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

PIETRA FRITSCH DE ARAUJO

DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DOS PROJETOS ESTRUTURAL E HIDROSSANITÁRIO DE UMA EDIFICAÇÃO UNIFAMILIAR

FLORIANÓPOLIS, 2026.

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

PIETRA FRITSCH DE ARAUJO

DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DOS PROJETOS ESTRUTURAL E HIDROSSANITÁRIO DE UMA EDIFICAÇÃO UNIFAMILIAR

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 Engenheiro Civil.

Orientador:
Prof. André Puel, Dr.

Coorientador:
Prof. Samuel João da Silveira, Dr.

FLORIANÓPOLIS, 2026.

Ficha de Identificação da obra elaborada pelo autor, através do cadastro de ficha de identificação disponível no portal discente do Sistema Integrado de Gestão Acadêmica - SIGAA, do IFSC.

Araujo, Pietra Fritsch de
DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DOS PROJETOS ESTRUTURAL e HIDROSSANITÁRIO DE UMA EDIFICAÇÃO UNIFAMILIAR / Pietra Fritsch de Araujo ; orientador(a): André Puel, Dr. ; coorientador(a): Samuel João da Silveira, Dr.. -- Florianópolis : 2026.
146 p.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Florianópolis. Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Florianópolis, 2026.

Inclui referências.

1. Projeto Estrutural. 2. Instalações Hidrossanitárias. 3. Residencia Unifamiliar. I. Dr., André Puel,. II. Dr., Samuel João da Silveira,. III. Instituto Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Engenharia Civil. IV. Título.

DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DOS PROJETOS ESTRUTURAL E HIDROSSANITÁRIO DE UMA EDIFICAÇÃO UNIFAMILIAR

PIETRA FRITSCH DE ARAUJO

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Engenharia 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, 07 de julho, 2026.

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
ANDRE PUEL
Data: 10/08/2026 12:06:28-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

André Puel, Dr.

Documento assinado digitalmente
SAMUEL JOAO DA SILVEIRA
Data: 10/08/2026 19:02:29-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Samuel João da Silveira, Dr.

Documento assinado digitalmente
FERNANDO TOPPAN RABELLO
Data: 10/08/2026 13:35:54-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Fernando Toppan Rabello, Dr.

Documento assinado digitalmente
REGINALDO CAMPOLINO JAQUES
Data: 10/08/2026 12:40:04-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Reginaldo Campolino Jaques, Me.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, aos meus pais, Rosangela Fritsch e Fernando Antonio Papini de Araujo, por todo o amor, o cuidado e o incentivo que sempre me dedicaram. A decisão de me transferir do Rio Grande do Sul para Santa Catarina e dar continuidade à graduação no IFSC representou uma grande mudança em minha vida, e, mesmo com a distância, vocês nunca deixaram de se fazer presentes, oferecendo apoio e segurança em cada etapa. Tudo o que conquistei até aqui carrega a força e a dedicação de vocês.

Ao meu namorado, Paulo Henrique Garcia, agradeço por ter sido meu maior suporte em Florianópolis, oferecendo amparo, cuidado e tranquilidade para que eu pudesse me dedicar à conclusão desta graduação. Sua parceria e seu incentivo foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Estendo minha gratidão a toda a minha família e aos meus amigos, que, perto ou à distância, acompanharam esta caminhada e tornaram cada conquista mais leve. Sou grata, ainda, ao engenheiro Jeferson Correa, cujo suporte e cujas contribuições técnicas, a partir de sua experiência prática, enriqueceram as soluções adotadas neste projeto.

Agradeço ao meu orientador, professor André Puel, e ao meu coorientador, professor Samuel João da Silveira, pela orientação, pela disponibilidade e pela paciência ao longo de todo o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também aos membros da banca examinadora pela disponibilidade e pelas valiosas contribuições, cujas observações e sugestões foram importantes para o aprimoramento deste trabalho.

Por fim, agradeço ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) e ao seu corpo docente pela formação de qualidade que me foi proporcionada ao longo desta jornada.

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso tem como temática o desenvolvimento integrado dos projetos estrutural e hidrossanitário de uma edificação residencial unifamiliar demonstrando a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos ao longo da formação em Engenharia Civil. A concepção e materialização de qualquer edificação, seja no âmbito da Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil ou demais áreas da construção, dependem de um conjunto articulado de projetos técnicos que garantem segurança, viabilidade e desempenho à obra. Embora o projeto arquitetônico represente o ponto de partida e defina a organização espacial para permitir a execução da edificação, é necessária a integração com os projetos de engenharia responsáveis pelos aspectos estruturais, hidráulicos, sanitários, elétricos e outros sistemas para atender às exigências normativas e assegurar funcionalidade e durabilidade à construção. Tais projetos, elaborados com rigor técnico, são indispensáveis para transformar a concepção espacial em uma solução construtiva viável. O método adotado consiste em um estudo de caso baseado na utilização de um projeto arquitetônico como referência para o desenvolvimento dos projetos técnicos necessários à materialização da edificação. Para o projeto estrutural, a metodologia abrangerá a concepção do sistema resistente, o pré-dimensionamento dos elementos de concreto armado e a análise computacional conforme as diretrizes da NBR 6118:2026, utilizando o software Eberick. Paralelamente, o projeto hidrossanitário, abrangendo os sistemas de água fria, água quente e esgoto sanitário, será dimensionado segundo as normas NBR 5626:2020 e NBR 8160:1999, incluindo reservação, distribuição, coleta e ventilação. Evidenciou-se, na prática, que a articulação entre diferentes projetos técnicos de engenharia contribui para soluções mais seguras, integradas, eficientes e adequadas às necessidades da edificação. Além disto, reforça-se a relevância do rigor técnico e da atuação interprofissional no processo construtivo contemporâneo.

Palavras-chave: Projeto Estrutural. Instalações Hidrossanitárias. Residencia Unifamiliar.

ABSTRACT

This undergraduate thesis addresses the integrated development of the structural and hydrosanitary designs of a single-family residential building, demonstrating the practical application of the knowledge acquired throughout the Civil Engineering program. The conception and construction of any building — whether in the field of Architecture and Urban Planning, Civil Engineering, or other construction-related areas — depend on an articulated set of technical designs that ensure the safety, feasibility, and performance of the work. Although the architectural design represents the starting point and defines the spatial organization that enables the building's execution, its integration with the engineering designs responsible for the structural, hydraulic, sanitary, electrical, and other systems is essential to meet regulatory requirements and ensure the functionality and durability of the construction. Such designs, prepared with technical rigor, are indispensable to transform the spatial conception into a feasible constructive solution. The adopted method consists of a case study based on the use of an architectural design as a reference for developing the technical designs required to materialize the building. For the structural design, the methodology encompasses the conception of the load-bearing system, the preliminary sizing of the reinforced concrete elements, and the computational analysis in accordance with the guidelines of NBR 6118:2026, using the Eberick software. In parallel, the hydrosanitary design, covering the cold water, hot water, and sanitary sewage systems, is sized according to the standards NBR 5626:2020 and NBR 8160:1999, including storage, distribution, collection, and ventilation. It was demonstrated in practice that the articulation among different technical engineering designs contributes to safer, more integrated, efficient, and suitable solutions for the building's needs. Furthermore, it reinforces the relevance of technical rigor and interprofessional collaboration in the contemporary construction process.

