

CENTRO UNIVERSITÁRIO SALESIANO – UNISALES

KARLLA CRISTIELI KOPPER

**DIRETRIZES PARA O REÚSO DA ÁGUA NO PROGRAMA MINHA CASA MINHA
VIDA: ESTUDO DE CASO CONDOMÍNIO PRAIA DOS ARRECIFES**

**Vitória
2021**

CENTRO UNIVERSITÁRIO SALESIANO – UNISALES

KARLLA CRISTIELI KOPPER

DIRETRIZES PARA O REÚSO DA ÁGUA NO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA: ESTUDO DE CASO CONDOMÍNIO PRAIA DOS ARRECIFES

Trabalho de conclusão de curso para obtenção do título de graduação do curso de Arquitetura e Urbanismo apresentado à Universidade Centro Universitário Salesiano – UNISALES.

Orientador: João Lemos Sayd

**Vitória
2021**

TERMO DE APROVAÇÃO

KARLLA CRISTIEMI KOPPER

DIRETRIZES PARA O REÚSO DA ÁGUA NO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA: ESTUDO DE CASO CONDOMÍNIO PRAIA DOS ARRECIFES

Monografia apresentada ao Centro Universitário Salesiano (UniSales), como requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Aprovado em ____ de _____ de ____, por:

Prof. Me. João Lemos Cordeiro Sayd – Orientador Centro
Universitário Salesiano

Prof. Me. Alexandre Bessa Martins Alves,
Centro Universitário Salesiano

Prof. Juliana Martins Bahiense,
Ministério Público do Rio de Janeiro

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por tudo que os meus olhos não conseguiam contemplar, porém, ele me entregou saúde, capacidade, resiliência, paciência e sabedoria, por isso digo, até aqui me ajudou o Senhor.

E agradeço imensamente ao meu esposo Luiz Freires Junior, pois estive ao meu lado em todos os momentos com toda sabedoria e prontidão, sem contar com todo esforço que empregou nesse período com rotinas diárias me dando o espaço necessário para o estudo. Somos casados a 11 anos, posso dizer que esse período do estudo foi o mais turbulento em nosso casamento. Entretanto, ele sempre esteve ao meu lado me ajudando de todas as formas que seus braços e conhecimentos podiam alcançar.

Na vida percorremos muitos caminhos e encontramos com muitas pessoas diferentes que acabam se tornando figuras importantes em seu coração. E são essas pessoas que em muitos momentos estão do seu lado na hora do socorro, do desespero, do aprendizado, dos novos ciclos e da incapacidade. Portanto, também dedico meus agradecimentos a Jaiany Rodrigues, Laiany Ribeiro e a Vanessa Carolina, pois essas mulheres estiveram comigo em vários períodos e etapas da faculdade, com elas aprendi, dei gargalhadas, chorei, desesperei, briguei, me emocionei e com elas aprendi ser mais forte.

RESUMO

Na atualidade, a mídia tem veiculado, por meio de variados canais de comunicação, notícias concernentes à escassez dos recursos hídricos, limitação da água limpa e seca de rios em razão da perda de suas nascentes no mundo. O Brasil é o país que possui umas das maiores reservas aquíferas no mundo, sendo responsável no uso adequado do recurso natural. Entretanto, o crescimento industrial, comercial, e populacional não aplica as ponderações necessárias para preservar a água limpa.

Este estudo prevê o dimensionamento para a instalação de um sistema de captação das águas da chuva no Condomínio Praia dos Arrecifes localizado na região 5 de Vila Velha/ES. O empreendimento é constituído pelo programa do governo federal, Minha casa, Minha vida. O propósito é captar e reservar a água para que possa ser utilizada pelos moradores locais, além de demonstrar o custo-benefício através do reúso.

Outro tema abordado, é o aperfeiçoamento do atual sistema de tratamento compacto do Condomínio Praia dos Arrecifes, propondo uma nova etapa em seu funcionamento para que alcance 95% de seu tratamento, possibilitando o reúso da água. O estudo não prevê o armazenamento dessa água, prevê tratá-la e disponibilizá-la para o uso diretamente do tanque de tratamento.

Palavra-Chave: Reúso; Captação Pluvial; Água da Chuva; Tratamento do esgoto sanitário.

ABSTRACT

Currently, media channels have been increasingly addressing the scarcity of water resources, decrease of drinking water supplies and a drought in many rivers due to the drying of their sources around the world. Brazil is the country that has the largest water reserves in the world, being responsible in its proper use. However, industrial, commercial and populational growth does not support the requirements to preserve water.

This study foresees the dimensioning for the installation of a rainwater catchment system in the Praia dos Arrecifes Condominium, the enterprise is constituted by federal government program, Minha casa, Minha vida. The purpose is to capture and reserve water so that it can be used by local residents, in addition to demonstrate the benefit-cost analysis of reusing water.

Another topic hereby addressed is the improvement of the current compact treatment system of the Praia dos Arrecifes Condominium, proposing a new stage in its operation so that it can reach 95% of its treatment capacity, making possible the reuse of water. The study does not address for the storage of this water, though it aims to demonstrate the treatment of such water and make it available for use directly from the treatment tank.

Palavra-Chave: Reuse; Rain catchment; Rain water; Sanitary sewage treatment.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. PROBLEMÁTICA	2
1.2. OBJETIVOS	2
1.2.1. Objetivos específicos.....	3
1.3. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO TEMA.....	3
2. IMPORTÂNCIA DO REÚSO DA ÁGUA.....	5
2.1. MOVIMENTOS QUE DEMONSTRARAM PREOCUPAÇÃO COM OS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL	6
2.2. CENÁRIO ATUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL.....	7
2.2.1. Possíveis impactos gerados nos recursos hídricos	8
2.2.2. O que é um processo de reúso da água.....	9
2.3. LEGISLAÇÕES APLICADAS	9
3. PESQUISA SOBRE O CONDOMÍNIO PRAIAS DOS ARRECIFES	11
3.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E O ESTUDO DEMOGRÁFICO	11
3.1.1. Local de Aplicação do Sistema de Captação	12
3.2. PARÂMETROS PARA O DIMENSIONAMENTO.....	13
3.2.2. Histórico do índice pluviométrico	15
3.2.3. Índice Pluviométrico – Vila Velha.....	15
3.2.4. Dados climatológicos – Vila Velha.....	16
3.3. Atual estação de tratamento compacto do Condomínio Praia dos Arrecifes	17
4. DIMENSIONAMENTO DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA.....	21
4.1. INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA – FATORES METEOROLÓGICOS.....	22
4.2. INCIDÊNCIA DOS VENTOS	22
4.3. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO	23
4.3.1. Equações para os cálculos de contribuição e a precipitação da intensidade pluviométrica.....	23

4.4.	SISTEMA DE CALHAS.....	29
4.4.1.	Coeficiente de rugosidade dos materiais das calhas	29
4.4.2.	Condutores Horizontais.....	29
4.5.	BOCAL E TUBULAÇÕES.....	31
4.5.1.	Condutores Verticais.....	33
4.5.2.	Condutores horizontais	36
4.6.	FILTRO	37
4.7.	PONTECIAL DE CAPTAÇÃO PARA O RESERVATÓRIO	37
4.7.1.	Índice do reservatório.....	38
4.7.2.	Sistema de Reservatório	38
5.	PARAMETROS DE APERFEIÇOAMENTO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DO ESGOTO SANITÁRIO PARA O REÚSO	41
5.1.	TRATAMENTO TERCÁRIO	41
5.1.1.	Instalação do sistema terciário.....	42
5.2.	CAPTAÇÃO DA ÁGUA TRATADA	42
6.	RESULTADOS.....	43
6.2.	DIMENSIONAMENTO PARA O REÚSO.....	44
6.3.	MATERIAIS PARA INSTALAÇÃO	45
6.4.	BENEFÍCIOS ECONOMICOS	47
7.	CONCLUSÃO.....	49
8.	REFERENCIAS.....	51
	APÊNDICES	55

SUMÁRIO DE FIGURA

FIGURA 1 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS CORPOS HÍDRICOS DO BRASIL	8
FIGURA 2 - MAPA DA REGIÃO DE TERRA VERMELHA E O CONDOMÍNIO PRAIA DOS ARRECIFES.	11
FIGURA 3 - MAPA DA REGIÃO DA REGIÃO 5 DE VILA VELHA	12
FIGURA 4 - PLANTA BAIXA DO CONDOMÍNIO PRAIA DOS ARRECIFES.....	13
FIGURA 5 - BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JUCU.....	14
FIGURA 6 - BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA.	15
FIGURA 7 - IMAGEM DO SISTEMA DE TRATAMENTO COMPACTO DO CONDOMÍNIO PRAIA DOS ARRECIFES	18
FIGURA 8 - IMAGEM DO SISTEMA DE TRATAMENTO COMPACTO DO CONDOMÍNIO PRAIA DOS ARRECIFES	18
FIGURA 9 - IMAGEM DO SISTEMA DE TRATAMENTO COMPACTO DO CONDOMÍNIO PRAIA DOS ARRECIFES	19
FIGURA 10 - EXEMPLO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA.	21
FIGURA 11 - ILUSTRAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO VENTO NA INCLINAÇÃO DA CHUVA	23
FIGURA 12 - ILUSTRAÇÃO DA FÓRMULA PARA TELHADO COM SUPERFÍCIE INCLINADA	24
FIGURA 13 - SISTEMA DE CALHAS APLICADO NO CONDOMÍNIO PRAIA DOS ARRECIFES	24
FIGURA 14 - REPRESENTAÇÃO DO CORTE TRANSVERSAL DO CONDOMÍNIO PRAIA DOS ARRECIFES	25
FIGURA 15 - REPRESENTAÇÃO DA PLANTA BAIXA DAS COBERTURAS QUE POSSUEM DIMENSÕES DIFERENTES DO CONDOMÍNIO PRAIA DOS ARRECIFES	28
FIGURA 16 - ÁBACOS PARA A DETERMINAÇÃO DO DIÂMETRO DO CONDUTOR VERTICAL	33
FIGURA 17 - ÁBACOS PARA A DETERMINAÇÃO DO DIÂMETRO DO CONDUTOR VERTICAL	35
FIGURA 181 – FILTRO AUTOLIMPANTE	37
FIGURA 19 – EXEMPLO DE UM RESERVATÓRIO SUBTERRÂNEO	39
FIGURA 20 – IMAGEM DO SISTEMA DE TRATAMENTO COMPACTO DO CONDOMÍNIO PRAIA DOS ARRECIFES	42

SUMÁRIO DE QUADRO

QUADRO 1 - DADOS CLIMATOLÓGICOS DE VILA VELHA.....	17
QUADRO 2 - ETAPAS PARA O TRATAMENTO DA ETE COMPACTA	18
QUADRO 3 - COEFICIENTE DE RUGOSIDADE DOS MATERIAIS DAS CALHAS.....	29
QUADRO 4 - CAPACIDADES DA CALHA SEMICIRCULAR COM COEFICIENTE DE RUGOSIDADE. 30	
QUADRO 5 - ESCOAMENTO DO FABRICANTE TIGRE, LINHA AQUAPLUV STYLE.....	32
QUADRO 6 - INFORMAÇÕES UTILIZADAS PARA O MAPEAMENTO NO ÁBACO.....	34
QUADRO 7 - CAPACIDADE DE CONDUTORES HORIZONTAIS DE SEÇÃO CIRCULAR (VAZÕES EM L/MIN).	36
QUADRO 8 – COEFICIENTE DE RUNOFF DE ACORDO COM O MATERIAL.ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
QUADRO 9 – ETAPAS DE TRATAMENTO DO SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO	41
QUADRO 10 – EXEMPLO DA MÉDIA DE CONSUMO DE ÁGUA ATRAVÉS DO BALDE DE 10L.....	43
QUADRO 11- TABELA DE TARIFAS DA CESAN	47

SUMÁRIO DE TABELA

TABELA 1 - ÍNDICE DE INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA DA GRANDE VITÓRIA	22
TABELA 2 - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO DAS COBERTURAS DO CONDOMÍNIO PRAIA DO ARRECIFES.....	26
TABELA 3 - PRECIPITAÇÃO DAS COBERTURAS DO CONDOMÍNIO PRAIA DO ARRECIFES	27
TABELA 4 - DIMENSIONAMENTO DAS CALHAS	31
TABELA 5 - CÁLCULO DOS CONDUTORES VERTICAIS E CIRCULAR.....	33
TABELA 6 – TOTAL DE CONDUTORES DE DESCIDA.	35
TABELA 8 – DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO UTILIZANDO O MÉTODO AZEVEDO NETO	38
TABELA 9 - ÍNDICE DE CAPTAÇÃO E CONSUMO DOS CONDÔMINOS EM LITROS.....	44
TABELA 10 - QUANTIDADE DE MATERIAIS	46
TABELA 11 - QUANTIDADE DE MATERIAIS	46
TABELA 12 - QUANTIDADE DE MATERIAIS E OS VALORES	47
TABELA 13 - CUSTO E O CONSUMO DE ÁGUA NO CONDOMÍNIO PRAIA DOS ARRECIFES.....	48
Tabela 14 -Economia do sistema de captação e o prazo para o pagamento do investimento.....	48

SUMÁRIO DE GRÁFICO

GRÁFICO 1 - SÉRIE HISTÓRICA E PRECIPITAÇÃO ANUAL – VITÓRIA/ES	15
GRÁFICO 2 - SÉRIE HISTÓRICA DE PRECIPITAÇÃO MENSAL – VITÓRIA/ES.....	16
GRÁFICO 3 - GRÁFICO COM A MÉDIA DE TEMPERATURAS E PRECIPITAÇÕES.	16

1. INTRODUÇÃO

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem a finalidade de abordar o reúso dos recursos hídricos descartados no Condomínio Praia dos Arrecifes. O racionamento de água é um dos assuntos da atualidade no Brasil, e a falta desse recurso natural se tornaria um grave problema mundial que afetaria a sobrevivência do planeta.

O uso desordenado, o desperdício e o crescimento demográfico têm gerado um autoconsumo e esses fatores que estão contribuindo para intensificar a escassez de água limpa no planeta. Sendo assim, é importante aderir aos projetos, principalmente nas construções de prédios, indústrias, fábricas e comércios novos mecanismos para o reúso da água.

A água é fundamental para a vida de todos os seres vivos, além disso é importante para o desenvolvimento econômico mundial. Há anos esse tem sido um assunto crítico nos poderes públicos nas esferas federal, estadual e municipal e para os órgãos ambientais, porém, as ações não têm sido suficientes para reverter o cenário atual. Segundo a publicação do Braziliense, um levantamento feito pelo SNIS (Sistema nacional de informações sobre saneamento) em 2019, informa que o Brasil “desperdiça 39,3% de água potável [...]”, e essas “perdas estão baseadas no sistema de distribuição [...]”, o que revela a ineficiência do serviço. E publicou que, o Ministério do Desenvolvimento Regional, “divulgou que a cobertura de água no país é de 83,7%, deixando de fora R\$ 34,2 milhões de habitantes [...]”. Os números mais alarmantes estão atribuídos a coleta de esgoto sanitário, segundo dados o acesso ao serviço é de 49,1% da população. Todas essas informações nos mostram que o descontrole e o consumo desenfreado têm pressionado cada vez mais os recursos hídricos, causando o estresse hídrico devido a necessidade de captar mais água. (KAFRUNI, 2020, CORREIO BRAZILIENSE. P. 01).

O ministro do Desenvolvimento Regional, Rogério Marinho, reconheceu que os recursos públicos destinados às quatro vertentes que compõem o saneamento básico (drenagem, tratamento de esgoto, água tratada e destinação adequada dos resíduos sólidos) estão muito aquém dos necessários para universalizar os serviços. “Ao longo de um ano, ficam entre R\$ 5 bilhões e R\$ 6 bilhões, entre recursos onerosos e não onerosos. (Karni, 2020, CORREIO BRAZILIENSE. P. 01).

Podemos observar, que o desenvolvimento de ações operacionais e financeiras precisam ser empregados para controlar o consumo de água no país, com a intenção

de contribuir com medidas que podem aumentar a disponibilidade e reduzir o índice de consumo da água limpa no Brasil. Em função do problema, a proposta do trabalho é promover recursos que possibilite o armazenamento para o reúso das águas pluviais não potáveis, além disso, estender novas ações na operação do sistema de tratamento dos efluentes que atualmente é realizado por uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) compacta instalada no Condomínio Praia dos Arrecifes, essa extensão possibilitaria o reúso da água que atualmente é descartada após seu tratamento, sem falar que promoveria um descarte sem poluentes para os canais e para o solo. Tais ações, se forem empregadas no Condomínio poderão impactar significativamente para a economia dos recursos hídricos no sistema de distribuição municipal.

