUME MÉDIO DIÁRIO (m³)					17,62			23/12/2021	12/2021	MÉDIO	3591	511
UNIDADES POR CATEGORIA					24/11/2021	11/2021	LIDO	3080	435			
RES	COM	IND	PUB	TOTAL	25/10/2021	10/2021	LIDO/REVISÃO	2645	254			