Keywords: Structural Design. Hydrosanitary Installations. Single-Family Residence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Domínios de deformação o estado limite último de uma seção transversal....22
Figura 2 - Classes de agressividade ambiental (CAA) 23
Figura 3 - Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto 24
Figura 4 - Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para Δc = 10 mm....24
Figura 5 - Isopletas de velocidade básica V_0 (m/s) 27
Figura 6 – Coeficiente $\boldsymbol{\gamma f = \gamma f1 . \gamma f3}$ 29
Figura 7– Valores do coeficiente $\boldsymbol{\gamma f2}$....29
Figura 8 – Limites para deslocamentos (continua)....31
Figura 9- Áreas de Influência 34
Figura 10- Valores do coeficiente adicional Yn para pilares....36
Figura 11 – Sistema direto (ascendente)....40
Figura 12 – Esquema vertical simplificado abastecimento de água 41
Figura 13 – Esquema da instalação hidráulica do aquecedor JMS....43
Figura 14 – Detalhe de uma instalação com aquecimento solar 44
Figura 15 – Esquema vertical simplificado esgotamento sanitário 46
Figura 16 – Pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização 48
Figura 17 – Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga....53
Figura 18 – Unidades de Hunter de contribuição para aparelhos não relacionados na tabela 3 54
Figura 19 – Dimensionamento de ramais de esgoto 54
Figura 20 – Dimensionamento de tubos de queda....55
Figura 21 – Dimensionamento de subcoletores e coletor predial....55
Figura 22 – Dimensionamento de ramais de ventilação....56
Figura 23 – Planta pavimento térreo 58
Figura 24 – Planta pavimento superior....58
Figura 25 – Planta pavimento cobertura....59
Figura 26 – Elevação frontal....59
Figura 27 – Elevação lateral....60
Figura 28 – Fluxograma geral dos projetos 63
Figura 29 – Comprimentos equivalentes....68

Figura 30 – Planilha de dimensionamento redes de distribuição 69
Figura 31 – Esquema de uma instalação hidráulica de edifícios, com previsão para utilização de aquecedores solares 70
Figura 32 – Caixa de retenção de sólidos grosseiros.....72
Figura 33 – Arquitetura preparada para lançamento estrutural 73
Figura 34 – Simbologia pilares concepção estrutural.....74
Figura 35 – Situação de interrupção da continuidade de pilar.....75
Figura 36 – Pré-Forma Térreo.....76
Figura 37 – Pré-Forma Superior.....77
Figura 38 – Pré-Forma Terraço/Cobertura 78
Figura 39 – Pré-Forma Caixa da Água.....78
Figura 40 – Áreas de influência dos pilares térreos 79
Figura 41 – Carregamento por pavimento.....80
Figura 42 – Resultado Pré-dimensionamento dos Pilares.....80
Figura 43 – Pré-dimensionamento das vigas superior 81
Figura 44 – Pré-dimensionamento das lajes terraço/cobertura 82
Figura 45 – Configuração de materiais e durabilidade no Eberick 84
Figura 46 – Verificações ao estado-limite de serviço (ELS) 84
Figura 47 – Configuração da ação do vento.....85
Figura 48 – Croqui de lançamento estrutural do pavimento térreo.....86
Figura 49 –Cargas Típicas 87
Figura 50 – Modelo estrutural tridimensional.....88
Figura 51 – Configurações de análise adotadas no processamento.....89
Figura 52 – Resultados da análise estática linear 90
Figura 53 – Deslocamentos da estrutura.....91
Figura 54 – Diagrama de esforços axiais nos pilares.....92
Figura 55 – Diagrama de momentos fletores 92
Figura 56 – Diagrama de momentos torsores 93
Figura 57 – Diagrama de esforços cortantes.....93
Figura 58 – Grelha das lajes do pavimento térreo.....94
Figura 59 – Grelha das lajes do pavimento superior 94
Figura 60 – Grelha das lajes do pavimento cobertura 95
Figura 61 – Grelha das lajes do pavimento reservatório 95
Figura 62 – Isométrico Água Dimensionamento.....97
Figura 63 – Consumo diário de água 99

Figura 64 – Dimensionamento Alimentador 100
Figura 65 – Perdas de Carga na Sucção 101
Figura 66 – Comprimentos Equivalentes na Sucção DN 32..... 101
Figura 67 – Perdas de Carga no Recalque 102
Figura 68– Comprimentos Equivalentes no Recalque DN 25 102
Figura 69 – Dimensionamento Instalação Elevatória 102
Figura 70 – Planilha de dimensionamento dos ramais e sub-ramais de água fria .. 103
Figura 71 – Comprimentos equivalentes das conexões de água fria por trecho 104
Figura 72 – Planilha de dimensionamento dos ramais e sub-ramais de água quente (PPR PN20) 110
Figura 73 – Comprimentos equivalentes das conexões de água quente por trecho 110
Figura 74 – Unidades de Hunter de contribuição e diâmetros dos ramais de descarga 112
Figura 75 – Dimensionamento Tubos de Queda 113
Figura 76 – Áreas de Contribuição 114
Figura 77 – Vazões de Projeto Pluvial..... 115
Figura 78 – Capacidade de condutores horizontais (n = 0,011; lâmina 2/3 D), em L/min 116
Figura 79 – Banheiro: planta e isométrico 119
Figura 80– Lavabo: planta e isométrico..... 120

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Coeficiente β para o pré-dimensionamento dos pilares.....35
Quadro 2 – Resumo dos Parâmetros Calculados do Concreto.....66
Quadro 3 – Resumo dos Parâmetros Calculados do Aço 66
Quadro 4 – Alturas Pontos 98

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14
1.1 Justificativa 14
1.2 Definição do Problema 16
1.3 Objetivo Geral 16
1.4 Objetivos Específicos 17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 18
2.1 Integração e Metodologia de Desenvolvimento de Projetos 18
2.2 Estruturas em Concreto Armado 19
2.2.1 Estados Limite: último (ELU) e de Serviço (ELS) 21
2.2.2 Domínios de Deformação e Parâmetros Estruturais 21
2.2.3 Classes de Agressividade Ambiental (CAA) e Cobrimentos 22
2.2.4 Propriedades Mecânicas: Resistência e Módulos de Elasticidade 25
2.2.5 Ações atuantes 26
2.2.5.1 Coeficientes de Ponderação das Ações no Estado Limite Último 28
2.2.5.2 Combinações de ações 30
2.2.6 Limites de deslocamento 30
2.3 Concepção Estrutural 32
2.3.1 Pré-dimensionamento dos elementos estruturais 32
2.3.2 Pré-dimensionamento de pilares 33
2.3.3 Pré-dimensionamento de vigas 36
2.3.4 Pré-dimensionamento de lajes 37
2.4 Softwares de Apoio ao Projeto Estrutural 37
2.5 Sistemas Hidrossanitários 39
2.5.1 Instalações de água fria 39
2.5.2 Instalações de água quente 41
2.5.2.1 Aquecimento elétrico 42
2.5.2.2 Aquecimento a gás 43
2.5.2.3 Aquecimento solar 44
2.5.3 Sistema de esgoto sanitário e ventilação 45
2.5.4 Materiais e componentes utilizados 46
2.5.5 Dimensionamento básico dos sistemas de água fria e quente 47
2.5.5.1 Vazões 47
2.5.5.2 Pressões mínimas e máximas no sistema de distribuição 49
2.5.5.3 Velocidades mínimas e máximas da água 51
2.5.5.4 Isolamento Térmico 52
2.5.6 Dimensionamento básico sistema de esgotamento sanitário 52
3 MATERIAIS E MÉTODOS 57
3.1 Caracterização do Projeto Arquitetônico Base 57
3.2 Método de desenvolvimento 60
3.2.1.1 Estrutural 61
3.2.1.2 Hidrossanitário 61
3.2.1.3 Materiais e equipamentos utilizados 62
3.2.1.4 Fluxograma de desenvolvimento de trabalho 62
3.3 Projeto Estrutural 63
3.3.1 Limitações, pressupostos e delimitações 63
3.3.2 Parâmetros estruturais de Projeto 64

3.3.3 Pré-dimensionamento dos elementos estruturais 66
3.3.4 Configurações da análise.....67
3.4 Projeto Hidrossanitário.....67
3.4.1 Sistema de abastecimento de água quente 70
3.4.2 Sistema de esgotamento sanitário 71

4 APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS.....73
4.1 PROJETO ESTRUTURAL.....73
4.1.1 Concepção Estrutural.....73
4.1.2 Pré-Dimensionamento.....79
a. Pilares 79
b. Vigas 81
c. Lajes 82
4.1.3 Modelagem, Análise e dimensionamento Eberick.....83
a. Configurações Iniciais 83
b. Lançamento dos elementos estruturais.....85
c. Análise Estrutura.....89
1. Pórtico Espacial 89
2. Grelhas.....94
d. Dimensionamento dos Elementos Estruturais.....96
4.2 PROJETO HIDROSSANITÁRIO 96
4.2.1 Água Fria.....98
a. Consumo Predial e Reservação.....98
b. Dimensionamento do alimentador predial.....100
c. Instalações Elevatórias 101
d. Ramais e Sub-Ramais 103
4.2.2 Água Quente 105
a. Dimensionamento do reservatório de água quente.....105
b. Dimensionamento do sistema solar 106
c. Dimensionamento do boiler elétrico 108
e. Ramais e Sub-Ramais 109
4.2.3 Redes de esgoto 111
a. Concepção e componentes.....111
b. Ramais de descarga e de esgoto.....112
c. Tubos de queda 112
d. Subcoletores e coletor predial.....113
e. Ventilação 113
4.2.4 Redes Pluviais 114
a. Áreas de contribuição 114
b. Vazões de projeto 115
c. Dimensionamento dos condutores.....115

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....118

Referências.....122

APÊNDICES 128
APÊNCIDE A – Projeto Arquitetônico.....128
APÊNCIDE B – Projeto Estrutural 131
APÊNCIDE B – Projeto Hidrossanitário.....142

1 INTRODUÇÃO

A engenharia civil pode ser definida como a área responsável pela concepção, planejamento, projeto, execução e manutenção de todos os tipos de infraestruturas e estruturas fundamentais para o avanço da sociedade (SIENGE, 2025). Ela abrange obras desde edifícios residenciais e comerciais até grandes obras de infraestrutura como pontes, estradas, barragens e sistemas de saneamento. Cada obra baseada em seu contexto e complexidade exige uma abordagem multidisciplinar com aplicação de princípios normativos os quais garantem a segurança, a funcionalidade e o desempenho das edificações e dos sistemas urbanos.