1.1. PROBLEMÁTICA

O Condomínio Praia dos Arrecifes não possui um sistema de calhas que possibilita a captação e o armazenamento para o reúso das águas pluviais, atualmente essas águas são lançadas no solo direto, não existe nenhuma forma de armazenar. Outro fator relevante, é que o processo atual de tratamento realizado pela ETE compacta, atinge o seu nível de remoção em até 85% em seu tratamento, esse processo atende os índices e os padrões determinados pelo CONAMA N° 430/2011. Mesmo com a água tratada, o sistema dispõe de um mal cheiro, e ainda carrega substâncias poluidoras que não podem ser utilizadas para as limpezas diárias, lavagem de carro entre outros. Portanto, toda água tratada é descartada em solo direto devido ser imprópria para o uso.

Diante desse contexto é colocada a seguinte questão:

Como propor o reúso das águas proveniente de um sistema de captação pluvial e de uma transformação do atual sistema de tratamento dos efluentes do Condomínio Praia dos Arrecifes?

1.2. OBJETIVOS

O objetivo dessa pesquisa é propor soluções de escoamento e reaproveitamento das águas pluviais, explorando novas técnicas para a captação e o armazenamento da água da chuva para fins não potáveis. Além disso, propor uma extensão que possibilite

o reúso das águas tratadas no atual sistema de tratamento dos efluentes, promovendo a sustentabilidade hídrica para o Condomínio Praia dos Arrecifes.

1.2.1. Objetivos específicos

Especificamente, procurou-se:

- I. Pesquisar o arcabouço político, social, técnico e legal relativo aos sistemas de reúso de água no Brasil com vistas à sustentabilidade;
- II. Avaliar os fatores meteorológicos, o dimensionamento de contribuição, precipitação, vazão, condutores e dos reservatórios de águas pluviais, a fim de indicar os mais apropriados para o projeto;
- III. Apresentar o método terciário que complementará o sistema de tratamento do esgoto sanitário, atingindo o índice de 95% para o reúso da água.
- IV. Calcular os custos da implantação do sistema de reúso das águas pluviais e os custos atuais do condomínio em relação ao consumo de água, a fim de verificar a viabilidade econômica dessa proposta.

1.3. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO TEMA

São muitas as causas que contribuem para escassez de água no Brasil, e uma das principais é a insuficiência de chuva nos reservatórios, pois, estão com seus níveis cada vez mais baixos, e devido ao crescimento demográfico populacional ocorre o aumento do consumo de água residencial, industrial e agrícola.

No geral, as leis atuais, incluindo o plano diretor municipal não determinam uma obrigatoriedade para implantação de sistemas que possibilite a sustentabilidade de forma autônoma de prédios, fábricas, indústrias, entre outros.

Atualmente, verifica-se que as construções não são pensadas visando a sustentabilidade, pode se afirmar que há uma carência tanto nos projetos públicos quanto nos projetos privados para a implementação de um sistema de tratamento e captação para o reúso da água, principalmente nos empreendimentos de conjuntos habitacionais populares, como exemplo o Programa Minha Casa Minha Vida.

A água possui capacidade de se renovar. Entretanto, o consumo tem sido ainda maior do que essa capacidade. Sendo assim, torna-se imprescindível os investimentos para

o saneamento básico, principalmente nas vertentes do esgoto sanitário e do sistema pluvial que podem ser projetados para gerar o reúso da água, além de promover a sustentabilidade de forma autônoma para o Condomínio Praia dos Arrecifes, assim reduzindo o índice de perda dos recursos hídricos sem comprometer a água limpa e preservando o meio ambiente.

Um projeto de captação e armazenamento das águas da chuva, e uma extensão no tratamento do esgoto sanitário, possibilitará o reúso das águas. Se for bem estruturado, suas interferências vão além de questões internas citadas no parágrafo anterior, também podem interferir em questões de saúde pública, ambientais, sociais, econômicas e de sustentabilidade.

2. IMPORTÂNCIA DO REÚSO DA ÁGUA

De acordo com a pesquisa realizada pelo Sistema Nacional de Informações Sobre o Saneamento (SINIS), no ano de 2019 constatou-se que cerca de “5.191 mil municípios, com uma população urbana de 174,7 milhões de habitantes [...] são atendidos pelo abastecimento de água, isso representa 93,2% em relação ao total de municípios [...]”. E quanto ao esgoto sanitário, foram pesquisados “4.226 mil municípios, sendo sua população de 165,4 milhões de habitantes [...], que possui o serviço de esgotamento sanitário, com uma representatividade de 75,9% em relação ao total de municípios [...]” (SINIS-AE, 2019, p. 16).

Em relação ao aspecto nacional de redes de abastecimentos de águas, o Sistema Nacional de Informações Sobre o Saneamento (SINIS) pesquisou que no ano de 2019 o Brasil tinha implantado “680,4 mil quilômetros de redes de abastecimentos de água, às quais estão conectadas em 59,1 milhões de ligações de água [...]”. Em relação ao esgoto sanitário, foram “354,3 mil quilômetros de redes coletoras de esgoto, ao qual, se conectam a 34,6 milhões de ligações de esgotos [...]”. (SINIS-AE, 2019, p. 16).

Logo, percebe-se que houve um crescimento de 3,3% das redes de abastecimento de água, o que representa 1,9 milhões de novas ligações de rede de água e 6,5% que representa 2,1 milhões de novas conexões na rede de esgoto. (SINIS-AE, 2019, p. 17).

Agência Brasil publicou que, o Brasil representa quase um quinto das reservas hídricas do mundo, porém, **tem enfrentado uma das piores crises hídricas “registradas nos últimos 91 anos [...]”** (AGÊNCIA DO BRASIL, 2021, p. 01).

Como anteriormente mencionado, torna-se imprescindível a conscientização de todas as camadas sociais acerca das informações e a necessidade da implementação de um sistema de captação das águas chuva e da extensão do tratamento do esgoto sanitário compacto¹, o que gerará economia, sustentabilidade, inovação e o desenvolvimento do país.

Além disso, é preciso que esse viés da conscientização advenha de políticas públicas voltadas para o saneamento básico, principalmente nas vertentes do esgoto sanitário

¹ O Condomínio Praia dos Arrecifes, atualmente possui um sistema compacto para o tratamento do esgoto sanitário, atendendo as diretrizes do CONAMA 430:2011.

e do sistema pluvial que podem ser projetados para gerar o reúso da água e, assim, reduzir o índice de perda dos recursos hídricos e preservar o meio ambiente.

Esse movimento de conscientização já se iniciou no Brasil. No entanto, é necessário que haja mais engajamento, informações, investimento e recursos tanto público, quanto privado, para que então se torne uma realidade nas edificações os sistemas de tratamento de reúso das águas propostos neste trabalho.

2.1. MOVIMENTOS QUE DEMONSTRARAM PREOCUPAÇÃO COM OS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

Segundo o livro Tratamento de Água e Efluentes, “em 1990 que ocorreram os movimentos para conceituar ações para o saneamento ambiental no Brasil, que garantissem o controle dos recursos hídricos, se preocupando com a “qualidade das águas, dos rios, do lançamento de esgotos em rede pública, a coleta de lixo e sua disposição em aterros sanitários, garantindo água em quantidade e qualidade adequada para o consumo humano [...]”, tudo isso, “visando promover a qualidade e a melhoria do meio ambiente, além de contribuir para a saúde pública e o bem-estar da população [...]” (BITTENCOURT, SILVA DE PAULA, 2014, p.14).

E ainda em 1990, foi criada a pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios (PNAD) que quantificou as residências atendidas com água e esgoto. Concluiu-se na época, que 77,7% das residências não eram abastecidas por água, e 57,1% não eram ligadas a um sistema de tratamento de esgoto público [...]”. Entretanto, os poderes públicos esbarraram na necessidade de “combater a extrema pobreza, além da mortalidade infantil e a falta de garantia da sustentabilidade ambiental [...]” (BITTENCOURT, SILVA DE PAULA, 2014, p.18).

Neste mesmo contexto, devemos nos questionar de que forma é possível garantir a sustentabilidade. Pensando nisso, é necessário considerar o seguinte conjunto de fatores: a explosão demográfica gera miséria, que está relacionada à qualidade de vida, uma vez que ela impede o acesso ao saneamento, à educação, à segurança, à saúde, entre outros. (BITTENCOURT, SILVA DE PAULA, 2014, p.18).

Devido aos fatos e a realidade da época, foram analisadas algumas alternativas entre o poder “público e a rede privada para a construção de estações de tratamento,

rodovias, além do desenvolvimento de um programa para a educação ambiental [...]”. Obtiveram resultados positivos, porém, levantou-se a questão, “quais ações do Estado que poderiam ser implantadas para garantir o saneamento ambiental?”. O que resultou na formação do “PAC - Programa de Aceleração do Crescimento desenvolvido em 2007 pelo governo federal [...]”, para promover investimentos no setor de infraestrutura, e, dentre as obras realizadas pelo PAC, destaca-se o empreendimento executado por meio do “Programa Minha Casa, Minha Vida, além das Ações de Saneamento do Eixo Cidade Melhor” (BITTENCOURT, SILVA DE PAULA, 2014, p.19).

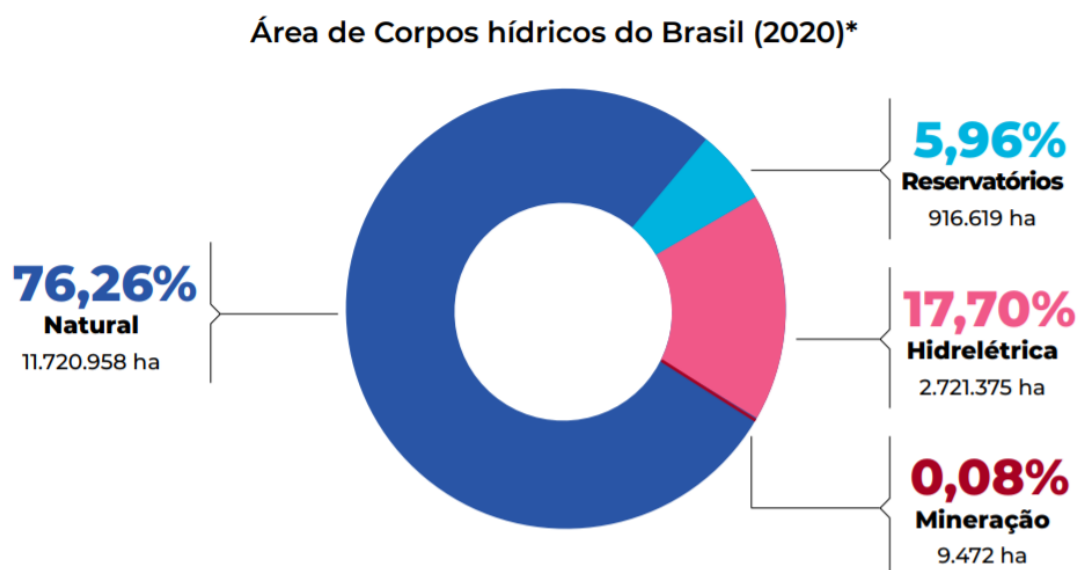
Segundo os dados publicados pelo Sistema Nacional de Informações Sobre o Saneamento (SINIS), em 2019 “o consumo médio de água no país é de 153,9 litros por habitante ao dia, uma redução de 0,6% em comparação a 2018 [...]”. (SINIS-AE, 2019, p. 17).

2.2. CENÁRIO ATUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

Segundo pesquisa realizada pelo MapBiomass, o “Brasil possui 12% das reservas de água doce do planeta e a Amazônia é a região que possui um dos maiores aquíferos do Brasil, chega a mais de [...] 10,6 milhões de hectares de área média, seguido pela Mata Atlântica (mais de 2,1 milhões de hectares) e pelos Pampas (1,8 milhão de hectares) [...]”. E o Pantanal chega a [...] ocupar a quinta posição, com pouco mais de 1 milhão de hectares de área média, atrás do Cerrado (1,4 milhão de hectares) [...]”. (MAPBIOMASS, PROJETO, 2020).

O Brasil possui 12% das reservas de água doce do planeta, constituindo 53% dos recursos hídricos da América do Sul. Existem 83 rios fronteiraços e transfronteiraços, assim como bacias hidrográficas e aquíferos. As bacias hidrográficas transfronteiraças ocupam 60% do território brasileiro. (MAPBIOMASS; PROJETO, 2020).

Figura 1 - Representação gráfica dos corpos hídricos do Brasil



Fonte: Projeto MapBiomass – Mapeamento da superfície de água no Brasil (Coleção 1). Qual o consumo médio do país.

2.2.1. Possíveis impactos gerados nos recursos hídricos

Segundo o Atlas do Brasil os despejos dos efluentes de forma desfredda tem causado um excesso de carga orgânica, o que tem gerado mais de 110 mil/km de trechos de rios poluídos, isso compromete a captação da água para o abastecimento público. Do total de trechos informados, em 83.450 mil/km não é permitido a captação, e somente 27.040 mil/km que podem ser captados para o abastecimento público. Entretanto, requer um tratamento avançado (ATLAS ESGOTO, Serviços ao Cidadão, 2021).

E o diagnóstico publicado pelo Sistema Nacional de Informações Sobre o Saneamento (SINIS), em 2019 registrou que o consumo de água no país por habitante foi de 153,9 litros ao dia. Segundo dados, “os consumos variam regionalmente de 120,6/hab./dia no Nordeste A 1177,4/ hab./dia no Sudeste[...]”. (SINIS-AE, 2019, p. 17).

O G1 noticiou que o “Brasil obteve uma perda de 15,7% de superfície de água [...]” nos últimos 30 anos, o que “equivale a 3,1 milhões de hectares de superfície hídrica [...]”. (MODELLI, LAÍS, G1, 2021). São muitas as causas que contribuem para escassez de água no Brasil, e uma das principais é a insuficiência de chuva nos reservatórios, pois estão com seus níveis cada vez mais baixos, e devido ao crescimento demográfico populacional ocorre o aumento do consumo de água residencial, industrial e agrícola.

2.2.2. O que é um processo de reúso da água

A água é considerada fonte de vida, pois é extremamente primordial para sobrevivências dos seres. A água limpa não pode ser consumida se possuir substâncias que não sejam os próprios elementos de sua composição. Se a água estiver com bactérias e/ou elementos químicos se torna imprópria para o consumo.

Ou seja, por mais que o processo de despoluição seja empregado na água, não significa que ela pode ser utilizada de todas as formas. Além disso, antes de qualquer consumo é importante analisar o seu fluído através do teste de potabilidade.

Um projeto para o reaproveitamento são ações essenciais para a sua preservação, o reúso pode ser utilizado de diversas maneiras, basta saber empregar seu uso. Ao utilizarmos a água da chuva para lavar um veículo que gera um gasto médio de 300 a 500 litros de água por veículo, estamos fazendo o reúso, além disso, deixando de consumir a água limpa.

2.2.2.1. A água de reúso pode ser utilizada das seguintes formas:

a) Condomínio / Residências

- I. Limpezas externas em geral, como Hall de entrada e corredores;
- II. Limpeza do depósito de lixo, banheiros externos, áreas de festas e churrasqueiras;
- III. Lavagem do piso da cozinha/copa;
- IV. Irrigação das áreas verdes (jardins, hortas e outros);
- V. Lavagem do depósito de lixos.

b) Comércio, borracharias, fabricas, usinas e indústrias

- I. Resfriamento em geral;
- II. Limpezas externas em geral, como piso e calçadas;
- III. Lavagem de veículos, ônibus, vans e caminhões.

2.3. LEGISLAÇÕES APLICADAS

A **lei nº 9.984**, de 17 de julho de 2000, Agência Nacional de Águas dispõe dos artigos 1º (primeiro) ao artigo 33º (trigésimo terceiro) “sobre a criação da Agência Nacional

de Água - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências [...]” (ANA, LEI 9.984.2000).

A lei Federal, nº **11.445/2007** dispõe do artigo 1º (primeiro) ao 60º (sessenta) as diretrizes nacionais para o saneamento básico estabelecendo um [...] conjunto dos serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, resíduos sólidos, águas pluviais e a drenagem urbana [...]” (LEI FEDERAL 11.445. 2007).

A lei nº **14.026/2020** – Lei de Saneamento Básico dispõe dos artigos 1º (primeiro) ao 24º (Vigésimo quarto) atualizando o marco legal do saneamento básico, conforme citado abaixo.

Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. (SANEAMENTO BÁSICO, LEI 14026.2020. p1).