No âmbito da construção civil, a concepção de uma edificação demanda uma articulação entre a organização espacial da arquitetura e as soluções técnicas da engenharia. Sem o devido respaldo estrutural e de instalações, o desenho arquitetônico não é suficiente para garantir a execução, a segurança e a durabilidade da obra conforme as exigências normativas vigentes. Com base nessa premissa, este trabalho de conclusão de curso tem como temática o desenvolvimento integrado dos projetos estrutural e hidrossanitário de uma edificação residencial unifamiliar.

Ao analisarmos a concepção de uma residência unifamiliar percebe-se que ela extrapola aspectos puramente arquitetônicos, envolvendo uma rede de projetos técnicos, como o estrutural, hidrossanitário e elétrico, que precisam ser elaborados de maneira coordenada e fundamentada. A ausência dessa coordenação, somada ao não atendimento às normas técnicas, pode resultar em inconsistências durante a execução e comprometer o desempenho da edificação ao longo de sua vida útil.

Em consonância com o exposto, este trabalho de conclusão de curso apresenta a aplicação dos critérios técnicos e normativos no desenvolvimento dos projetos estrutural e hidrossanitário, a partir de um projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar, evidenciando sua contribuição para soluções mais seguras, eficientes e adequadas às necessidades da edificação.

1.1 Justificativa

A escolha da temática desenvolvimento integrado dos projetos estrutural e hidrossanitário de uma edificação residencial unifamiliar fundamenta-se na

interdependência entre essas disciplinas e na influência direta que exercem sobre a qualidade técnica, a executabilidade e o desempenho da edificação. Constata-se que parte significativa das incompatibilidades detectadas em canteiros decorre da interferência entre elementos estruturais e instalações hidrossanitárias uma vez que as soluções estruturais condicionam diretamente o desenvolvimento das instalações prediais. A ausência de uma análise conjunta entre as duas disciplinas resulta em retrabalhos, atrasos e custos adicionais, sobretudo pela necessidade de adaptações em campo não previstas, como furos, cortes e remanejamentos de tubulações, que podem comprometer o desempenho estrutural e a durabilidade da edificação, além de aumentar a probabilidade de manutenções corretivas ao longo de sua vida útil (Braga, 2018).

A utilização de ferramentas computacionais baseadas em modelagem tridimensional viabiliza o desenvolvimento integrado dos projetos, ao permitir que o traçado das instalações hidrossanitárias seja definido em função da configuração e condicionantes estruturais da edificação desde sua concepção, tornando o projeto mais representativo das condições reais de execução. Em consonância com Mariano (2014) e Campos Filho (2022), essas ferramentas permitem identificar e corrigir interferências ainda em projeto, promovendo maior eficiência, segurança e economia na execução, além de aproximar o desenvolvimento dos projetos das rotinas atualmente empregadas na prática profissional da Engenharia Civil.

Ao traduzir a concepção arquitetônica em soluções estrutural e hidrossanitária integradas e fundamentadas em critérios técnicos e normativos, reduz-se o desperdício de recursos e assegura-se uma edificação segura, salubre, durável e economicamente viável, demonstrando que o rigor no desenvolvimento dos projetos não deve se restringir a empreendimentos de grande porte, mas também às edificações residenciais unifamiliares. Assim, a relevância social do trabalho reside na contribuição para habitações de melhor qualidade, beneficiando diretamente a segurança, a durabilidade e a qualidade de vida de seus usuários.

Por fim, a aplicação conjunta dos conhecimentos relacionados às áreas estrutural e hidrossanitária, aliada à utilização de ferramentas computacionais empregadas na prática profissional, amplia a compreensão global da edificação

fortalecendo a visão sistêmica e consolidando, na prática, os conhecimentos adquiridos ao longo da graduação.

1.2 Definição do Problema

A partir de uma arquitetura preexistente, tomada como condicionante do trabalho, o problema consiste em desenvolver os projetos estrutural e hidrossanitário de modo que coexistam de forma integrada e atendam, em conjunto, aos três pilares fundamentais estabelecidos pela NBR 6118 (ABNT, 2026) – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento: segurança ao colapso, desempenho e vida útil. Enquanto a segurança ao colapso recai sobre a estrutura, o desempenho e a vida útil aplicam-se a ambos os projetos, o que exige uma visão sistêmica capaz de analisá-los em conjunto, e não isoladamente, assegurando que a integração ocorra desde a concepção, e não por ajustes posteriores.

Nesse contexto, o projeto estrutural deve ser concebido de modo a garantir a estabilidade global da edificação e a integridade dos elementos estruturais frente às solicitações de carga atuantes, evitando o colapso e manifestações patológicas, como trincas e rachaduras, que comprometam a segurança da edificação e de seus usuários, sem prejudicar o desempenho funcional das instalações prediais.

O sistema hidrossanitário, por sua vez, deve ser desenvolvido de forma a se integrar adequadamente à estrutura previamente concebida, evitando interferências físicas e furações que comprometam a segurança ou a durabilidade do concreto. Essa integração assegura o fornecimento de água potável livre de contaminações, impede o retorno de gases nocivos e evita a proliferação de vetores, promovendo a salubridade no ambiente doméstico.

1.3 Objetivo Geral

Desenvolver os projetos estrutural e hidrossanitário de uma residência unifamiliar, a partir de um modelo arquitetônico de referência, aplicando as diretrizes normativas vigentes e utilizando ferramentas computacionais para garantir a viabilidade, segurança e salubridade da edificação.

1.4 Objetivos Específicos

Para o alcance do objetivo geral proposto, estabelecem-se os seguintes objetivos específicos, que visam orientar o desenvolvimento este trabalho:

a) Elaborar o projeto estrutural da residência unifamiliar em conformidade com as normas NBR 6118 (ABNT, 2026) - Projeto de estruturas de concreto, NBR 6120 (ABNT, 2019) - Ações para o cálculo de estruturas de edificações e NBR 6123 (ABNT, 2023) - Forças devidas ao vento.

b) Dimensionar e detalhar os elementos estruturais (lajes, vigas, pilares e fundações) utilizando o software Eberick com base na análise das deformações e deslocamentos de serviço e atendimento aos limites admissíveis;

c) Elaborar o projeto hidrossanitário da residência unifamiliar em conformidade com as normas NBR 5626 (ABNT, 2020) – Sistemas Prediais de Água Fria e Água Quente, NBR 8160 (ABNT, 1999) – Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário, NBR 10844 (ABNT, 1989) – Instalações Prediais de Águas Pluviais, NBR 15569 (ABNT, 2021) – Sistema de Aquecimento Solar de Água em Circuito Direto – Requisitos de Projeto e Instalação, bem como demais normas técnicas complementares aplicáveis;

d) Modelar o sistema hidrossanitário no software Revit, assegurando a correta integração com os elementos estruturais;

e) Validar a importância do desenvolvimento de projetos técnicos de maneira integrada, demonstrando os benefícios de se trabalhar com esta metodologia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo tem como propósito apresentar os conceitos e referenciais teóricos que embasam a elaboração dos projetos. Busca-se, por meio da revisão de normas técnicas, livros, artigos, trabalhos acadêmicos, estabelecer a base teórica necessária para os critérios de dimensionamento, desempenho e segurança exigidos, bem como a compreensão da importância da integração entre os sistemas construtivos.

2.1 Integração e Metodologia de Desenvolvimento de Projetos

A materialização de uma edificação pressupõe mais do que a elaboração de representações gráficas independentes, ela exige o controle sistemático e integrado de informações e decisões técnicas ao longo das fases de desenvolvimento de um empreendimento (Franzolin, 2025; Santos, 2023). Nesse processo, os projetos de engenharia como o estrutural, hidrossanitário, elétrico e arquitetônico, não constituem documentos autônomos, mas subsistemas interdependentes que compartilham o mesmo espaço físico. A falta de integração entre os projetos pode gerar uma série de problemas, como interferências físicas (tubulações passando por vigas, dutos colidindo com estruturas), retrabalhos, atrasos no cronograma, aumento de custos e, em casos mais graves, comprometimento da segurança e funcionalidade da edificação. Nesse contexto, a compatibilização de projetos assume papel decisivo, trata-se do processo sistemático de identificar, analisar e resolver interferências e inconsistências entre as diferentes disciplinas, assegurando que todos os sistemas operem de forma coerente e eficiente ao longo da vida útil da edificação (Barroso, 2024).

Na prática profissional clássica, a compatibilização era realizada pela sobreposição manual de pranchas em CAD 2D, método que, embora eficaz para edificações simples, mostrou-se progressivamente insuficiente diante do aumento da densidade de informação, do número de disciplinas envolvidas nos projetos contemporâneos e falhas de interpretação espacial. Para Gonçalves (2019), a identificação precisa de interferências por sobreposição bidimensional torna-se tarefa de confiabilidade limitada à medida que cresce a complexidade da obra, uma vez que

conflitos tridimensionais entre sistemas raramente são capturados por vistas em planta isoladas.

A metodologia BIM (*Building Information Modeling*) representa a resposta estrutural a essa limitação. Ao substituir a representação geométrica plana por um modelo paramétrico tridimensional integrado, o BIM permite que as disciplinas coexistam em um único ambiente de dados compartilhado, onde colisões entre elementos são detectadas automaticamente e as alterações em uma disciplina propagam-se de forma controlada para as demais (Campos Filho, 2022; Mariano, 2014). No contexto deste trabalho, o Autodesk Revit foi empregado como plataforma de modelagem do sistema hidrossanitário e de coordenação 3D entre as disciplinas, viabilizando a verificação das interferências entre as prumadas de esgoto e os elementos de concreto armado ainda na fase de projeto, antes de qualquer decisão executiva. Essa abordagem alinha-se à diretriz de Mariano (2014) de que a compatibilização apoiada em ferramentas computacionais especializadas é condição para que as interferências sejam identificadas e corrigidas na fase de projeto, promovendo eficiência, segurança e economia na execução, assim como com a de Menegatti (2015, p. 86) onde ele traz que a compatibilização de projetos é uma estratégia preventiva na medida em que atua “reduzindo os gastos e retrabalhos gerados, podendo cumprir melhor o cronograma proposto, executando uma obra com qualidade, atingindo as expectativas do cliente.”

Essa modelagem integrada, sobretudo com a utilização de softwares como o Revit para o mapeamento espacial, possibilita a antecipação de conflitos mecânicos e físicos ainda na fase de concepção (Delatorre, 2011). Consiste, portanto, em uma metodologia de desenvolvimento robusta, onde a estruturação de processos e a aplicação das ferramentas corretivas dialogam para atingir as expectativas de desempenho e viabilidade exigidas pelo empreendimento (Xavier, 2012).

2.2 Estruturas em Concreto Armado

O concreto armado é um dos materiais mais utilizados na construção civil mundial devido sua versatilidade, durabilidade e resistência. A combinação do concreto, que possui alta resistência à compressão, com o aço, que oferece elevada resistência à tração, resulta em um material capaz de suportar uma ampla gama de

esforços. O dimensionamento de estruturas de concreto armado deve seguir os critérios estabelecidos pela norma técnica brasileira NBR 6118 (ABNT, 2026) que estabelece os requisitos para o projeto de estruturas de concreto armado, garantindo a segurança, durabilidade e desempenho estrutural das edificações.

O concreto armado consolida-se como o sistema estrutural predominante na construção civil nacional em virtude da sinergia mecânica entre a elevada resistência à compressão da matriz cimentícia e a ductilidade trativa do aço (Bastos, 2023). Ele surgiu como uma alternativa à pedra natural, oferecendo resistência, durabilidade, baixo custo e possibilidade de moldagem em diferentes formas. O desenvolvimento do cimento Portland no século XIX possibilitou a produção industrial, enquanto pioneiros como Lambot, François Coignet e Joseph Monier avançaram na aplicação prática e patenteamento do concreto armado. Na Europa, Hennebique consolidou técnicas de posicionamento da armadura e dimensionamento de peças, e nos Estados Unidos, Ward e Hyatt também contribuíram para a evolução teórica e prática. Sendo Hyatt responsável pela patente de um sistema de execução de vigas de concreto e aço, com a posição das barras prevendo os efeitos de tração e cisalhamento, trazendo a utilização de estribos e barras dobradas (Vasconcellos, 2004).

No Brasil, o concreto armado começou a ser aplicado no início do século XX, com obras de destaque para a ponte de 9 m de vão projetada por Hennebique no Rio de Janeiro em 1908. Com a disseminação de seu uso com diversos posteriores projetos o concreto armado se consolidou como elemento central da engenharia estrutural nacional (Pinheiro; Giongo, 1986).

O concreto armado destaca-se devido às suas diversas vantagens, entre as quais se destacam a versatilidade para diferentes soluções arquitetônicas, a elevada resistência e durabilidade, a ampla disponibilidade de materiais constituintes e a boa relação custo-benefício. Além disso, apresenta boa resistência ao fogo, rigidez estrutural e reduzida necessidade de manutenção ao longo da vida útil da edificação. Por outro lado, o sistema também possui algumas desvantagens, como o elevado peso próprio, que aumenta as solicitações sobre as fundações, a dificuldade de execução de reformas e adaptações posteriores, a necessidade de controle rigoroso durante a execução e o período de cura do concreto, além da possibilidade de

ocorrência de fissuras e da transmissão de calor e som quando não são adotadas soluções complementares adequadas (Pinheiro; Giongo, 1986).

A qualidade das estruturas de concreto armado está diretamente relacionada ao atendimento das exigências normativas e à adoção de boas práticas de engenharia. Conforme a NBR 6118 (ABNT, 2026), os projetos devem garantir segurança estrutural, desempenho adequado em serviço e durabilidade ao longo da vida útil da edificação. Para isso, é fundamental a utilização de materiais que atendam às especificações técnicas estabelecidas e a realização de um controle adequado durante a execução da obra, assegurando que a estrutura mantenha suas condições de resistência, funcionalidade e confiabilidade ao longo do tempo.

2.2.1 Estados Limite: último (ELU) e de Serviço (ELS)

O dimensionamento normatizado pela NBR 6118 (ABNT, 2026) fundamenta-se na verificação simultânea dos Estados Limites. O Estado Limite Último (ELU) determina a segurança global contra o colapso, atuando de forma probabilística: previne-se o esgotamento da capacidade resistente da peça através da majoração das cargas atuantes e da minoração das resistências características dos materiais. Paralelamente, o Estado Limite de Serviço (ELS) governa o desempenho e o conforto da edificação em suas condições normais de uso, impondo limites normativos rigorosos para flechas excessivas em vigas e lajes, além de restringir a abertura de fissuras para garantir a integridade dos acabamentos e a estanqueidade do sistema.

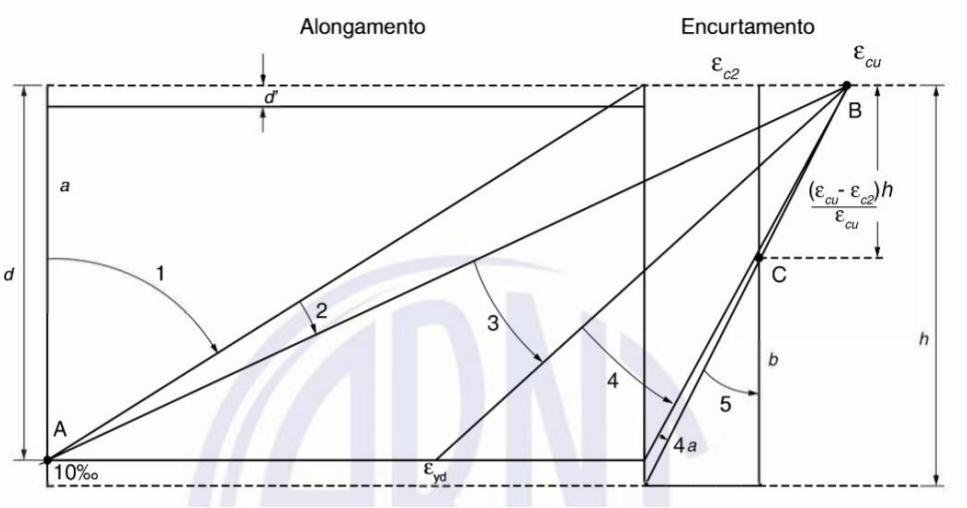
O projeto deve garantir que nenhum estado limite, seja ele último ou de serviço, seja atingido durante a vida útil da estrutura, sob as ações e combinações de ações previstas.