De acordo com a resolução nº **430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe do artigo 1º (primeiro) ao 32º (trigésimo segundo) “[...] sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA [...]” (CONAMA. RESOLUÇÃO 430. 2011).

Figura 4 - Planta baixa do Condomínio Praia dos Arrecifes.



Fonte: Autoria Própria

3.2. PARÂMETROS PARA O DIMENSIONAMENTO

Antes de abordarmos o dimensionamento para implementação do sistema de calhas e para a extensão do tratamento de esgoto sanitário. É necessário entender de onde chegam os recursos hídricos que abastecem a região 5 de Vila Velha, o histórico do índice de precipitação que a região recebe, e qual é o atual sistema compacto que tem tratado o esgoto sanitário no Condomínio Praia dos Arrecifes.

3.2.1. Recursos hídricos que abastecem Vila Velha

Segundo o Plano de Saneamento Básico de Vila Velha², são as “bacias hidrográficas dos rios Santa Maria da Vitória e do Jucu que banham 10 municípios da Grande Vitória e da região centro-serrano. Os municípios pertencentes aos territórios das referidas bacias são: Cariacica, Domingos Martins, Guarapari, Marechal Floriano, Santa Leopoldina, Santa Maria de Jetibá, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória [...]”. Vila Velha tem uma extensão hidrográfica de 32 km² e 179km² que é composta pelo rio Jucu e o rio Una. (PMVV, PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO, 2014. P 37).

O município de Vila Velha apresenta a malha hídrica que é abastecido pelo Rio Jucu.

1. $Q_{90} = 12.658 \text{ l/s}$;
2. Disponibilidade Hídrica (50% de Q_{90}) = 6.329 l/s;
3. Q outorgada = 3.800 l/s.

Figura 5 - Bacia hidrográfica do Rio Jucu.



Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico

O município de Vitória apresenta a malha hídrica que é abastecida pelo rio Santa Maria da Vitória.

² O plano de saneamento básico de Vila Velha, informa que um dos principais problemas identificados na extensão do Rio Jucu é o lançamento de esgoto sanitário não tratado no berço.

Figura 6 - Bacia hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória.

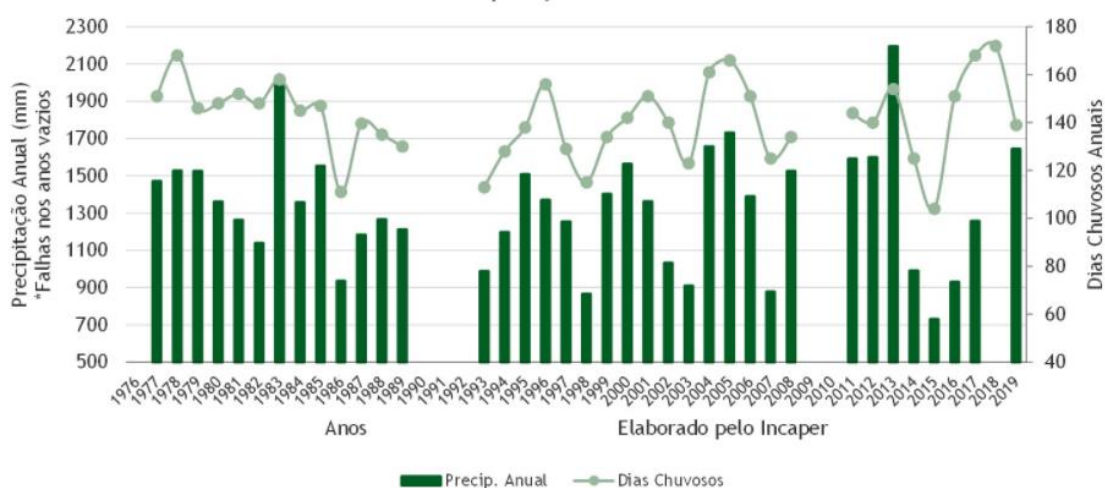


Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico.

3.2.2. Histórico do índice pluviométrico

O INCAPER publicou os dados históricos referentes à precipitação anual de 1977 a 2019, conforme representado no gráfico 1. Podemos notar que em 2015 foi considerado o ano com mais baixa de chuvas registrado, e em 2013 foi o ano com o maior volume de chuvas registrado.

Gráfico 1 - Série histórica e precipitação anual – Vitória/ES

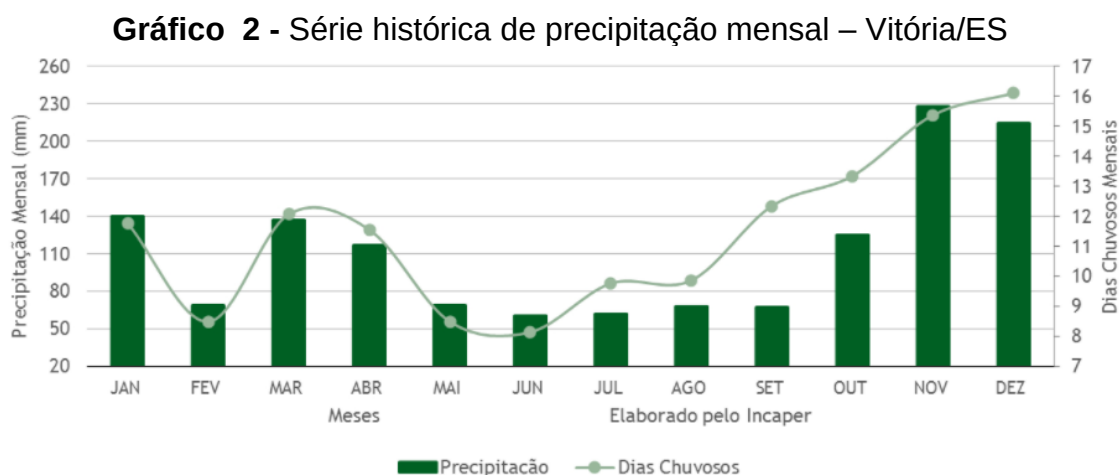


Fonte: Incaper – Coordenação de Meteorologia.

3.2.3. Índice Pluviométrico – Vila Velha

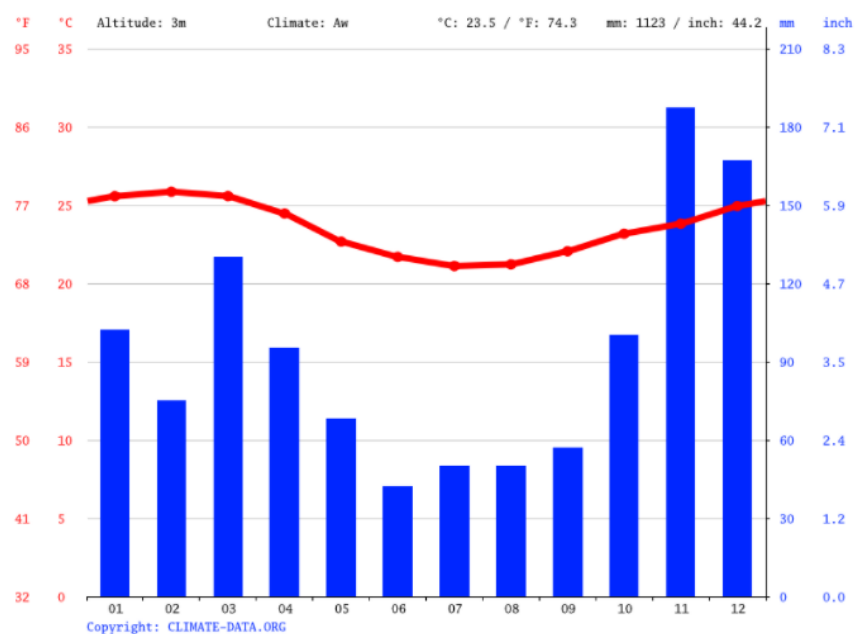
Segundo dados publicados no Climate-data-org., a média pluviométrica anual para a região de Vila Velha é de 1123mm e de temperatura é 23°C. De acordo com o gráfico

2, o mês de junho destaca-se como o menor índice pluviométrico, medindo 42mm e o mês de novembro é considerado com o maior índice. Essa média é registrada através do sistema pluviométrico estação A612 instalado na UFES em Vitória que segue operante.



Fonte: Site do Incaper – Coordenação de Meteorologia.

Gráfico 3 - Gráfico com a média de temperaturas e precipitações.



Fonte: Dados do Climate-Data-Org.

3.2.4. Dados climatológicos – Vila Velha

Os dados disponibilizados pelo Climate, representado pelo quadro 1, indicam que em seis meses do ano possui uma previsão de chuva com a precipitação acima de 95mm, nos meses de janeiro, março, abril, outubro, novembro e dezembro. Além disso,

destaca que a média de dias para os períodos chuvosos são de 58 dias, com uma média de 781mm de chuva para a região de Vila Velha.

Quadro 1 - Dados climatológicos de Vila Velha.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	25.6	25.9	25.6	24.5	22.7	21.7	21.1	21.2	22	23.2	23.8	24.9
Temperatura mínima (°C)	23.3	23.5	23.4	22.3	20.4	19.4	18.7	18.8	19.7	21	21.8	22.8
Temperatura máxima (°C)	28.6	29	28.5	27.1	25.5	24.6	24.1	24.3	25.2	26.2	26.5	27.8
Chuva (mm)	102	75	130	95	68	42	50	50	57	100	187	167
Umidade(%)	80%	79%	81%	80%	78%	80%	79%	78%	76%	77%	80%	81%
Dias chuvosos (d)	10	10	12	12	9	7	8	8	8	9	12	12
Horas de sol (h)	9.4	9.5	8.8	8.0	7.5	7.3	7.0	6.9	6.8	7.3	7.7	8.8

Fonte: Dados do Climate-Data-Org.

3.3. Atual estação de tratamento compacto do Condomínio Praia dos Arrecifes

O tratamento do esgoto sanitário do Condomínio Praia dos Arrecifes é classificado como tratamento Biológico, tratando-se de efluentes domésticos, comerciais e até mesmos de fabricas excluindo o processo produtivo.

De acordo com a empresa fabricante FLUXO, devido ao sistema ser constituído para o tratamento Biológico, o material instalado é um plástico reforçado com Fibra de Vidro (PRFV), sendo de fácil instalação, deslocamento e manutenção. O sistema foi instalado na superfície do piso de forma horizontal, e esse tipo de sistema tem a capacidade de tratar até 170m³ de esgoto sanitário.

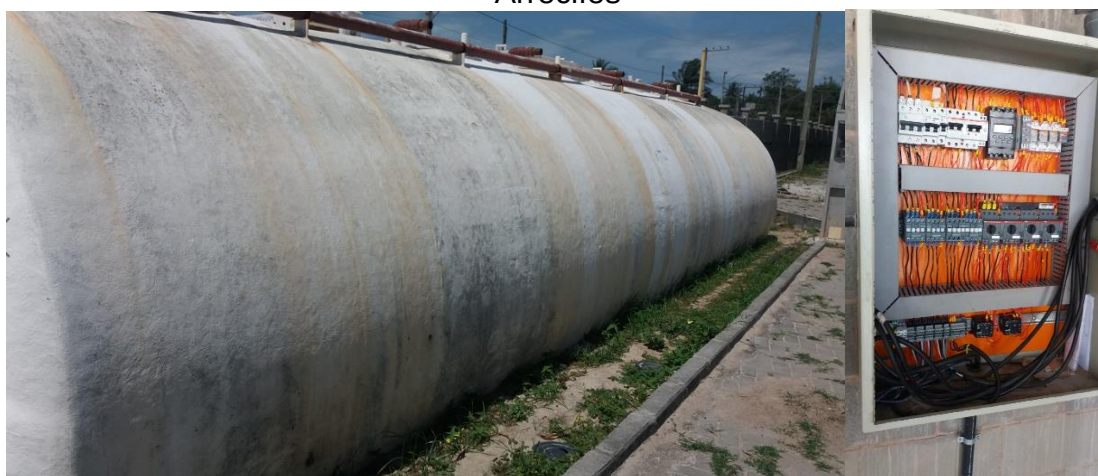
O sistema Compacto é composto por um tanque receptor para a entrada do esgoto sanitário, após é transferido para o tanque de tratamento principal por meio de uma bomba sapo. Após, se inicia as etapas de tratamento preliminar, primário, secundário e a desinfecção, conforme representado no quadro 2.

Além disso, o sistema compacta conta com um sistema elétrico composto por um quadro elétrico, transformador e uma rede elétrica de forma separada do Condomínio para garantir que o sistema se mantenha operante.

Quadro 2 - Etapas para o tratamento da ETE Compacta

Sistema	Tratamento Preliminar	Tratamento Primário	Tratamento Secundário	Desinfecção	% de remoção
ETE Compacta	Remove sólidos grosseiros	Remove resíduos finos do efluente	Depuração das águas residuárias, reduz a quantidade de material orgânico solúvel	Desinfecção da água	85%

Fonte: Empresa Fluxo

Figura 7 - Imagem do sistema de tratamento compacto do Condomínio Praia dos Arrecifes

Fonte: Arquivo próprio

Figura 8 - Imagem do sistema de tratamento compacto do Condomínio Praia dos Arrecifes

Fonte: Arquivo próprio

Figura 9 - Imagem do sistema de tratamento compacto do Condomínio Praia dos Arrecifes



Fonte: Arquivo próprio

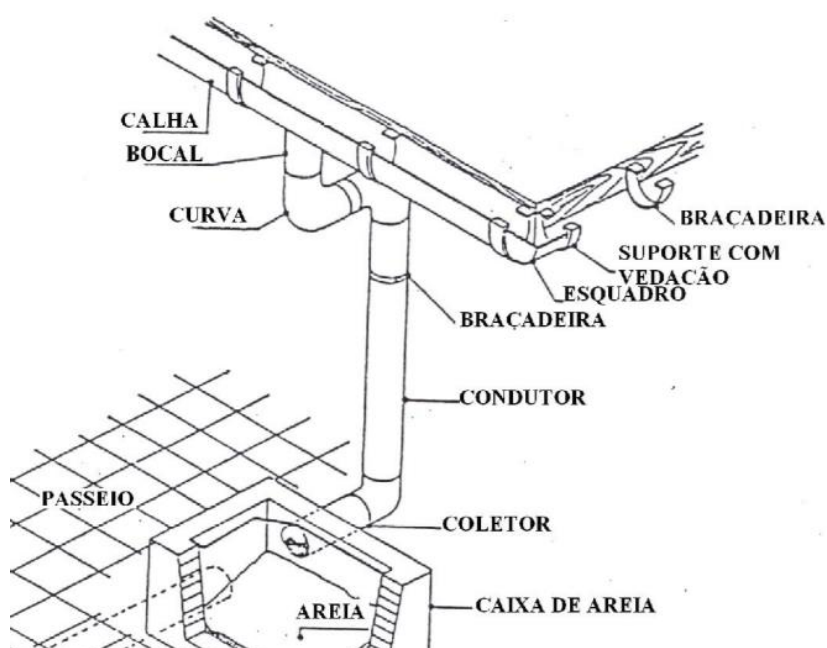
4. DIMENSIONAMENTO DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA

O sistema de captação da água da chuva é uma forma de canalizar a água e armazenar, e para isso, deve ser captada de pontos estratégicos como nos telhados, onde a água desce em volume, podendo ser retida por calhas e direcionadas para os reservatórios.

As instalações do sistema de captação exigem alguns pontos de atenção que precisam ser analisados antes de serem projetados, como:

- I. Levantar os índices pluviométricos, índice de vazão, índice das calhas e o índice de capacidade para o armazenamento;
- II. Prever materiais que absorvam os esforços provocados pelas variações térmicas que estão submetidas;
- III. Ser constituído de materiais resistentes a choques mecânicos;
- IV. Prover uma instalação que não provoque ruídos excessivos;
- V. O sistema deve ser instalado de maneira segura e resistente;
- VI. Após instalado, manter a limpeza dos filtros e calhas.

Figura 10 - Exemplo de um sistema de captação de água da chuva.



Fonte: Figura inserida no documento de instalações prediais de água pluviais.

Para compor o sistema de captação da água da chuva é necessário avaliar alguns fatores relevantes para que o sistema funcione de forma eficaz. Esses fatores são observados na NBR 10844 Instalações Prediais de Águas Pluviais, além disso, deve-se verificar os índices meteorológicos da região de Vila Velha, onde o projeto está sendo idealizado.