2.2.2 Domínios de Deformação e Parâmetros Estruturais

Os domínios de deformação são conceitos fundamentais para a compreensão do comportamento de seções de concreto armado submetidas à flexão e compressão, conforme a NBR 6118 (ABNT, 2026). Elementos estruturais de concreto armado como vigas, pilares ou tirantes podem apresentar deformações conforme domínios ilustrados na Figura 1. Eles descrevem as diferentes

configurações de deformação que uma seção transversal pode assumir até a ruptura, relacionando as deformações do concreto e do aço. A norma define cinco domínios principais (1, 2, 3, 4 e 4a), que variam desde a ruptura do aço por escoamento excessivo (domínios 1 e 2) até a ruptura do concreto por compressão excessiva (domínios 3, 4 e 4a), com o domínio 3 representando a ruptura simultânea do concreto e do aço.

Figura 1- Domínios de deformação o estado limite último de uma seção transversal



Fonte: NBR 6118 (ABNT,2026), pág. 124.

Além dos domínios de deformação existem outros parâmetros estruturais essenciais para o projeto e dimensionamento, entre eles: coeficientes de ponderação, coeficientes de redução de resistência, diagramas tensão-deformação, esbeltez e fissuração.

2.2.3 Classes de Agressividade Ambiental (CAA) e Cobrimentos

A durabilidade das estruturas de concreto armado depende de sua resistência às ações ambientais ao longo da vida útil, sendo assegurada por requisitos normativos como a máxima relação água/cimento e valores de cobrimentos para assegurar a vida útil das estruturas (Pacheco, 2016).

A NBR 6118 (ABNT, 2026) estabelece critérios para garantir a durabilidade das estruturas de concreto armado por meio da definição das Classes de Agressividade Ambiental (CAA) e dos requisitos associados ao concreto e ao cobrimento das armaduras. As CAA classificam os ambientes de exposição conforme

o potencial de agressão ao concreto e às armaduras, sendo definidas em quatro categorias conforme a Figura 2.

Figura 2 - Classes de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submerso	
II	Moderada	Urbano [a, b]	Pequeno
III	Forte	Marinho [a]	Grande
		Industrial [a, b]	
IV	Muito forte	Industrial [a, c]	Elevado
		Respingos de maré	

[a] Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

[b] Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

[c] Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas, elementos em contato com solo contaminado ou água subterrânea contaminada.

Fonte: NBR 6118 (ABNT, 2026), Tabela 6.1, pág. 18.

O cobrimento, definido como a espessura de concreto que envolve a armadura, desempenha papel fundamental na proteção da estrutura contra agentes agressivos e mecanismos de deterioração que podem comprometer o concreto, a armadura ou a estrutura como um todo (Pacheco, 2016). Devido à sua natureza alcalina, o concreto forma uma camada passivadora ao redor das armaduras, protegendo o aço contra a corrosão. Entretanto, quando o cobrimento é insuficiente, agentes agressivos, como dióxido de carbono e íons cloreto, podem penetrar no concreto, reduzir sua alcalinidade e comprometer essa proteção, favorecendo o início de processos corrosivos. Dessa forma, o cobrimento deve atender aos requisitos mínimos estabelecidos em norma para garantir a durabilidade da estrutura e a adequada aderência entre concreto e armadura.

A tabela 7.1 da NBR6118 (ABNT, 2026) ilustrada na Figura 3, correlaciona as classes de agressividades vistas anteriormente com os parâmetros de qualidade do concreto como a relação água/cimento e classe do concreto.

Figura 3 - Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto [a]	Tipo [b, c]	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

[a] O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.
[b] CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.
[c] CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Fonte: NBR 6118 (ABNT, 2026), Tabela 7.1, pág. 20.

Já a tabela 7.2 da NBR6118 (ABNT, 2026) conforme Figura 4 relacionam as CAA com os cobrimentos mínimos exigidos para diferentes tipos de elementos estruturais (lajes, vigas, pilares, fundações) e condições de exposição.

Figura 4 - Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para Δc = 10 mm

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV [c]
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje [b]	20	25	35	45
	Viga [b]/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo [d]	30		40	50
Concreto protendido [a]	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

[a] Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.
[b] Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.
[c] Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.
[d] No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Fonte: NBR 6118 (ABNT, 2026), Tabela 7.2, pág. 21.

A correta especificação da CAA e do cobrimento é um dos pilares para a garantia da durabilidade das estruturas de concreto armado, influenciando diretamente a vida útil da edificação e minimizando a necessidade de manutenções corretivas precoces.

2.2.4 Propriedades Mecânicas: Resistência e Módulos de Elasticidade

O dimensionamento de estruturas de concreto armado fundamenta-se na quantificação precisa das propriedades mecânicas dos materiais, tratadas de forma probabilística pela NBR 6118 (ABNT, 2026). A segurança estrutural contra a ruptura é garantida pela minoração das resistências intrínsecas dos materiais. Para o concreto, a resistência característica à compressão (fck) é reduzida à resistência de cálculo (fcd) através do coeficiente de ponderação (γc), que considera as incertezas na resistência do concreto e na sua produção conforme mostra a Equação (1).

$$\mathrm{fcd} = \frac{\mathrm{fck}}{\gamma c} \quad \textbf{(1)}$$

As resistências devem ser minoradas pelo coeficiente do material (γm), conforme mostra a Equação (2).

$$\gamma m = \gamma m1 \,.\, \gamma m2 \,.\, \gamma m3 \quad \textbf{(2)}$$

Conforme a NBR 6118 (ABNT, 2026), adota-se γc igual a 1,4 para as combinações normais e 1,2 para as combinações especiais ou de construção e excepcionais. Os limites estabelecidos para os estados-limite de serviço (ELS) não necessitam de minoração, portanto γc = 1,0.

O comportamento deformável da matriz cimentícia, essencial para a análise dos deslocamentos, é regido pelos módulos de elasticidade inicial (Eci) que representa a rigidez do concreto e sua capacidade de deformação sob carregamento, parâmetro estimado a partir do fck e do tipo de agregado conforme equação abaixo para concretos de até 20 a 50 MPa.

$$Eci = \alpha E \,.\, 5600 \,.\, \sqrt{fck} \quad \textbf{(3)}$$

Sendo:

αE = 1,2 para basalto e diabásio; 1,0 para granito e gnaisse; 0,9 para calcário; 0,7 para arenito e Eci e fck são dados em megapascal (MPa).

E o módulo de deformação secante, necessário para determinar as deformações no estado limite de serviço e determinar os esforços solicitantes, é dado pela equação (4).

$$Ecs = \alpha i \, . Eci \quad (4)$$

Onde αi pode ser extraído através da equação (5).

$$\alpha i = 0{,}8 + 0{,}2 \, . \frac{fck}{80} \leq 1{,}0 \quad (5)$$

De forma análoga, a ductilidade e a resistência à tração do sistema são providas pela armadura passiva. A resistência característica de escoamento do aço (fyk) é minorada pelo coeficiente de ponderação (γs) para a obtenção da resistência de cálculo de escoamento (fyd), assumindo-se no modelo linear um módulo de elasticidade constante de 210 GPa. Conforme a NBR 6118 (ABNT, 2026), adota-se γs igual a 1,15 para as combinações normais e especiais ou de construção, e 1,0 para as combinações excepcionais.

2.2.5 Ações atuantes

As ações atuantes em uma estrutura de concreto armado são fundamentais para o dimensionamento, influenciando diretamente a segurança e o desempenho da edificação. Conforme as NBR 6118 (ABNT, 2026) e NBR 8681 (ABNT, 2025), essas ações são classificadas em permanentes, variáveis e excepcionais, devendo ser combinadas de modo a representar as condições mais desfavoráveis ao longo da vida útil da estrutura. A correta consideração dessas ações e de suas combinações é essencial para a verificação dos estados limites últimos e de serviço, assegurando o adequado comportamento estrutural.

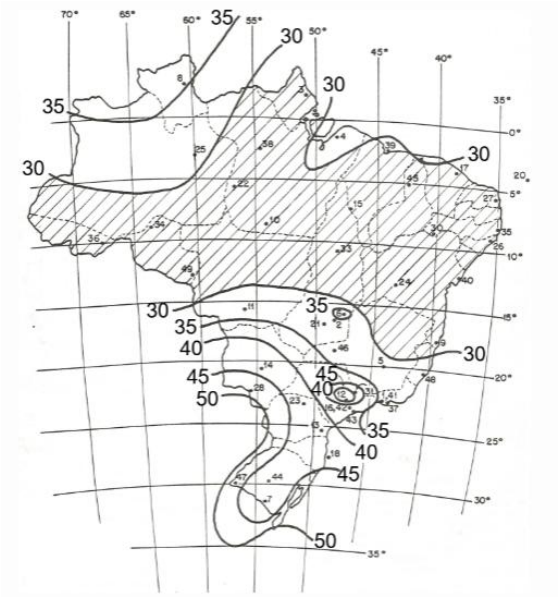
Ações permanentes: são aquelas que atuam continuamente sobre a estrutura ao longo de sua vida útil, apresentando pequenas variações de intensidade, posição ou direção (ABNT, 2023). Segundo Kemczinski (2015), elas podem ser classificadas em diretas, relacionadas ao peso próprio da estrutura e dos elementos construtivos fixos, e indiretas, decorrentes de fenômenos como retração, fluência do concreto, variações térmicas, protensão e movimentações de apoio. A determinação dessas cargas é realizada com base nos pesos específicos dos materiais, conforme os critérios estabelecidos pela NBR 6120 (ABNT, 2019).

Ações variáveis são aquelas relacionadas às condições de utilização e exposição da edificação, sendo classificadas pela NBR 8681 (ABNT, 2025) em

diretas, como cargas acidentais de uso, ação do vento e cargas de execução, e indiretas, decorrentes de variações térmicas, recalques diferenciais e ações dinâmicas. Os valores característicos dessas ações são estabelecidos pela NBR 6120 (ABNT, 2019) conforme a destinação dos ambientes e devem ser considerados nas combinações de carregamento previstas pela NBR 6118 (ABNT, 2026), garantindo a adequada avaliação das solicitações atuantes ao longo da vida útil da estrutura.

Entre as ações variáveis diretas, a ação do vento exige tratamento destacado por sua natureza dinâmica e por sua sensibilidade às condições geográficas locais, sendo regulamentada pela NBR 6123 (ABNT, 2023). A velocidade básica do vento (V_0) é o parâmetro meteorológico de entrada, definida como a velocidade média de uma rajada de 3 segundos de duração, medida a 10 metros de altura sobre terreno plano e aberto, com período de retorno de 50 anos, obtida por meio do mapa de isopletas apresentado na Figura 5, elaborado a partir da análise estatística de valores extremos registrados em diversas estações meteorológicas, sem distinguir a origem do evento de vento.

Figura 5 - Isopletas de velocidade básica V_0 (m/s)



Fonte: NBR 6123 (ABNT, 2023).

Para Florianópolis, é considerado V_0 = 42 m/s, valor que reflete a exposição costeira e a frequência de sistemas frontais de alta intensidade que atingem o litoral catarinense. Essa velocidade básica é corrigida pelos fatores S_1, S_2 e S_3: o fator S_1 pondera as influências do relevo local sobre a velocidade do vento, considerando a

geomorfologia do terreno, como encostas, morros ou superfícies planas; o fator S_2 leva em conta a rugosidade superficial do entorno, as dimensões da edificação e a altura do ponto analisado em relação ao solo; e o fator S_3 está relacionado ao grau de importância da edificação, sua função, nível de ocupação e confiabilidade estrutural requerida. A pressão dinâmica resultante e os coeficientes de ponderação aplicáveis à ação do vento constam na Tabela 11.2 da NBR 6118 (ABNT, 2026), conforme ilustrado na Figura 7.

Também deve-se verificar os limites de deslocamento, conforme valores da Tabela 13.3 da norma, que visam garantir um comportamento adequado da estrutura em serviço, considerando a ação do vento e outros fatores. Estes valores estão ilustrados na Figura 8.

Ações excepcionais: correspondem a eventos raros e de elevada intensidade, como explosões, impactos, sismos e incêndios, que podem gerar solicitações significativas na estrutura. Embora apresentem baixa probabilidade de ocorrência, sua consideração em situações específicas é prevista pela NBR 8681 (ABNT, 2025), visando assegurar a integridade estrutural em condições extremas.

2.2.5.1 Coeficientes de Ponderação das Ações no Estado Limite Último

Para garantir a segurança da estrutura, as ações atuantes são majoradas por coeficientes que consideram incertezas associadas à magnitude e à combinação das cargas. Esses coeficientes de ponderação (γ_f) são definidos pela NBR 6118:2026 e aplicados na verificação dos Estados Limites Últimos (ELU).

O valor final da ação ponderada é obtido por:

$$\gamma_f = \gamma_{f1} \times \gamma_{f2} \times \gamma_{f3} \quad \textbf{(6)}$$

onde:

- γ_{f1}considera a natureza da ação (permanente, variável ou excepcional);
- γ_{f2}representa a natureza da obra e o tipo de combinação;
- γ_{f3}está associado às condições de execução e controle da estrutura.

Os coeficientes γ_f de ponderação das ações podem ser considerados o produto de dois outros, γ_{f1} e γ_{f3} conforme apresentado na Equação (6) com seus valores apresentados na Figura 6.

Figura 6 – Coeficiente $\gamma_f = \gamma_{f1} \cdot \gamma_{f3}$

Combinações de ações	Ações							
	Permanentes (*g*)		Variáveis (*q*)		Protensão (*p*)		Recalques de apoio e retração	
	D	*F*	*G*	*T*	*D*	*F*	*D*	*F*
Normais	1,4 [a]	1,0	1,4	1,2	1,2	0,9	1,2	0
Especiais ou de construção	1,3	1,0	1,2	1,0	1,2	0,9	1,2	0
Excepcionais	1,2	1,0	1,0	0	1,2	0,9	0	0

onde

D é desfavorável, *F* é favorável, *G* representa as cargas variáveis em geral e *T* é a temperatura.

[a] Para as ações permanentes de pequena variabilidade, como o peso próprio das estruturas, especialmente as pré-moldadas, esse coeficiente pode ser reduzido para 1,3. Neste caso, as demais ações permanentes devem ser ponderadas conforme a ABNT NBR 8681:2003 Versão Corrigida:2004, Tabela 1.

Fonte: NBR 6118 (ABNT, 2026), Tabela 11.1, pág. 67.

Já o coeficiente de combinação ψ_0 faz o papel do terceiro coeficiente, indicado como γ_{f2}, tem seus valores apresentados na Figura 7.

Figura 7– Valores do coeficiente γ_{f2}

Ações		γ_{f2}		
		ψ_0	ψ_1 [a]	ψ_2
Cargas de utilização de edificações	Locais em que não há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas [b]	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevada concentração de pessoas [c]	0,7	0,6	0,4
	Biblioteca, arquivos, oficinas e garagens	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3

[a] Para os valores de ψ_1 relativos às pontes e principalmente para os problemas de fadiga, ver Seção 23.
[b] Áreas com ocupação residencial ou hospedagem e áreas de acesso restrito.
[c] Áreas com ocupação comercial, de escritórios, lojas, estações de passageiros, edifícios públicos e áreas de acesso público.

Fonte: NBR 6118 (ABNT, 2026), Tabela 11.2, pág. 67.

Esses coeficientes visam majorar as solicitações e, consequentemente, aumentar a segurança contra o colapso.

2.2.5.2 Combinações de ações

A combinação das ações deve ser feita de modo que resultem nos efeitos mais desfavoráveis possíveis para a estrutura. Conforme o item 11.8 da NBR 6118 (ABNT, 2026), as verificações de segurança devem ser realizadas considerando combinações últimas e combinações de serviço.

A combinação de ações para o estado limite último (ELU) podem ainda ser divididas em combinações últimas normais, especiais ou de construção e excepcionais, conforme item 11.8.2.4

Já as combinações de ações de serviço devem ser verificadas conforme (a) quase permanentes, (b) frequentes e (c) raras, sendo:

a) Quase permanentes: são ações que permanecem atuando por longos períodos ao longo da vida útil da estrutura. São consideradas principalmente na verificação do estado-limite de deformações excessivas.

b) Frequentes: representam ações que se repetem diversas vezes durante a vida útil da construção. Devem ser avaliadas nos estados-limites de serviço, especialmente quanto à formação e abertura de fissuras e vibrações excessivas, além de efeitos de vento e variação térmica.

c) Raras: são ações que ocorrem esporadicamente ao longo do tempo. Sua análise é importante na verificação do estado-limite de formação de fissuras e outros efeitos ocasionais que possam comprometer a integridade estrutural.

Conforme item 11.8.3.2 da NBR 6118 (ABNT, 2026), Tabela 11.4, pág. 69.