4.1. INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA – FATORES METEOROLÓGICOS

A NBR10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais, destaca que o “cálculo da intensidade pluviométrica “I” deve analisar a fixação dos valores apropriados para a duração de precipitação e o período de retorno [...]”. A NBR 10844:1989, já estabelece os “períodos de retorno que podem ser fixados de acordo com a área drenada [...]”, e os períodos são: (NBR 10844, 1989, p. 3).

- a) “T = 1 ano, para áreas pavimentadas, onde empoçamentos possam ser tolerados;
- b) **T = 5 anos, para coberturas e/ou terraços;**
- c) T = 25 anos, para coberturas e áreas onde empoçamento ou extravasamento não possa ser tolerado [...]” (NBR 10844, 1989, p. 3).

E a média da precipitação de retorno registrada pelo Incaper para a região da grande Vitória estão definidos na tabela 1.

Tabela 1 - Índice de intensidade Pluviométrica da grande Vitória

Local	<i>Intensidade pluviométrica (mm/h)</i>		
	Período de retorno (anos)		
	1 ano	5 anos	25 anos
Vitória	102	156	210

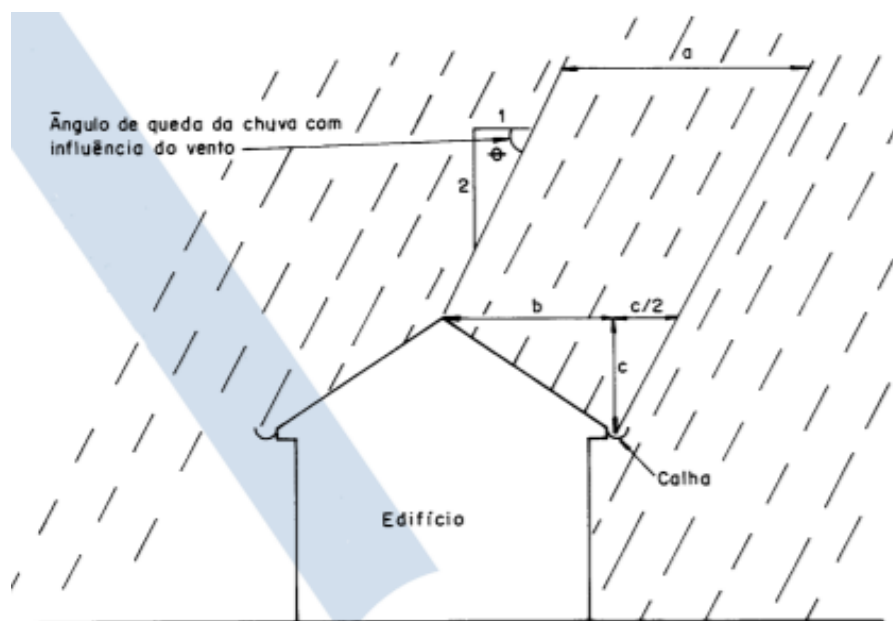
Fonte: Site do Incaper

4.2. INCIDÊNCIA DOS VENTOS

Os ventos contribuem para o volume da área de contribuição, conforme ilustrado na figura 11 que indica a direção. Desse modo é possível interceptar maior quantidade de chuva.

A ação dos ventos deve ser levada em conta através da adoção de um ângulo de inclinação da chuva em relação à horizontal igual a $\text{arc. tg} 2 \theta$, para o cálculo da quantidade de chuva a ser interceptada por superfícies inclinadas ou verticais. O vento deve ser considerado na direção que ocasionar maior quantidade de chuva interceptada pelas superfícies consideradas. (NBR 10844, 1989, p.3).

Figura 11 - Ilustração da influência do vento na inclinação da chuva



Fonte: Figura 1 ilustrada na NBR 10844 DE 1989.

4.3. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO

A NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais, determina algumas diretrizes que devem ser seguidas para a elaboração de um projeto de captação de água da chuva. Para dimensionar o sistema de captação da água, vamos utilizar como base as equações indicadas na NBR 10844:1989, e na equação do método Azevedo disponível na NBR 15.527:2007.

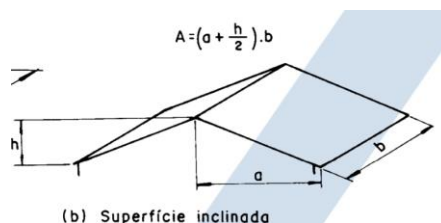
O dimensionamento será aplicado em três águas das coberturas, e cada água possui uma medida específica.

4.3.1. Equações para os cálculos de contribuição e a precipitação da intensidade pluviométrica

Antes de calcular a intensidade pluviométrica das águas da chuva, deve-se identificar o tipo de cobertura que vai receber a precipitação. Portanto, foi verificado que o Condomínio Praia dos Arrecifes se enquadra no formato de telhado conhecido como tesoura, composto por duas águas na parte central e uma água nas extremidades, ou seja, a cobertura é composta por três águas. O telhado é em formato de Eternit que é instalado sobre uma estrutura de tirantes e escoras com a inclinação de 25%. Para o

telhado do tipo tesoura, a NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais indica o uso da equação especificada na **Figura 12**.

Figura 12 - Ilustração da fórmula para telhado com superfície inclinada

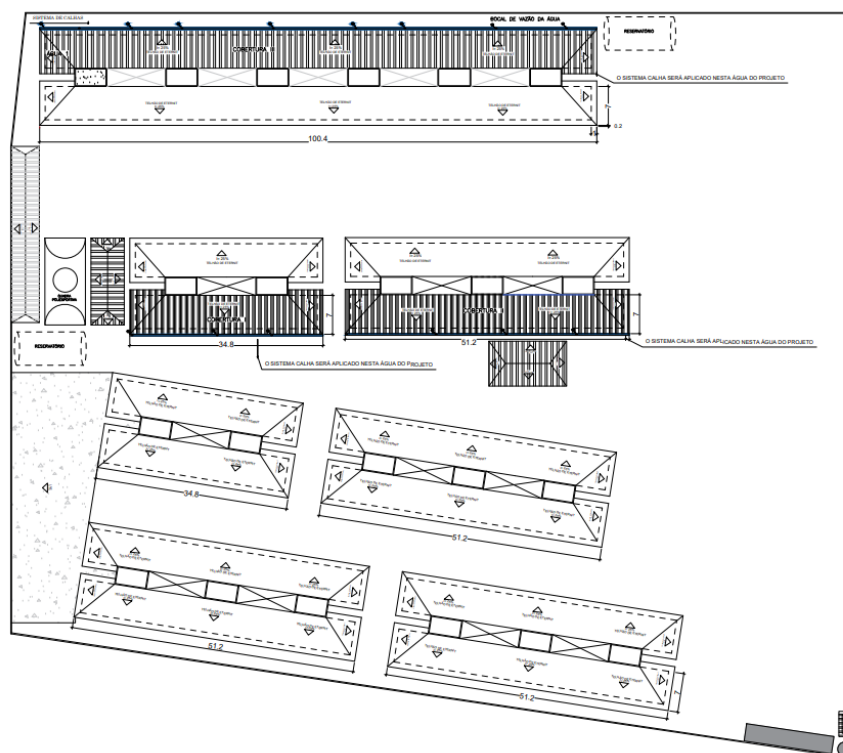


Fonte: Figura 2 ilustrada na NBR 10844 DE 1989.

Segundo a NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais, “para as construções de até 100m² de área de projeção horizontal, salvo casos especiais, podemos adotar uma intensidade pluviométrica de 150mm/h com a duração de 5 minutos. [...]” (NBR 10844, 1989, p. 3).

O sistema de calhas será estruturado para três águas, conforme representado na planta baixa de cobertura do Condomínio Praia dos Arrecifes.

Figura 13 - Sistema de Calhas aplicado no Condomínio Praia dos Arrecifes



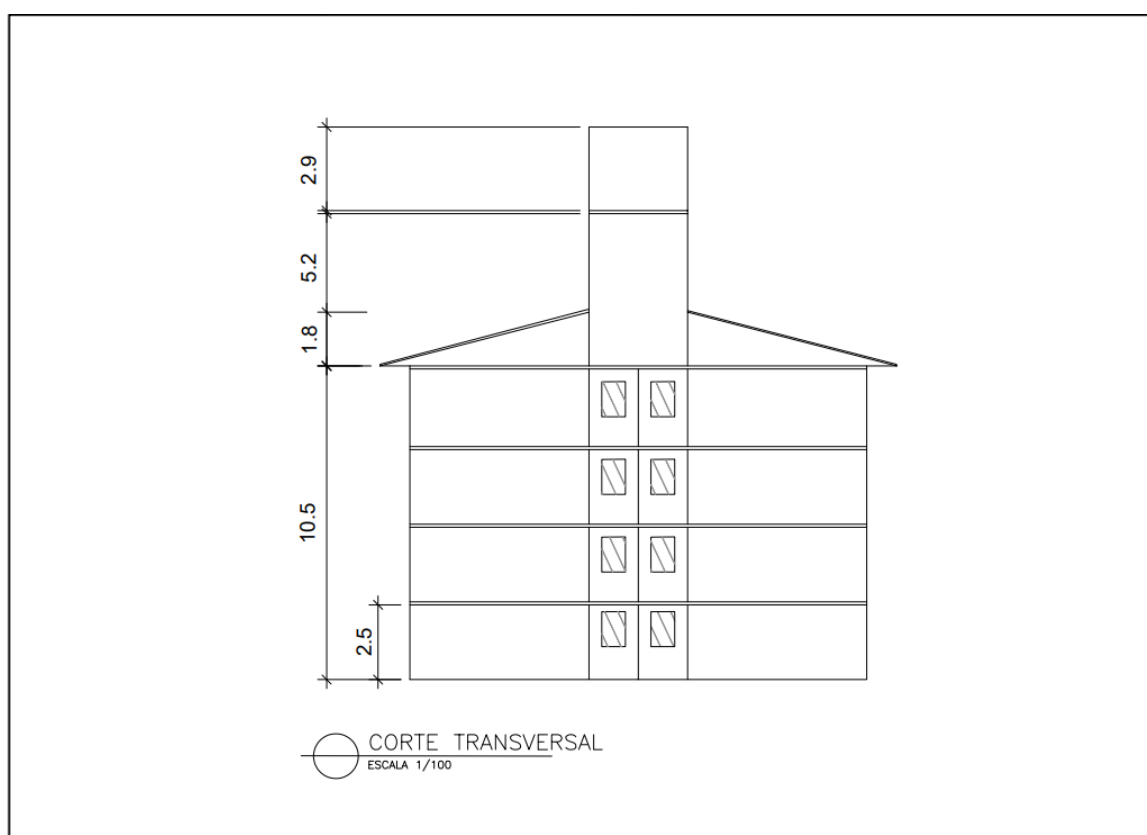
Fonte: Elaboração Própria

Portanto, as medidas que serão utilizadas para o sistema de calhas serão classificadas como:

- a. Cobertura I – 34,8m²;
- b. Cobertura II – 51,2m²;
- c. Cobertura III – 104,48m².

As medidas seguem representadas na figura 14 corte transversal e na figura 15 planta baixa de cobertura e do Condomínio Praia dos Arrecifes.

Figura 14 - Representação do corte transversal do Condomínio Praia dos Arrecifes



Fonte: Elaboração própria

- I. Fórmula indicada pela NBR 10844:1989 – Instalações Prediais de Águas Pluviais para calcular a área de contribuição do telhado:

Equação

$$A = \left(a + \frac{h}{2} \right) \times b$$

A= área de contribuição em (m²);

a = largura do telhado (m);

b = comprimento do telhado (m);

h= inclinação do telhado.

(1)

Cálculos de vazão da área de captação:

a) Área de contribuição da cobertura I

$$A = \left(7 + \frac{1,80}{2}\right) \times 34,8 = 274,92m^2$$

b) Área de contribuição da cobertura II

$$A = \left(7 + \frac{1,80}{2}\right) \times 51,2 = 404,48$$

c) Área de contribuição da cobertura III

$$A = \left(7 + \frac{1,80}{2}\right) \times 100,4$$

$$A = 7,9 \times 100,4 = 793,16m^2$$

Tabela 2 - Área de contribuição das coberturas do Condomínio Praia do Arrecifes

COEFICIENTE DA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO DO TELHADO (m ²) - $A = \left(a + \frac{h}{2}\right) \times b$					
Cobertura	Comprimento (m)	Largura (m)	Altura do Telhado (m)	Fórmula	Área de Contribuição (m ²)
Cobertura I	34,8	7	1,8	2	274,92
Cobertura II	51,2	7	1,8	2	404,48
Cobertura III	100,4	7	1,8	2	793,16

Fonte: Elaboração própria

Para identificar a vazão do projeto, deve-se utilizar o cálculo de precipitação tendo como parâmetro o índice de precipitação de 156L/min no período de 5 anos, conforme indicado pelo índice de intensidade Pluviométrica da grande Vitória. Representado na equação 2.

- I. Após o cálculo de contribuição, deve-se calcular a vazão de precipitação do projeto utilizando a equação abaixo:

Equação	$Q = \frac{I \cdot A}{60}$	(2)
	Q = Vazão de projeto, em L/min; I = intensidade pluviométrica, em mm/h; A = área de contribuição, em m². K = 60 determinado pela NBR10.844:1989.	

a) Vazão da **cobertura I**

$$Q = \frac{I.A}{60} = Q = \frac{156 \times 274,92}{60} \quad Q = 714,79 \text{ litros/min}$$

b) Vazão da **cobertura II**

$$Q = \frac{I.A}{60} = Q = \frac{156 \times 404,48}{60} \quad Q = 1.051,65 \text{ litros/min}$$

c) Vazão da **cobertura III**

$$Q = \frac{I.A}{60} = Q = \frac{156 \times 793,16}{60} \quad Q = 2.062,22 \text{ litros/min}$$

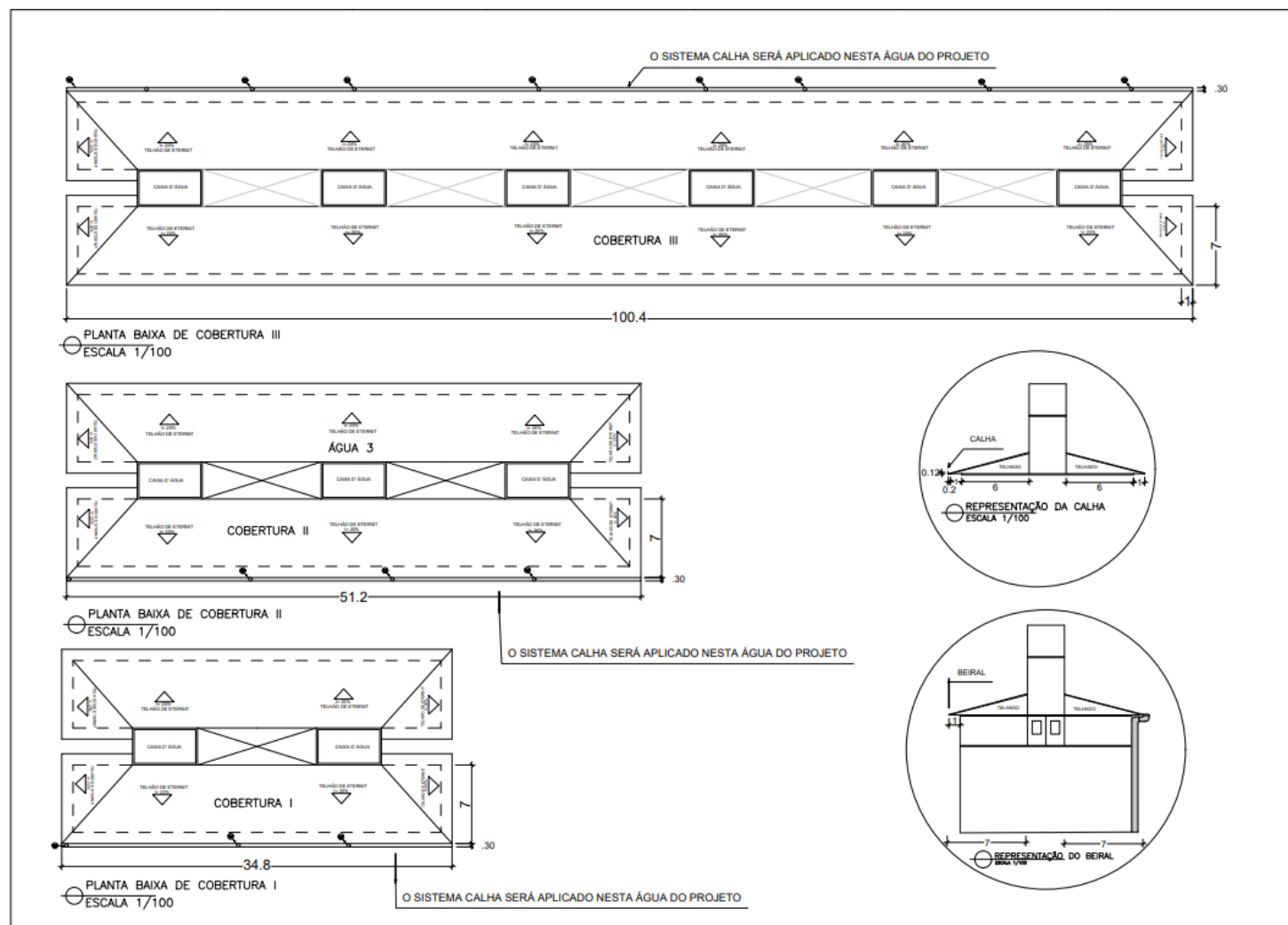
Tabela 3 - Precipitação das coberturas do Condomínio Praia do Arrecifes

Coeficiente de Intensidade Pluviométrica - L/min						
Média pluviométrica - Vila Velha			Fórmula de Manning-Strickler			
Cobertura	1 ano min/L	5 anos min/L	25 anos min/L	1 ano min/L	5 anos min/L	25 anos min/L
Cobertura I	102	156	210	467,36	714,79	962,22
Cobertura II	102	156	210	687,62	1051,65	1415,68
Cobertura III	102	156	210	1348,37	2062,22	2776,06

Fonte: Elaboração própria

Na tabela 3, seguem representados os cálculos das três águas com as médias de precipitação de 1 ano, 5 anos e 25 anos. E a média de 5 anos que será considerada para o dimensionamento do sistema de captação de água da chuva do condomínio Praia dos Arrecifes, conforme circulado em vermelho na tabela 3.