2.2.6 Limites de deslocamento

Os limites de deslocamento estabelecidos na NBR 6118 são fundamentais para garantir o desempenho adequado das estruturas em serviço, assegurando que os deslocamentos não comprometam a funcionalidade e a segurança da edificação. A norma define critérios específicos que devem ser observados, considerando as ações permanentes e variáveis, incluindo a ação do vento. Os limites de deslocamento são apresentados na Tabela 13.3, conforme apresentado na Figura 8, que fornece

valores máximos permitidos para deslocamentos horizontais e verticais, dependendo do tipo de estrutura e do uso previsto.

Figura 8 – Limites para deslocamentos (continua)

Tipo de efeito	Razão da limitação	Exemplo	Deslocamento a considerar	Deslocamento-limite
Aceitabilidade sensorial	Visual	Deslocamentos visíveis em elementos estruturais	Total	$\ell/250$
	Outro	Vibrações sentidas no piso	Devido a cargas variáveis de utilização	$\ell/350$
Efeitos estruturais em serviço	Superfícies que devem drenar água	Coberturas e varandas	Total	$\ell/250$ [a]
	Pavimentos que devem permanecer planos	Ginásios e pistas de boliche	Total	$\ell/350$+ contraflecha [b]
			Ocorrido após a construção do piso	$\ell/600$
	Elementos que suportam equipamentos sensíveis	Laboratórios	Ocorrido após nivelamento do equipamento	De acordo com recomendação do fabricante do equipamento
Efeitos em elementos não estruturais	Paredes	Alvenaria, caixilhos e revestimentos	Após a construção da parede	$\ell/500$ [c] e 10 mm e θ = 0,0017 rad [d]
		Divisórias leves e caixilhos telescópicos	Ocorrido após a instalação da divisória	$\ell/250$ [c] e 25 mm
		Movimento lateral de edifícios	Provocado pela ação do vento para combinação frequente (ψ_1 = 0,30)	$H/1\,700$ e $H_i/850$ [e] entre pavimentos [f]
		Movimentos térmicos verticais	Provocado por diferença de temperatura	$\ell/400$ [g] e 15 mm

Fonte: NBR 6118 (ABNT, 2026), Tabela 13.3, pág. 79.

Figura 8 – Limites para deslocamentos (continuação)

Tipo de efeito	Razão da limitação	Exemplo	Deslocamento a considerar	Deslocamento-limite
Efeitos em elementos não estruturais	Forros	Movimentos térmicos horizontais	Provocado por diferença de temperatura	$H_i/500$
		Revestimentos colados	Ocorrido após a construção do forro	$\ell/350$
		Revestimentos pendurados ou com juntas	Deslocamento ocorrido após a construção do forro	$\ell/175$
	Pontes rolantes	Desalinhamento de trilhos	Deslocamento provocado pelas ações decorrentes da frenação	$H/400$
Efeitos em elementos estruturais	Afastamento em relação às hipóteses de cálculo adotadas	Se os deslocamentos forem relevantes para o elemento considerado, seus efeitos sobre as tensões ou sobre a estabilidade da estrutura devem ser considerados, incorporando-os ao modelo estrutural adotado.		

Fonte: NBR 6118 (ABNT, 2026), Tabela 13.3, pág. 79.

Esses limites visam evitar desconforto aos usuários, danos a acabamentos e a integridade estrutural, promovendo a durabilidade e a segurança da construção ao longo do tempo.

2.3 Concepção Estrutural

A concepção estrutural corresponde à etapa inicial do projeto estrutural, na qual são definidos os critérios e soluções que irão compor o sistema resistente da edificação. Nessa fase são estabelecidos aspectos como o sistema estrutural adotado, o posicionamento dos elementos estruturais, os critérios de análise e as ações atuantes na estrutura, buscando garantir segurança, funcionalidade, viabilidade construtiva e compatibilidade com os demais projetos (Pinheiro; Muzardo; Santos, 2007).

A definição adequada da concepção estrutural influencia diretamente o desempenho da edificação, uma vez que condiciona o fluxo de cargas até as fundações e a interação entre arquitetura, estrutura e instalações prediais. Dessa forma, a concepção estrutural deve ser desenvolvida de maneira integrada ao projeto arquitetônico, permitindo a adoção de soluções que atendam simultaneamente aos requisitos técnicos, funcionais e econômicos da edificação. Conforme a NBR 6118 (ABNT, 2026), trata-se de um processo iterativo, no qual as decisões são continuamente avaliadas e refinadas ao longo do desenvolvimento do projeto.

2.3.1 Pré-dimensionamento dos elementos estruturais

O pré-dimensionamento consiste na estimativa inicial das dimensões dos elementos estruturais, como vigas, pilares e lajes, a partir das características arquitetônicas da edificação e das cargas previstas em projeto. Essa etapa fornece subsídios para a definição do sistema estrutural e para a verificação preliminar da viabilidade das soluções adotadas, permitindo compatibilizar os requisitos estruturais e arquitetônicos (Araújo, 2014).

As dimensões preliminares são definidas com base em critérios empíricos, recomendações normativas e experiência do projetista, sendo posteriormente refinadas durante o dimensionamento estrutural. Nesse contexto, o tópico 13.2 da NBR 6118 (ABNT, 2026) apresenta as dimensões-limites, ou seja, uma recomendação de valores-limites mínimos para as dimensões de elementos estruturais de concreto com o objetivo de evitar um desempenho estrutural inaceitável

para os elementos, assim como, para proporcionar condições de execução adequadas.

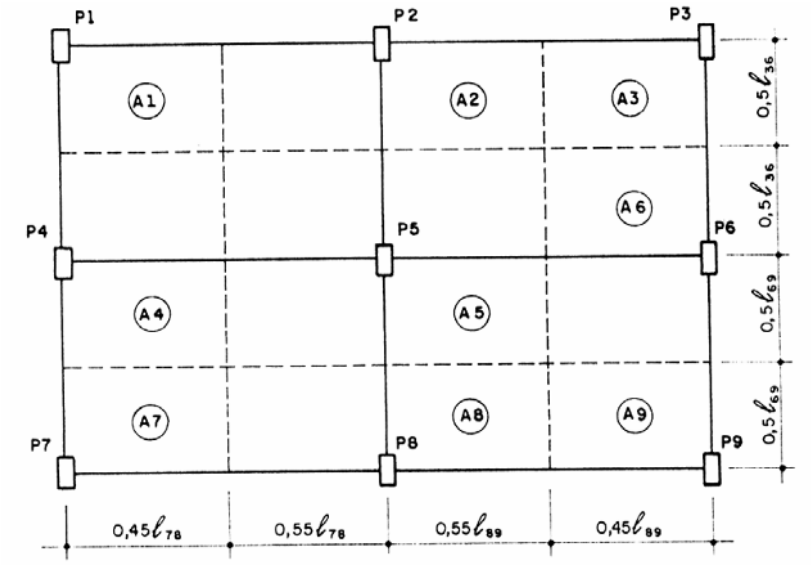
2.3.2 Pré-dimensionamento de pilares

Os pilares são elementos estruturais verticais responsáveis por transmitir os carregamentos provenientes das lajes e vigas até as fundações, resistindo predominantemente aos esforços de compressão. Conforme colocado por Alva (2007), são os primeiros elementos a serem lançados no projeto estrutural, pois definem a organização do sistema resistente e influenciam a definição das fundações. Recomenda-se seu posicionamento nos cantos e encontros de vigas, com continuidade até a fundação, evitando estruturas de transição. Os vãos entre pilares normalmente variam entre 2,5 m e 6,0 m, enquanto as vigas devem acompanhar as paredes sempre que possível, favorecendo a compatibilização arquitetônica e estrutural (Alva, 2007).

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2026), os pilares devem possuir dimensão mínima de 19 cm, sendo admitidas seções entre 14 cm e 19 cm em situações específicas, desde que atendidos os critérios normativos de segurança e estabilidade. Em qualquer caso, a área da seção transversal não pode ser inferior a 360 cm².

No pré-dimensionamento dos pilares é necessário avaliar a carga que cada pilar deve suportar, o que pode ser feito de maneira inicial por meio do método das áreas de influência. Essas áreas são definidas a partir da metade da distância entre pilares adjacentes, permitindo distribuir corretamente os esforços (Pinheiro, 1995).

Figura 9- Áreas de Influência



Fonte: Pinheiro (1995).

Para estimar a carga atuante em um pilar, pode-se utilizar a equação apresentada por Sousa (2022) fundamentada nas diretrizes de Alva (2007).

$$Nk = A \,.\, p \,.\, n \qquad \textbf{(7)}$$

Onde:

Nk é a força de compressão atuante estimada no pilar;

A é a área de influência do pilar analisado;

p é a carga vertical em edifícios usuais e é adotado o valor de 12 kN/m2;

n é o número de pavimentos.