Figura 15 - Representação da planta baixa das coberturas que possuem dimensões diferentes do Condomínio Praia dos Arrecifes



Fonte: Autoria própria

4.4. SISTEMA DE CALHAS

O Condomínio Praia dos Arrecifes está localizado a 1.500m do litoral, ou seja, recebe de forma direta a maresia. Portanto, um material adequado para ser instalado no processo de captação das águas das chuvas são as calhas de alumínio. Esse tipo de material é resistente a intempéries, à maresia, e não danifica pelo peso aplicado da água, sendo recomendado para regiões praianas (Blog Astra, Tipos de calhas, 2021). Recomenda-se que as calhas sejam instaladas com uma inclinação de 0,5% em direção a tubulação de descida. Além disso, devem ser fixadas com parafusos de aço anticorrosivo.

Para o dimensionamento das calhas é importante destacar que para os cálculos deve-se aplicar o coeficiente de rugosidade do material a ser utilizado, a declividade, as dimensões da calha, a área molhada e o perímetro.

4.4.1. Coeficiente de rugosidade dos materiais das calhas

A NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais, indica os coeficientes de rugosidade, conforme representados no quadro 3.

Quadro 3 - Coeficiente de rugosidade dos materiais das calhas

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

Fonte: NBR 10844- Instalações Prediais de Águas Pluviais

4.4.2. Condutores Horizontais

São responsáveis por receber as águas dos condutores verticais e conduzi-las ao tanque de armazenamento da água.

São recomendações técnicas apontadas na NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais:

- I. Declividade uniforme com o valor mínimo de 0,5%

- II. Dimensionamento dos condutores horizontais de seção circular: a altura da lâmina deve ser considerada igual a 2/3 do diâmetro interno do tubo;
- III. Tubulações aparentes: inspeções sempre que houver conexões com outra tubulação, mudança de declividade, mudança de direção e ainda a cada trecho de 20m nos percursos retilíneos;
- IV. Tubulações enterradas: caixas de areia sempre que houver conexões com outra tubulação, mudança de declividade, mudança de direção e ainda a cada trecho de 20m nos percursos retilíneos;
- V. Ligação entre os condutores verticais e horizontais: sempre feita por curva de raio longo, com inspeção ou caixa de areia.

Para o material utilizado, a NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais determina o coeficiente de rugosidade de 0,011, fixando um valor de declividade e os cálculos são baseados pela fórmula de Manning-Strickler (NBR 10844, 1989, p. 6).

Quadro 4 - Capacidades da calha semicircular com coeficiente de rugosidade.

Diâmetro interno (mm)	Declividades $n = 0,011$ (L/min)		
	0,5%	1%	2%
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1.167	1.634

Fonte: NBR 10844- Instalações Prediais de Águas Pluviais

- I. O cálculo para dimensionar o sistema de calhas e condutores, deve ser a partir da equação de Manning tomando por base a vazão já calculada.

Equação

$$Q = K \cdot \frac{S}{N} \cdot R h^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

Q= vazão unitária em L/min.
 S= área molhada, em m²;
 N= coeficiente de rugosidade;
 R = raio hidráulico, em m;
 $P/H = \frac{P}{S}$ perímetro molhado, em m;
 I = declividade da calha, em m/m;
 K=60.000 determinado pela NBR10844:1989.

(3)

Para a equação de Manning-Strickler será utilizado o dimensionamento das calhas nas medidas de 0,30x0,12, sem o bordo livre.

$$Q = K \cdot \frac{S}{N} \cdot Rh^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{Raio Hidráulico} = \frac{A}{P} \quad RH = \frac{0,036}{0,54} = RH = 0,0667$$

$$Q = 60.000 \cdot \frac{0,036}{0,011} \cdot 0,0667^{\frac{2}{3}} \cdot 0,005^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 2.282,89 \text{ L/min}$$

Os valores empregados na fórmula de Manning-Strickler, seguem detalhados na tabela 4.

Tabela 4 - Dimensionamento das Calhas		
Dimensionamento das Calhas – Fórmula Manning-Strickler		
Fórmula	Resultado	Parâmetros do cálculo
n= coeficiente de rugosidade;	0,011	Indicado na NBR 10844:1989
i= declividade da calha (m/m);	0,005	0,5%
Altura b:	0,12	Valor sem o bordo livre
Largura h:	0,30	Dimensão
S= área da seção molhada (m²)	0,036	A = b.h
Perímetro:	0,54	P = b+h+h
Rh= raio hidráulico (m);	0,0667	Rh = A/P
Raio H.^{2/3}	0,1644	Rh = A/P ^{2/3}
Inclinação Elevada (1/2)	0,07071	I= i ^{1/2}
K= 60.000 (conversão de m³/s para L/min).	60.000	Indicado na NBR 10844:1989
Seção molhada e o coeficiente de rugosidade	3,27	S/N
Q= Vazão de projeto (L/min);	2.282,89	Resultado em L/min

Fonte: Elaboração própria

4.5. BOCAL E TUBULAÇÕES

As tubulações são condutores instalados na vertical que direcionam as águas da chuva para o reservatório. As tubulações podem ser alumínio, aço inoxidável, fibra de vidro ou PVC.

E para determinar a quantidade de bocais, podemos nos basear no quadro 5, onde indica que na região de Vitória é possível utilizar um bocal retangular em uma área de 107,69m² para cada condutor, e para o condutor circular em uma área de 137,49m² para cada condutor. O

dimensionamento representado no quadro 5 é referente a utilização de um bocal com o diâmetro de 100mm.

Quadro 5 - Escoamento do fabricante Tigre, linha AQUAPLUV STYLE

Localidades	Área de telhado que um bocal retangular pode escoar (m ²)	Área de telhado que um bocal circular pode escoar (m ²)
Aracaju – SE	137,70	175,80
Belém - PA	107,01	136,61
Belo Horizonte – MG	74,01	94,49
Cuiabá – MT	88,42	112,89
Curitiba – PR	82,35	105,14
Florianópolis – SC	140,00	178,74
Fortaleza – CE	107,69	137,49
Goiânia – GO	94,38	120,50
João Pessoa – PB	120,00	153,20
Maceió – Al	137,70	175,80
Manaus – AM	93,33	119,16
Natal – RN	140,00	178,74
Porto Alegre – RS	115,07	146,91
Porto Velho – RO	100,60	128,43
Rio Branco – AC	120,86	154,30
Rio de Janeiro – RJ	96,55	123,27
Salvador – BA	137,70	178,80
São Luís – MA	133,33	170,22
São Paulo – SP	97,67	124,70
Teresina – PI	70,00	89,37
Vitória - ES	107,69	137,49

Fonte: Trabalho da Universidade Federa de Santa Catarina I– Prof. Enedir Ghis.

I. Cálculo para determinar a quantidade de condutores.

$$N_{(b)} = \frac{A_c}{A_t} \quad \left| \begin{array}{l} N_{(c)} = \text{Número de bocais;} \\ A_{(c)} = \text{área de contribuição} \\ \text{(m}^2\text{);} \\ A_{(t)} = \text{área do telhado (m}^2\text{).} \end{array} \right. \quad (4)$$

a) Condutores da **cobertura I**

$$N_{(c)} = \frac{274,92}{102,69} = 2,68 = 3 \text{ Bocais de descida}$$

b) Condutores da **cobertura II**

$$N_{(c)} = \frac{404,48}{102,69} = 3,94 = 4 \text{ Bocais de descida}$$

c) Condutores da **cobertura III**

$$N_{(c)} = \frac{793,16}{102,69} = 7,72 = 8 \text{ Bocais de descida}$$

Tabela 5 - Cálculo dos condutores Verticais e Circular

Área de Contribuição (m²)	At - área de telhado que o bocal retangular pode escoar (m²)	Qtd. De condutores	Quantidade adotada
274,92	102,69	2,68	3
404,48	102,69	3,94	4
793,16	102,69	7,72	8
Área de Contribuição (m²)	At - área de telhado que o bocal circular pode escoar (m²)	Qtd. De condutores	Quantidade adotada
274,92	137,49	2,0	2
404,48	137,49	2,94	3
793,16	137,49	5,77	6

Fonte: Elaboração própria

4.5.1. Condutores Verticais

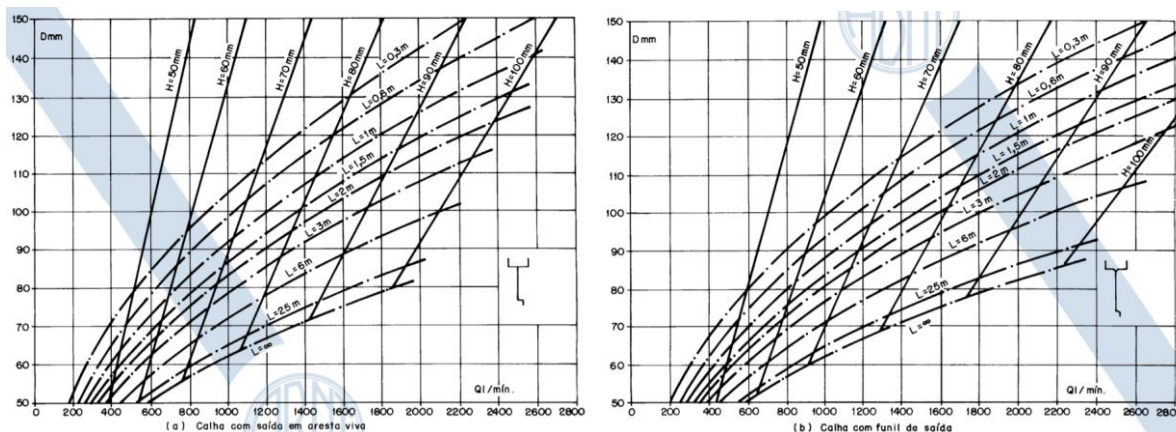
De acordo com a NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais, os condutores devem ser instalados em uma só prumada, e caso necessite de algum desvio, “deve aplicar curvas de 90° ou curvas de 45° e devem ser previstas peças de inspeção [...]”. (NBR 10844, 1989, p. 6, 7).

A norma também indica que, a seção circular deve ser de 70mm em relação ao diâmetro interno da tubulação. E o “dimensionamento deve ser calculados a partir dos seguintes dados [...]” (NBR 10844, 1989, p. 7).

- a) Q = vazão de projeto, em L/min;
- b) H = altura da lâmina de água na calha, em mm;
- c) L = comprimento do condutor vertical, em m.

Segundo a NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais, “os ábacos foram construídos para os condutores verticais rugosos (coeficiente de atrito $f = 0,04$) com dois desvios na base [...]”. (NBR 10844, 1989, p. 7).

Figura 16 - Ábacos para a determinação do diâmetro do condutor vertical



Fonte: ilustração da NBR 10844 DE 1989.

I. O cálculo da capacidade de vazão dos condutores verticais pode ser analisado através do ábaco, identificando a vazão (Q), a altura da lâmina de água e traçar o condutor vertical correspondente.

Quadro 6 - Informações utilizadas para o mapeamento no ábaco

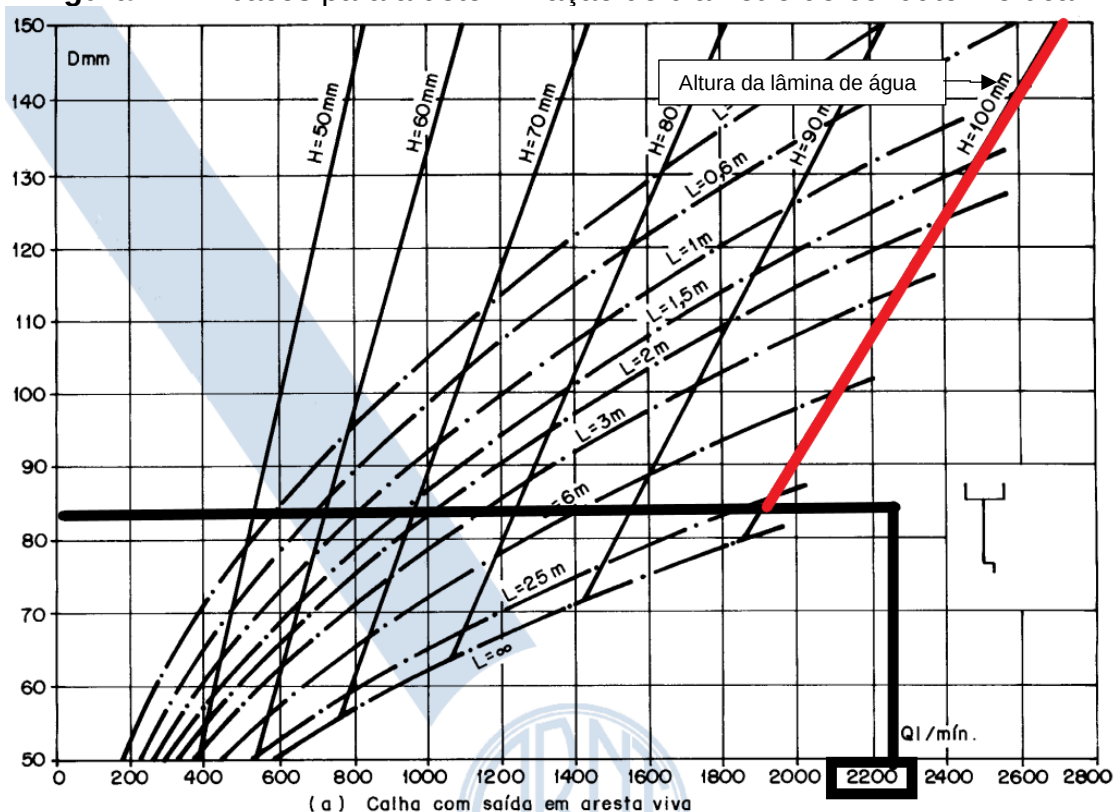
Dimensionamento dos Condutores Verticais	
Fórmula	Resultado
Q = Vazão de projeto, em L/min;	2.282,89
H = altura da lâmina de água na calha, em mm;	12cm = 120mm
L = comprimento do condutor vertical, em m.	6-25m

Fonte: Elaboração própria

E de acordo com os resultados obtidos, foi realizado o traçado no ábaco para calhas com saída em aresta viva, o que exige o uso de condutores com o diâmetro mínimo $\geq$ a 80mm para a vazão das calhas com uma lâmina de água $\geq$ a H 100mm. Entretanto, o condutor indicado neste projeto é um tubo de descida com o diâmetro de 100mm.

Os condutores devem ser fixados na parede a cada 1,5m por meio de abraçadeiras.

Figura 17 - Ábacos para a determinação do diâmetro do condutor vertical.



Fonte: Figura 3 ilustrada na NBR 10844 DE 1989.

- II. O cálculo para a quantidade de condutores verticais pode ser analisado através da equação 5.

$$Qt_c = \frac{A}{6} \quad \left| \begin{array}{l} Qt_{(c)} = \text{Número de condutores;} \\ A = \text{Altura do piso a cobertura;} \\ 6 = \text{Intervalo de um condutor para o outro.} \end{array} \right. \quad (5)$$

a. $\frac{10,88}{6} = 1,81 = 2$ Condutores verticais

Para calcular a quantidade de condutores verticais deve se basear no pé direito do condomínio que é 10,38m de altura. Além disso, incluir o nível de escavação para o encontro do condutor vertical com o horizontal.

Tabela 6 – Total de condutores de descida.

Dimensão do condutor	Pé direito (m)	Tubo (m)	Qtd. Conexão	Total de condutores p/ o sistema
100mm	10,88m	6m - vertical	2 tubos	30 tubos
100mm	10,88m	6m - horizontal	-	17 tubos

150mm	10,88m	6m - horizontal	-	3 tubos
200mm	10,88m	6m - horizontal	-	2 tubos

Fonte: Elaboração própria

4.5.2. Condutores horizontais

Para realizar o dimensionamento dos condutores horizontais em forma circular pode-se utilizar do quadro 7 disponibilizado pela NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais. A tabela indica o índice de vazão em L/min do condutor de acordo com o diâmetro e a rugosidade do material obedecendo o “escoamento com lâmina de altura igual a 2/3 do diâmetro interno [...]” (NBR 10844, 1989, p. 9).

De acordo com o índice de vazão do projeto, é recomendável utilizar uma tubulação horizontal com o diâmetro $\geq$ a 100mm em uma inclinação de 1% para a drenagem do sistema de captação. No último condutor para o reservatório o tubo deve ter um diâmetro de 200mm.

Quadro 7 - Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min).

Tabela 4 - Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min.)													
	Diâmetro interno (D) (mm)	$n = 0,011$				$n = 0,012$				$n = 0,013$			
		0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %
	1	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

Nota: As vazões foram calculadas utilizando-se a fórmula de Manning-Strickler, com a altura de lâmina de água igual a 2-3 D.

Fonte: Tabela 4 ilustrada na NBR 10844 DE 1989.

4.6. FILTRO

O Filtro é recomendado para separar o sólido-líquido, como a remoção de impurezas presente na água, como folhas, galhos e outros.

Figura 181 – Filtro autolimpante



Fonte: Mercado livre

4.7. PONTENCIAL DE CAPTAÇÃO PARA O RESERVATÓRIO

O reservatório é considerado uma área com amplo espaço onde a água será conduzida para o armazenamento, após, sua captação. O reservatório pode ser construído por vários tipos de materiais podendo ser instalado na superfície ou de forma subterrânea.

ABNT NBR15527 aproveitamento de água da chuva de coberturas para fins não potáveis, apresenta algumas equações que podem ser aplicadas para o dimensionamento dos reservatórios pluviais, como:

- I. Equação Rippl – Fórmulas utilizadas para calcular o volume reservatório x a demanda de consumo diário garantindo um armazenamento durante o período de estiagem;

$$V_{rippl} \sum_{i=1}^d S \quad S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad S_{(t)} = C.P.A$$

- II. Azevedo Neto – Fórmula utilizada para calcular o volume do reservatório, essa fórmula consegue ser constante e mensura o índice de água aproveitável.

$$V_{an} = 0,0042.Pa. A. T$$

- III. Prático Alemão – Fórmula utilizada para calcular o reservatório anual referente a precipitação e a demanda de água não potável.

$$V \text{ adotado} = (V \text{ e } D).0,06 \text{ (6\%)}$$

- IV. Prático inglês – Fórmula utilizada para calcular o dimensionamento do reservatório.

$$V = 0,05. P. A;$$

V. Prático Australiano: Fórmula utilizada para calcular o volume dos reservatórios.

$$Q = (A.C.(P-I))1000; \quad V_t = V_{t-1} + Q_t - D_t.$$

4.7.1. Índice do reservatório

De acordo com a NBR 15.527:2007, o método Azevedo Neto é conhecido como *Método Prático Brasileiro* por apresentar uma equação que calcula o volume do reservatório para o reúso da água da chuva para fins não potáveis. Além disso, a equação do método Azevedo Neto considera o período de estiagem em que as precipitações estão abaixo de 100 L/min. E de acordo com a tabela do índice pluviométrico, em Vila Velha possui 6 (seis) meses no ano que tem uma precipitação abaixo de 100 L/min.

Equação	V = volume útil estimado para o reservatório, em	(7)
$V = 0,0042.P. A. T$	L;	
	P = precipitação média anual, em mm;	
	A = área de captação m ² ;	
	T = número de meses de pouca chuva ou seca.	

Tabela 7 – Dimensionamento do reservatório utilizando o método Azevedo Neto

Média de Precipitação Anual (mm)	Total da área de projeção (m ²)	Equação Método Azevedo Neto	Meses com pouca chuva (T)	Volume total (L anual)
1123	1304,8	0,042	6	369.253,18l
Em metros cúbicos				369,253m ³

Fonte: Elaboração própria

E de acordo com o cálculo indicado na tabela 8 no período de 6 meses no ano é possível captar 369.253,18 litros de água.

4.7.2. Sistema de Reservatório

O reservatório deve ser definido após a identificação do volume de captação. Portanto, conforme demonstrado na tabela 8, o volume captado será de 369,253m³ o que equivale a 369.253,18 mil litros de água da chuva para fins não potáveis.

O sistema prevê o dobro da reserva necessária, e que esse possível extravasamento seria adequado para os moradores lavarem seus carros, bicicletas entre outros.

Com base no dimensionamento do volume calculado, o indicado para o Condomínio Praia dos Arrecifes é a instalação de 2 (dois) reservatórios que atenda uma capacidade de reserva de 20.000 mil litros de água.

O reservatório deverá ser instalado de forma subterrânea, com uma tubulação de entrada com o diâmetro de 200mm, um ladrão para extravasar caso atinja o limite do reservatório e uma tubulação para esvaziar o sistema para fins de limpeza.

4.7.2.1. Material

Os reservatórios/cisternas devem ser resistentes e impermeável, podendo ser construído de alvenaria ou material plástico. Segundo publicado no site Valmaster, é recomendável que o sistema seja instalado de forma subterrânea “para o controle da temperatura e evitar a exposição solar (o que ocasiona a proliferação de algas) [...]” (VALMASTER, 2018).

Figura 19 – Exemplo de um reservatório subterrâneo



Fonte: Youtube como fazer aterramento do reservatório

De acordo com a NBR 5626:1998 – Instalação predial de água fria, determina no item 4.4.2 da norma que, “[...] os reservatórios domiciliares fabricados em poliéster reforçado com fibra de vidro, utilizados nas instalações prediais de água fria, devem obedecer às NBR 8220 e NBR 10355 [...]” (NBR 5626:1998, p 7).

Reservatórios: aviso, extravasão e limpeza.

5.2.8.1 Em todos os reservatórios devem ser instaladas tubulações que atendam às seguintes necessidades:

- a) aviso aos usuários de que a torneira de boia ou dispositivo de interrupção do abastecimento do reservatório, apresenta falha, ocorrendo, como consequência, a elevação da superfície da água acima do nível máximo previsto;
- b) extravasão do volume de água em excesso do interior do reservatório, para impedir a ocorrência de transbordamento ou a inutilização do dispositivo de prevenção ao refluxo previsto, conforme 5.4.3.2, devido à falha na torneira de boia ou no dispositivo de interrupção do abastecimento;
- c) limpeza do reservatório, para permitir o seu esvaziamento completo, sempre que necessário (NBR 5626:1998, p 11).

5.4.4.2 Em instalação predial de água fria abastecida com água não potável, todas as tubulações, reservatórios e pontos de utilização devem ser adequadamente identificados através de símbolos e cores, e devem advertir os usuários com a seguinte informação: “ÁGUA NÃO POTÁVEL” (NBR 5626:1998, p 14).

5. PARAMETROS DE APERFEIÇOAMENTO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DO ESGOTO SANITÁRIO PARA O REÚSO

O estudo prevê manter em funcionamento o atual sistema de esgoto sanitário instalado no Condomínio Praia dos Arrecifes. O objetivo é aperfeiçoar o seu funcionamento, adicionando novas ações em sua operação. Atualmente, o sistema não possibilita o reúso da água, pois seu tratamento está limitado a 85% de remoção. Portanto, o projeto é complementar ao sistema existente, indicando a nova fase que possibilite o reúso da água.

O sistema de tratamento de esgoto existente deve ser convertido de uma estação de tratamento de esgoto compacta para uma estação de reúso para o reaproveitamento da água. E para implementar esta conversão deve incluir a etapa conhecida como tratamento terciário, a fim de atingir um índice de 95% de remoção, conforme ilustrado no quadro 9.

Quadro 8 – Etapas de tratamento do sistema de esgoto sanitário

Sistema	Tratamento Preliminar	Tratamento Primário	Tratamento Secundário	Tratamento Terciário	Desinfecção	% de remoção
ETE Reúso	Remove sólidos grosseiros	Remove resíduos finos do efluente	Depuração das águas residuárias, reduz a quantidade de material orgânico solúvel	Remove de nutrientes, microrganismos patogênicos, dentre outros	Desinfecção da água	95%

Fonte: Fluxo soluções

5.1. TRATAMENTO TERCIÁRIO

O processo terciário é uma etapa para remover especificamente os poluentes como os micronutrientes e patogênicos que são conhecidos como nitrogênio, fósforo, bactérias e fungos, esses elementos precisam ser ativados para que o processo de tratamento terciário ocorra.

Esta etapa promove o processo de microfiltração que separa os poluentes dos efluentes, a próxima ação é a precipitação e a coagulação que é introduzir químicas que são coagulantes que formam flocos por suspensão que são removidos. Além disso, também possui a etapa do processo de adsorção que é conhecido como carvão ativado que transfere as sujeiras que são adsorvidas na superfície, e esse processo é um tratamento químico ou físico.

5.1.1. Instalação do sistema terciário

A instalação do processo terciário deve ser realizada pela própria empresa fabricante do atual sistema compacto do condomínio Praia dos Arrecifes. E de acordo com o engenheiro responsável pela empresa Fluxo, a estrutura física do sistema não necessitaria ser alterada, só acrescentaria uma nova etapa dentro do atual tanque de tratamento.

5.2. CAPTAÇÃO DA ÁGUA TRATADA

Ao concluir o processo de tratamento da água, a mesma, será disponibilizada para o reúso pelos moradores locais. A água permanecerá disponível no tanque de tratamento para o uso. E caso, não seja utilizada toda água tratada, poderá ser descartada em solo direto. Portanto, o projeto não prevê instalar um reservatório, e sim, tratar o esgoto para que alcance o índice de 95% de remoção promovendo o reúso da água, entretanto, a utilização deverá ser feita após o processo de tratamento concluído no próprio tanque que atualmente é feito o descarte.

Figura 20 – Imagem do sistema de tratamento compacto do Condomínio Praia dos Arrecifes



Fonte: Arquivo próprio

6. RESULTADOS

6.1. PREVISÃO DO CONSUMO NÃO POTÁVEL

Para entender se um sistema de reúso é relevante para ser implantado em um Condomínio do programa Minha casa, Minha vida, precisamos analisar seus fins de consumo. Portanto, averiguou-se que o consumo poderá ser destinado para as áreas externas, sendo: jardins, canteiros, limpezas de sujidades da guarita, copa/cozinha, Hall de entrada/corredores, depósito de lixo, limpeza das duas áreas de churrasqueiras, lavagem dos cinco banheiros da área externa e os recipientes como lixeiras e outros.

O quadro 10 representa a média consumida para as limpezas da área externa. E o parâmetro de consumo foi baseado em um balde de 10l que é utilizado atualmente pela equipe de limpeza do Condomínio Praia dos Arrecifes. E de acordo com o quadro 10, o condomínio consome mensalmente uma média de 30,264m³ de água limpa para fins de limpeza.

Quadro 9 – Exemplo da média de consumo de água através do balde de 10l.

Nº	Disposição	Qtd.	Área m ² / L	Balde = 10l /Tempo	Consumo
01	Hall/corredor	92	2.392m ²	552 baldes	5.520l
02	Estoque de lixo	1	12m ²	4 baldes	40l
03	Churrasqueiras 1 e 2	2	57,6m ²	12 baldes	120l
04	Banheiros externos	5	7,2m ²	15 baldes	150l
05	Guarita	1	4,4m ²	2 baldes	20l
06	Jardim e áreas verdes	-	-	1 hora	1.116l
07	Recipientes de lixo	6 = 240l	1.440l	12 baldes	120l
08	Portas do hall de vidro	23	2,9m ²	46 baldes	460l
09	Cozinha/copa	1	4,4m ²	2 baldes	20l
Total de consumo diário		-	-	-	7.566l
Convertido para m³		-	-	-	7,57m³
Total de consumo mensal		-	-	-	30.264l
Convertido para m³		-	-	-	30,264m³

Fonte: Elaboração própria

6.1.1. Fatores que podem aumentar o consumo:

- Clima;
- Aumento da quantidade de habitantes;
- Aumento de festas nas áreas das churrasqueiras.

Segundo a reportagem do R7, no Espírito Santo cada habitante consome em média “151,42 litros de água por dia,” ficando em quinto lugar no consumo no Brasil, e a reportagem ainda publicou que a “Organização Mundial da Saúde (OMS) considera que o consumo diário de 110 litros é o suficiente por pessoa [...]”, ou seja, os habitantes do Espírito Santo consome além da média indicada pela OMS, o que se torna um cenário crítico em relação a situação atual que o mundo tem sido pauta devido à falta de preservação do meio ambiente e a falta de conscientização para o consumo (Folha Vitória, 2019).

Além do consumo individual por habitante, também podemos citar o uso da água limpa para fins de limpeza e lavagens, o que gera um desperdício de água limpa no planeta. Se os novos empreendimentos investissem em um sistema de captação e um sistema de tratamento de esgoto sanitário, talvez, poderíamos remediar o consumo além da média e, inclusive, reduzir o consumo de água limpa para fins de limpezas externas.

6.2. DIMENSIONAMENTO PARA O REÚSO

Conforme o dimensionamento realizado nas coberturas I, II e III, com base no método Azevedo Neto, o condomínio poderá reservar um total de 416.728,6 litros de água anualmente.

Calculando a média de uso por habitante do Condomínio e de acordo com o índice de precipitação de Vila Velha, o estudo obteve o resultado de que cada morador poderá utilizar da reserva 48,91 litros mensalmente, e anualmente 586,94 litros de água captada pelo sistema pluvial.

Tabela 8 - índice de captação e consumo dos condôminos em litros

Média de Precipitação Anual P (mm)	Área de projeção (m ²)	Volume do Reservatório (L)
1123	1472,56	416.728,6l

Fonte: Elaboração Própria

Conforme representado no quadro 10 em relação ao consumo mensal, deve ser analisado se o índice de volume do reservatório captado atenderá essa demanda diária. E para esta avaliação, os valores consumidos devem ser transformados em metros cúbicos (m³).

I. Volume total do consumo diário

$$m^3 = L/1000 = m^3 = 30.264/1000 = 30,264m^3$$

Portanto, identificamos que o volume captado atenderá a média de consumo anual para as limpezas diárias na área externa do Condomínio Praia dos Arrecifes. O sistema prevê o dobro da reserva necessária, e que esse possível extravasamento seria adequado para os moradores lavarem seus carros, bicicletas entre outros.

É importante destacar que o volume reservado foi calculado com base na equação do método Azevedo neto, ao qual, são avaliados o volume de reserva considerando o período de estiagem com uma precipitação abaixo de 100 L/min.

Tabela 10 – Volume reservado e o consumo mensal da área externa.

Volume do Reservatório (m ³)	Consumo Mensal área externa (m ³)	Tempo de estimado de uso
416,7285m ³	30,27m ³	2 anos e 4 meses

Fonte: Elaboração Própria

O sistema de captação foi aplicado em três águas do Condomínio Praia dos Arrecifes, podendo utilizar da água captada para fins de limpezas externas, deixando de consumir 416.728,6 litros de água limpa anualmente. Se a administração optar por aplicar nas 6 águas dos blocos I, II e III, o condomínio poderá reservar 833.457,95 litros de água.

6.3. MATERIAIS PARA INSTALAÇÃO

Para aquisição dos materiais devem seguir algumas recomendações que são essenciais para as quantidades aplicáveis, conforme relacionados abaixo.

- I. Para a instalação deve seguir o nível de 0,5% de inclinação da calha para o escoamento da água.
- II. As calhas devem ser fabricadas de acordo com a medida indicada na **equação 03**;
- III. Os bocais e as cabeceiras devem ser fabricados de acordo com a medida da calha;
- IV. O suporte da calha deve ser instalado a cada 0,60cm. E para o projeto no Condomínio Praia dos Arrecifes a previsão é utilizar 310 peças de suporte.

Equação

$$Qt_{(t)} = \text{Número de condutores};$$

$$s_c = \frac{S}{0,6} \quad \left| \begin{array}{l} C = \text{Comprimento;} \\ 60\text{cm} = \text{Intervalo para instalação do suporte.} \end{array} \right. \quad (8)$$

a. $\frac{186,40}{0,6} = 310 \text{ Suportes}$

- V. Os joelhos de transição retangular devem ser do tipo frontais. E para o sistema de calhas do Condomínio Praia dos Arrecifes serão utilizados 32 joelhos.

Tabela 9 - Quantidade de materiais

Saída do bocal para o cond. vertical	Saída do condutor vertical p/ horizontal	Saída do condutor horizontal para o reservatório	Total
15	15	2	32

Fonte: Autoria própria

- VI. Deve-se instalar o condutor de decida com uma tubulação em PVC de 100mm de diâmetro, de acordo com o dimensionamento referente a equação 6, o sistema prevê utilizar 47m de condutores.
- VII. As abraçadeiras devem ser fixadas a cada 1,5m nos condutores verticais. O dimensionamento foi baseado na equação 9, cuja previsão é utilizar 105 abraçadeiras.

$$\text{Equação} \quad \left| \begin{array}{l} Q_{t(c)} = \text{Número de condutores;} \\ A = \text{Altura do piso a cobertura;} \\ 3 = \text{Intervalo de um condutor para o outro.} \end{array} \right. \quad (9)$$

$$Q_a = \frac{A}{1,5}$$

a. $\frac{10,38}{1,5} = 6,92 = 7 \text{ abraçadeiras}$

Tabela 10 - Quantidade de materiais

Pé direito	Dimensão do condutor	Total de abraçadeira por condutor	Total de abraçadeiras p/ todo sistema
10,38	1,5	7,00	105

Fonte: Autoria Própria

Nota 01: É recomendável utilizar uma abraçadeira antes e depois da instalação dos joelhos.

6.3.1. Previsão orçamentária para a instalação do sistema de calhas

De acordo com dimensionamento detalhado no decorrer desta pesquisa, a previsão é utilizar o total de materiais indicados na tabela 12. O orçamento foi realizado com base nos preços apontados no material de construção C&C. Portanto, os valores podem sofrer alterações, conforme a oscilação de preço do mercado.

Tabela 11 - Quantidade de materiais e os valores

Materiais	Quantidade	Valor no mercado	Total
Calha de Alumínio	63	R\$ 40,00	R\$ 2.520,00
Bocal	15	R\$ 37,90	R\$ 568,50
Emenda	62	R\$ 31,90	R\$ 1.977,80
Suporte de alumínio	310	R\$ 11,70	R\$ 3.627,00
Prolongadores	310	R\$ 11,36	R\$ 3.521,6
Abraçadeira	105	R\$ 4,90	R\$ 14,50
Tubulação 100mm x 6m	47	R\$ 40,00	R\$ 1.880,00
Joelho de transição	15	R\$ 50,00	R\$ 750,00
Joelho para Tubulação horizontal	15	R\$ 11,29	R\$ 169,35
Reservatório	2	R\$ 6.492,00	R\$ 12.984,00
Custo para implantação			R\$ 28.204,80

Fonte: Autoria Própria

6.4. BENEFÍCIOS ECONOMICOS

No valor da tarifa da CESAN estão embutidas as taxas pela captação da água, adução, tratamento, reserva e distribuição da água. Outra tarifa importante, é taxa de esgoto que chega a 90% em cima do total de consumo da água.

O quadro 11 representa o valor que é cobrado de acordo com o consumo para a categoria residencial II, categoria adequada ao Condomínio Praia dos Arrecifes.

Quadro 10- Tabela de tarifas da CESAN

Tabela de Tarifas da Cesan - Grande Vitória									
Categoria	Faixa (m³)	Água		Esgoto Coleta, afastamento e tratamento		Esgoto Coleta e afastamento		Disponibilidade Esgoto	
		Parcela Fixa	Parcela Variável	Parcela Fixa	Parcela Variável	Parcela Fixa	Parcela Variável	Parcela Fixa	Parcela Variável
Residencial Critério II	0-300m³	575,81	1,72	460,65	1,37	351,25	1,05	460,65	0,38
	300-450m³	685,22	3,25	548,18	2,59	417,99	1,98	548,18	0,73
	450-600m³	815,41	3,9	652,33	3,12	497,4	2,38	652,33	0,87
	600-900m³	970,34	4,68	776,28	3,74	591,91	2,86	776,28	1,05
	900-1.500m³	1.154,70	4,93	923,77	3,95	704,37	3,01	923,77	1,1
	>1.500m³	1.374,10	5,43	1.099,28	4,34	838,2	3,31	1.099,28	1,21

Fonte: Site da CESAN

Para entendermos os impactos econômicos que a reserva poderá proporcionar ao Condomínio Praia dos Arrecifes, é necessário identificar a média acumulada de consumo mensal e o valor da tarifa pago. E de acordo com as últimas contas da CESAN, todo o Condomínio Praia dos Arrecifes consome uma média de 2.000m³

mensal de água gerando um custo de R\$ 8.290,51 reais. Esse consumo está incluído o consumo mensal dos condôminos e das áreas comuns do condomínio.

Com base no quadro do consumo externo, o condomínio gasta o equivalente a 30,264 m³ de água, o que representa 1,51% de gasto mensal em relação ao consumo geral de 2000m³.

Tabela 12 - Custo e o consumo de água no Condomínio Praia dos Arrecifes

	m ³	Custo mensal		Anual		Custo anual passará ser	Economia em 5 anos
Mensal de todo o condomínio	2000	R\$	8.290,51	R\$	99.486,12	R\$ 87.601,32	R\$ 59.424,00
Mensal da área externa	30,264	R\$	990,40	R\$	11.884,80		

Fonte: Autoria Própria

Se o Condomínio Praia dos Arrecifes reutilizar da água proveniente do sistema de captação para os fins de limpeza externa, poderá economizar financeiramente R\$ 990,40 reais mensais e R\$ 11.884,80 reais anualmente. Com esta redução, a conta de água passará ser cobrada no valor mensal de R\$ 7.300,11, isso representa uma economia anual de R\$ 87.601,32.

O sistema poderá economizar além do resultado apresentado, porém essa contabilização depende da identificação do consumo para saber a média exata e identificar o valor gasto. Portanto, o extravasamento dessa água poderá ser utilizado pelos moradores para fins não citados no quadro 09 de consumo, como: lavagens de carros, bicicletas entre outros.

De acordo com o orçamento representado na tabela 12, o valor para implantação do sistema de captação ficará em torno de R\$ 28.204,80. E de acordo com a economia gerada pelo sistema de captação a previsão é que esse custo seja pago em até 2 anos e 5 meses.

Tabela 14 – Economia do sistema de captação e o prazo para o pagamento do investimento

Economia anual		Economia em 5 anos		Orçamento p/ implantação	Tempo de pagamento do sistema
R\$	11.884,80	R\$	59.424,00	R\$ 28.204,80	2 anos e 4 meses

Fonte: Autoria Própria

7. CONCLUSÃO

Este trabalho veio demonstrar por meio das simulações que através do reúso da água da chuva e do sistema de tratamento de esgoto sanitário é possível obter uma economia financeira, além de preservarmos o bem mais precioso que é a água limpa do planeta. O estudo desenvolveu um sistema de calhas para a captação da água da chuva, reservatórios e o aprimoramento para o sistema de tratamento de esgoto sanitário do Condomínio Praia dos Arrecifes construído pelo governo federal através do projeto Minha Casa, Minha Vida.

De acordo com os dimensionamentos desenvolvidos nesta pesquisa, identificou-se que é possível captar um volume considerável mesmo o projeto sendo aplicado somente em três águas das coberturas I, II e III. Esse volume captado pode ser armazenado para utilização de fins não potáveis, a fim de diminuir os gastos com o abastecimento externo para as limpezas diárias. Quanto ao sistema de tratamento de esgoto sanitário, esse poderá estender uma etapa em seu tratamento, também possibilitando o reúso da água. Entretanto, nesse sistema não será realizado o armazenamento. A cada tratamento a água estará disponível para o consumo para fins não potáveis e, caso não seja utilizada, poderá ser descartada em solo direto.

O Condomínio Praia dos Arrecifes possui uma área bem espaçosa viabilizando a implantação do projeto. Uma vez que os tanques sejam instalados de forma subterrânea. Assim, serão conservadas as vagas de garagem que estão disponibilizadas no pátio.

Os cálculos para o dimensionamento foram baseados na NBR 10844:1989 Instalações Prediais de Águas Pluviais que traz os métodos que devem ser empregados para alcançar os índices do sistema de captação. Além disso, houve uma análise dos métodos disponíveis pela NBR 15.527:2007- Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis que abordam alguns métodos para o dimensionamento do reservatório e consumo. Nesta pesquisa, o método Azevedo Neto foi o recomendado para dimensionar a média anual de captação de água.

O estudo do custo-benefício financeiro demonstrou que seria vantajoso para o Condomínio Praia dos Arrecifes implantar a proposta de reúso das águas pluviais apresentada neste trabalho. Portanto, o investimento se pagaria em 2 anos e 4 meses.

Porém, independente desta conta, o custo-benefício não pode ser mensurado apenas do ponto de vista financeiro, pelo fato da água se tratar de um recurso ainda relativamente barato. Entretanto, em relação à preservação e à sustentabilidade isso não tem preço que definam essas ações.

8. REFERENCIAS

BITTENCOURT, CLAUDIA. Tratamento de água e efluentes: fundamentos de Saneamento Ambiental e Gestão de Recursos Hídricos. 1ªed. In: SILVA, MARIA APARECIDA. São Paulo. Érica. 2014.

NUVOLARI, ARIovaldo. Esgoto Sanitário: Coleta, transporte, e reúso agrícola. 2ªed: revista, atualizada e ampliada. São Paulo. Blücher, 2011.

FUNASA, FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Manual de Saneamento: Funasa: Normas e diretrizes. 3ª ed. Brasília. 2007.

TRISOTTO, FERNANDA. Reportagem - GAZETA DO POVO: Saneamento: os municípios brasileiros que precisam de água e esgoto tratados, 2021. Disponível em <https://www.gazetadopovo.com.br/economia/saneamento-ranking-municipios-brasileiros-agua-esgoto-tratados/>

KAFRUNI, CORREIO BRAZILIENSE – SANEAMENTO BÁSICO: País desperdiça 39,3% de água potável, aponta levantamento SNIS, 2020, Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/brasil/2020/12/4894991-pais-desperdica-393--de-agua-potavel-aponta-levantamento-snis-2019.html>.

SINIS, SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE O SANEAMENTO. 25º Diagnóstico dos serviços de água e esgotos, 2020. Disponível em: http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2019/Diagn%C3%B3stico_SNIS_AE_2019_Republicacao_31032021.pdf

SANIELE, BRUNA, AGÊNCIA BRASIL: Brasil em pauta discute os desafios da crise hídrica no país. Publicado em 19/09/2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-09/brasil-em-pauta-discute-os-desafios-da-crise-hidrica-no-pais>.

PREFEITURA MUNICIPAL VV. Plano Diretor Municipal. Lei 4575/2007. PL040/2017. Espírito Santo, Vila Velha. 2017. Disponível em <https://www.vilavelha.es.leg.br/processo-legislativo/novo-pdm-1>. Acesso em 16 junho de 2021.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE-CONAMA, Nº 430 DE 13/05/2011, legislação federal. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114770>. Acesso em 27 de junho de 2021.

D" ALKMIN TELLES, DIRCEU. Reúso da água: Conceitos teorias e práticas. 2ªed. In: PACCA COSTA, REGINA. São Paulo. 2010.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE-CONAMA, Nº 357 DE 17/03/2005, legislação federal. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br>. Acesso em 27 de junho de 2021.

FLUXO, Empresa especializada em tratamento de efluentes. Disponível em: <https://fluxoambiental.com.br/>. Acesso em 23 de junho de 2021.

ATLAS ESGOTOS, Situação da Coleta e do Tratamento de Esgoto, 2017. Disponível em: <http://atlasesgotos.ana.gov.br/>;

PROJETO MapBiomias – Mapeamento da superfície de água no Brasil (Coleção 1), acessado em 11/10/2021. Disponível em: https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/MapBiomias_A%CC%81gua_Agosto_2021_22082021_OK_v2.pdf.

CLIMA-DATA.ORG, CLIMA DE VILA VELHA, Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/espirito-santo/vila-velha-3163/#climate-graph>.

SITE RIOVIVO, SANEAMENTO E SUSTENTABILIDADE. Acessado em 14/10/2021. Disponível em: <https://www.riovivo.com.br/br/unidades/vila-velha/>.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Instalações Prediais de Águas Pluviais. Disponível em: <https://ecivilufes.files.wordpress.com/2013/06/nbr-10844-1989-instalac3a7c3b5es-prediais-de-c3a1guas-pluviais.pdf>. Acessado em: 16/10/2021.

ATLAS ESGOTO, Despoluição das Bacias Hidrográficas, Acessado em: 10/10/2021. Disponível em: <http://atlasesgotos.ana.gov.br/>.

ENEDIR GHISI, Métodos de Dimensionamento de Reservatórios de Água Pluvial em Edificações, acessado em 16/10/2021. Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/leb/disciplinas/Fernando/leb1440/Aula%206/Metodos%20de%20dimensionamento%20de%20reservatorios%20de%20agua%20pluvial%20em%20edificacoes.pdf>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS ESTADUAIS DE SANEAMENTO, aesbe, acessado em 02/11/2021. Disponível em: <https://aesbe.org.br/cesan-apresenta-investimentos-em-vila-velha-es/>.

PROJETO MapBiomias – Mapeamento da superfície de água no Brasil (MAPAS), acessado em 02/11/2021. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/agua>.

SANEAMENTO NO BRASIL: PROPOSTA DE PRIORIZAÇÃO DO INVESTIMENTO PÚBLICO, ipea, acessado em 02/11/2021. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2614subs.pdf.

Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, Agência Nacional de Águas. Acessado em 14/10/2021. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2000/lei-9984-17-julho-2000-360468-publicacaooriginal-1-pl.html>.

Site do Incaper – Coordenação de Meteorologia. Acessado em: 16/10/2021. Disponível em: <https://meteorologia.incaper.es.gov.br/graficos-da-serie-historica-vitoria>.

BLOG ASTRA, Tipos de Calhas, 2021. Acessado em: 02/11/2021. Disponível em: <https://www.astra-sa.com/destaques/qual-a-diferenca-entre-calha-de-pvc-aluminio-e-aco-galvanico/>.

Site ALTOQI, Dimensionamento de calhas pluviais, 2021. Acessado em: 23/10/2021. Disponível em: <https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/360040820014-Dimensionamento-de-calhas-pluviais>.

TELHADO, Cálculo das Calhas e Condutores, 2005 atualizado em 2021. Acessado em 23/10/2021. Disponível em: <http://www.ebanataw.com.br/calhas>.

GUIA DA ENGENHARIA, Fórmula de Manning: condutos retangulares, 2021. Acessado em: 23/10/2021. Disponível em: <https://www.guiadaengenharia.com/formula-manning-conceitos-retangular/>.

SITE DO INCAPER – COORDENAÇÃO DE METEOROLOGIA. Acessado em: 01/11/2021. Disponível em: <https://meteorologia.incaper.es.gov.br/graficos-da-serie-historica-vitoria>.

DADOS DO CLIMATE-DATA-ORG. Acessado em: 25/10/2021. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/espírito-santo/vila-velha-3163/#climate-graph>.

INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS, Prof. Enedir Ghisi. Acessado em 01/11/2021. Disponível em: <https://docplayer.com.br/217358-Instalacoes-prediais-de-aguas-pluviais.html>.

WWF, LAVAR CARRO PODE CONSUMIR MAIS 300 L de ÁGUA, 2013, Acessado em: 11/11/2021. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?33962/Voc-sabia-Lavar-o-carro-pode-consumir-mais-de-300-litros-de-gua>

SÃO PAULO NOTÍCIAS, DICAS PARA ECONOMIZAR ÁGUA. 2015. Acessado em: 11/11/2021. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/ultimas-noticias/veja-10-dicas-para-economizar-agua-no-quintal/>

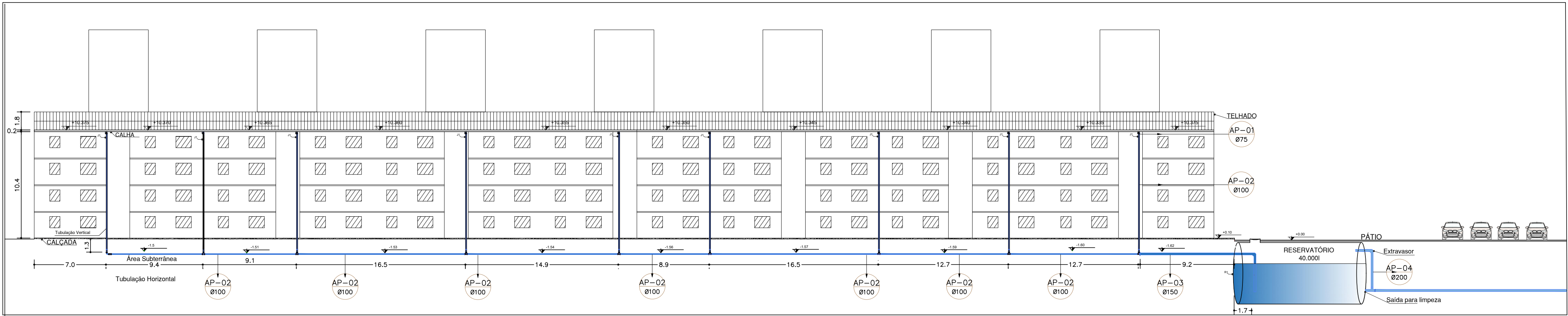
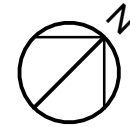
DEME, Departamento Municipal de Águas e Esgoto de Caldas Novas. Consumo de água. Acessado em: 11/11/2021. Disponível em: <https://www.demae.go.gov.br/projetos/consumo-de-agua/>.

Saae, CERQUILHO. Tratamento de Esgoto. Acesso em: 15/11/2021. Disponível em: <https://www.saaec.com.br/esgoto/tratamento-de-esogoto/>.

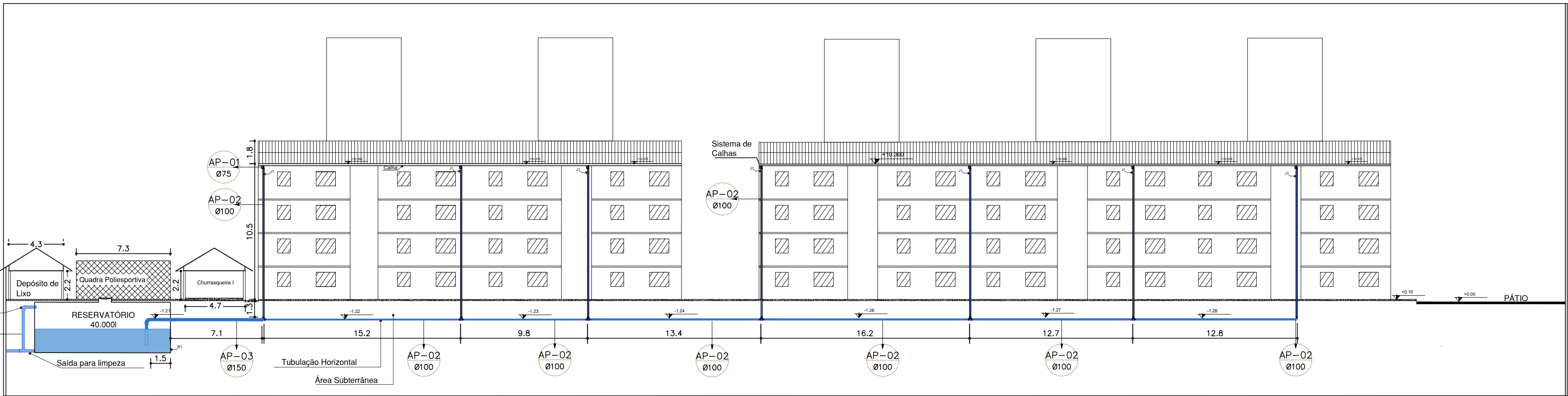
SITE SAAE, COMO CALCULAR SUA CONTA, 2021. Acessado em 20/11/2021. Disponibilizado em: <http://www.saaegarca.sp.gov.br/html2/modules/fmcontent/content.php?topic=paginas&id=11&page=como-calculasua-conta>.

APÊNDICES I

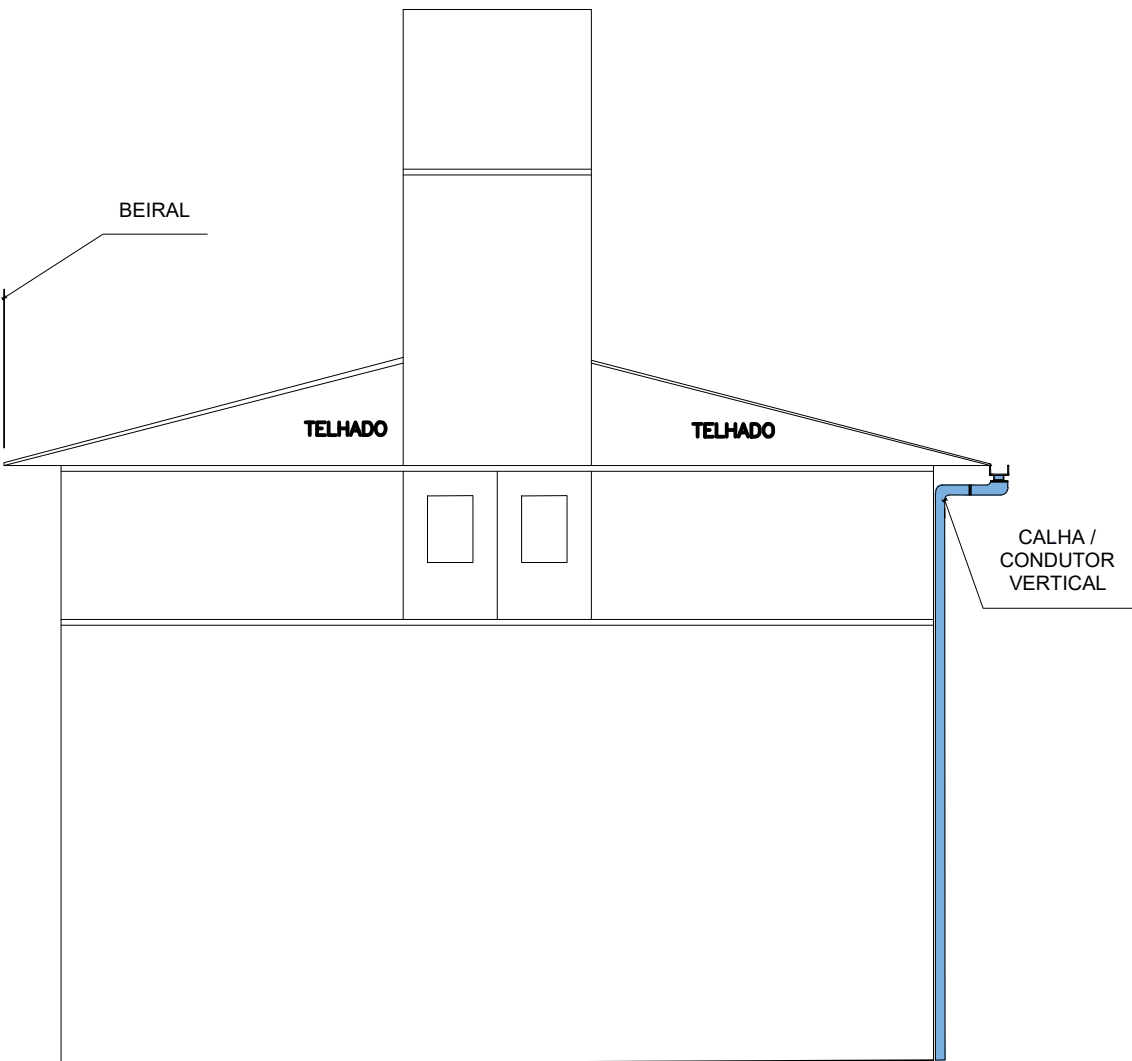




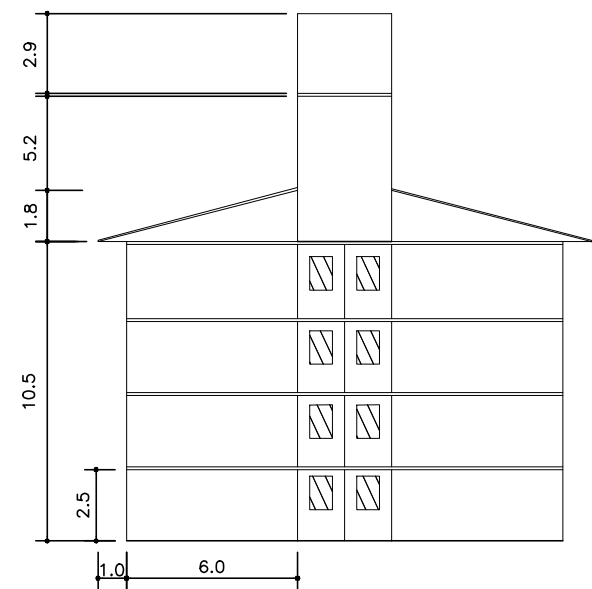
CORTE LONGITUDINAL AA
ESCALA 1/100



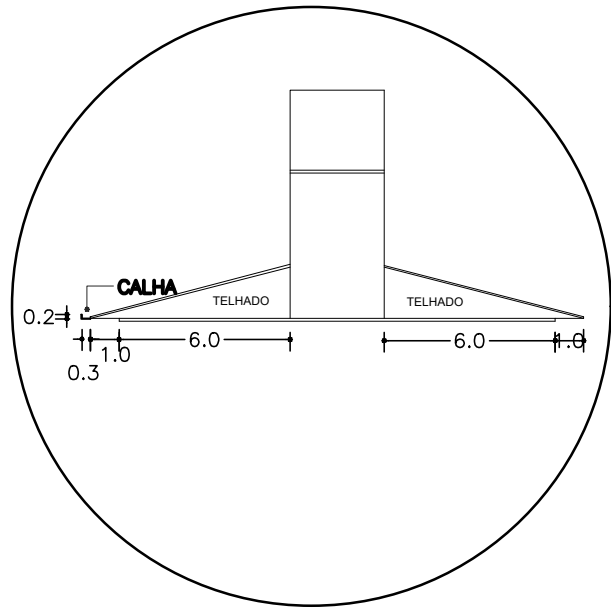
CORTE LONGITUDINAL BB
ESCALA 1/100



REPRESENTAÇÃO DA CALHA
ESCALA 1/100



CORTE TRANSVERSAL CC
ESCALA 1/100

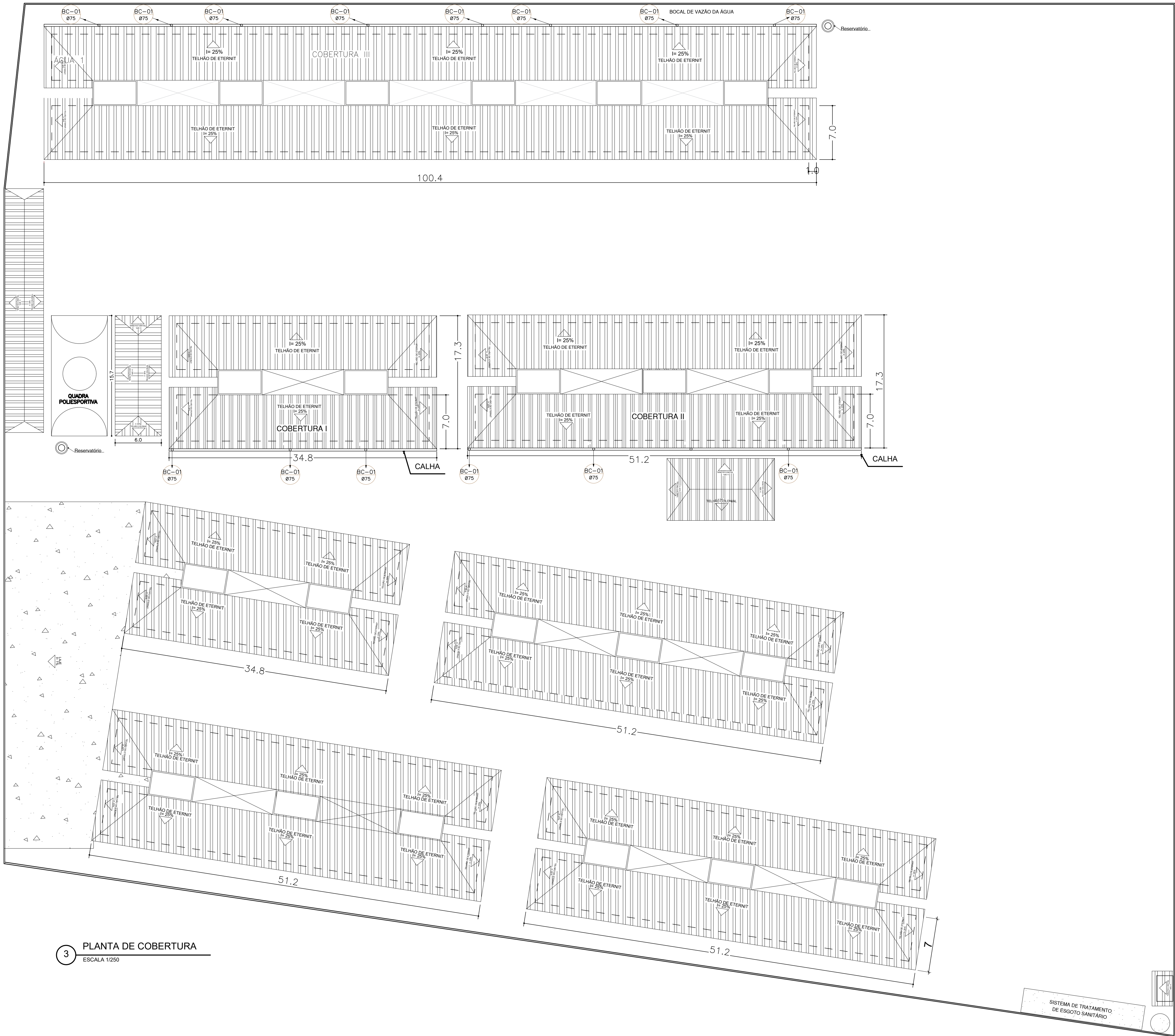
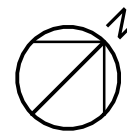


REPRESENTAÇÃO DA CALHA
ESCALA 1/100

2 PLANTA DE CORTE
ESCALA 1/250

Quadro de Condutores		
Diâmetro	Quantidade de tubo de 6m	Condutor
Ø75	15	Vertical
Ø100	30	Vertical / horizontal
Ø100	17	Horizontal
Ø150	03	Horizontal
Ø200	02	Horizontal
Quadro de Suportes		
Intervalo de instalação		Qtd. de Suportes
0.60 cm		310
Quadro de Abraçadeiras		
Intervalo de instalação		Qtd. de abraçadeiras
1.5m		105
Quadro de Joelhos		
Joelhos		Quantidade
J1		15
Quadro de Reservatório		
Reservatório	Dimensão	Quantidade
R1	40.000l	02

UniSales Centro Universitário Salesiano			
PROJETO	SISTEMA PARA O REÚSO DA ÁGUA		NÚMERO FOLHA
DISCIPLINA	RUA LINHARES-TERRA VERMELHA - VILA VELHA		02/03
PROJETO DE TCC	TÍTULO DO DESENHO		02/03
ALUNO	PROFESSOR	DATA	PROJETO EXECUTIVO
KARLLA CRISTIELI KOPPER	JOÃO SAYD	08/12/2021	ESCALA
NOME DO ARQUIVO	PLANTA DE CORTE	1/250	



3 PLANTA DE COBERTURA
ESCALA 1/250

		PROJETO	
SISTEMA PARA O REÚSO DA ÁGUA		NÚMERO FOLHA	
RUA LINHARES - TERRA VERMELHA - VILA VELHA		03/03	
DISCIPLINA		TÍTULO DO DESENHO	
PROJETO DE TCC		PLANTA DE COBERTURA	
ALUNO	PROFESSOR	DATA	ETAPA
KARLLA CRISTIELI KOPPER	JOÃO SAYD	08/12/2021	PROJETO EXECUTIVO
NOME DO ARQUIVO		PLANTA DE COBERTURA	ESCALA
			1/250