As seções dos pilares são dimensionadas considerando uma força de compressão equivalente, que engloba os efeitos de flexão. Para isso, a carga nominal estimada (Nk) é ajustada por um coeficiente β, definido conforme a posição do pilar e já incluindo o fator de segurança, conforme recomendado por Bacarji (1993).

Quadro 1 – Coeficiente β para o pré-dimensionamento dos pilares

Posição do Pilar	Coeficiente β
Interno	1,8
Extremidade	2,2
Canto	2,5

Fonte: Alva (2007).

Assim, a carga final para o pré-dimensionamento, *Neq*, é dada pela Equação (8).

$$Neq = Nk \,.\, \beta \tag{8}$$

Dessa maneira, a área de concreto estimada para a seção do pilar pode ser obtida por meio da Equação

$$Ac = \frac{Neq}{0{,}85 \,.\, fcd + \rho \,.\, \sigma s} \tag{9}$$

Onde:

ρ é a taxa de armadura estimada, cujo valor deve variar entre 1,5% e 2% e para este pré-dimensionamento foi adotado o valor de 2%;

σs é a tensão do aço da armadura (CA-50) correspondente à deformação εc2 do concreto. Para concretos com fck ≤ 50 MPa o valor de εc2 é de 2 ‰ (NBR 6118 (ABNT, 2026). Dessa forma:

$$\sigma s = \varepsilon c2 \,.\, Es = 210000 \; x \; 0{,}2\% = 420 \; MPa \tag{10}$$

A partir da área de concreto obtida, define-se a menor dimensão do pilar, observando os critérios estabelecidos pela NBR 6118 (ABNT, 2026). Considerando o critério normativo, é estabelecido a dimensão mínima de 19 cm para pilares, sendo permitida a adoção de dimensões entre 14 cm e 19 cm mediante a aplicação do coeficiente adicional (Yn) nos esforços de dimensionamento.

Figura 10- Valores do coeficiente adicional Yn para pilares

b cm	≥ 19	18	17	16	15	14
γ_n	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25

onde

$\gamma_n = 1{,}95 - 0{,}05\,b$;

b é a menor dimensão da seção transversal, expressa em centímetros (cm).

NOTA O coeficiente γ_n deve majorar os esforços solicitantes finais de cálculo quando de seu dimensionamento.

Fonte: NBR 6118 (ABNT, 2026), Tabela 13.1, pág. 76.

Em seguida, determina-se a maior dimensão, verificando se a seção transversal atende ao limite mínimo de 360 cm² ou, caso contrário, a área deverá ser ajustada.

2.3.3 Pré-dimensionamento de vigas

Para o pré-dimensionamento das vigas, Lança (2006) propõe relações entre a altura da seção (h) e o vão efetivo (Lef). Calculado para vigas entre pilares conforme a Equação (11).

$$h = \frac{Lef}{Z1}\ ; \text{com Z1 entre 10 e 12} \qquad \textbf{(11)}$$

E, para vigas em balanço pela equação (12).

$$h = \frac{Lef}{Z2}\ ; \text{com Z2 entre 6 e 12} \qquad \textbf{(12)}$$

A NBR 6118 (ABNT, 2026) também define valores mínimos de largura, 12 cm para vigas comuns e 15 cm para vigas-parede, respeitando o cobrimento e o espaçamento das armaduras. Em projetos arquitetônicos, é prática comum embutir as vigas nas paredes, ajustando sua largura conforme a espessura do tijolo e o revestimento final, de modo a preservar a estética e a integração entre os sistemas. Recomenda-se ainda adotar alturas múltiplas de 5 cm e limitar os vãos usuais a até 6 metros, equilibrando desempenho estrutural, economia e aproveitamento do pé-direito.

2.3.4 Pré-dimensionamento de lajes

O pré-dimensionamento das lajes tem como objetivo estimar sua espessura inicial (h), fundamental para o comportamento estrutural e o conforto do edifício. Segundo Neto (2005 apud Alva, 2007), essa espessura pode ser obtida em função do vão (L), considerando o maior dos menores vãos, adotando-se as relações aproximadas de:

$$h = L/40 \; para \; lajes \; maciças \tag{13}$$

$$h = L/30 \; para \; nervuradas \tag{14}$$

$$h = L/35 \; para \; treliçadas \tag{15}$$

Além disso, conforme a NBR 6118 (ABNT, 2026), para lajes maciças, devem ser respeitados limites mínimos em função do uso de:

- 7 cm para lajes de cobertura que não estejam em balanço;
- 8 cm para lajes de piso não em balanço;
- 10 cm para lajes em balanço;
- 10 cm para lajes que suportem veículos de peso total inferior ou igual a 30kN;
- 12 cm para lajes que suportem veículos de peso total maior que 30kN;
- 16 cm para lajes lisas e 14 cm para lajes-cogumelo.

O atendimento a essas espessuras garante rigidez adequada, controle de deformações e isolamento acústico mínimo entre pavimentos. Neto (2005) ainda recomenda espessuras superiores a 10 cm para reduzir ruídos e deflexões excessivas (Neto, 2005 apud Alva, 2007).

2.4 Softwares de Apoio ao Projeto Estrutural

O desenvolvimento dos projetos estruturais passou por uma significativa evolução com a incorporação de ferramentas computacionais capazes de automatizar etapas de modelagem, análise, dimensionamento e detalhamento das estruturas. Conforme Kimura (2018), os softwares atualmente utilizados na engenharia estrutural

variam desde programas destinados à análise ou desenho até sistemas integrados capazes de realizar todas as etapas do projeto estrutural.

Entre essas ferramentas destaca-se o Eberick, desenvolvido pela AltoQi, software amplamente utilizado no Brasil para projetos de estruturas de concreto armado, que permite a modelagem da estrutura, análise dos esforços solicitantes, dimensionamento dos elementos estruturais e geração da documentação executiva conforme os critérios normativos vigentes (Kimura, 2018). Além disso, a ferramenta possibilita a integração com outras disciplinas por meio da tecnologia BIM e da importação de modelos IFC, contribuindo para a compatibilização entre os projetos estrutural, arquitetônico e hidrossanitário. Apesar dos avanços proporcionados pela automação, a utilização dessas ferramentas não elimina a responsabilidade técnica do engenheiro. Conforme destacam Kimura (2018) e Loriggio (2016), os resultados obtidos dependem diretamente da qualidade da modelagem e dos parâmetros adotados, tornando indispensável o conhecimento dos fundamentos da análise estrutural e a verificação crítica dos resultados gerados pelos softwares. Nesse contexto, a automação deve ser entendida como um instrumento de apoio ao projeto, cabendo ao projetista avaliar a coerência dos esforços, deslocamentos e dimensionamentos obtidos. A própria NBR 6118 (ABNT, 2026) atribui ao engenheiro a responsabilidade pelas decisões e resultados do projeto, independentemente das ferramentas empregadas.

No âmbito da compatibilização de projetos, a utilização de modelos tridimensionais representa um avanço em relação aos métodos tradicionais baseados na sobreposição de desenhos em CAD 2D. Segundo Gonçalves (2019), o aumento da complexidade das edificações e do número de disciplinas envolvidas torna a identificação de interferências cada vez mais difícil por meio de representações bidimensionais. Dessa forma, ferramentas BIM associadas ao modelo estrutural permitem identificar incompatibilidades entre sistemas ainda na fase de projeto, reduzindo retrabalhos, conflitos em obra e custos de execução.

2.5 Sistemas Hidrossanitários

Os sistemas hidrossanitários são responsáveis por garantir o abastecimento de água potável e o adequado afastamento dos efluentes sanitários e das águas pluviais, contribuindo diretamente para a salubridade, segurança e conforto das edificações. Além da distribuição de água em quantidade e pressão adequadas aos pontos de consumo, esses sistemas asseguram o correto encaminhamento dos efluentes, evitando o retorno de líquidos contaminados às tubulações de abastecimento, promovendo a vedação dos gases provenientes do esgoto e impedindo a entrada de insetos e roedores nas instalações prediais (Crepaldi, 2014). Nesse contexto, o projeto hidrossanitário constitui um componente fundamental das edificações residenciais, garantindo condições adequadas de habitabilidade e o correto funcionamento dos sistemas prediais (Nascimento, 2015).

As instalações hidrossanitárias são compostas por subsistemas interdependentes, dentre os quais se destacam os sistemas de água fria e água quente, responsáveis pelo abastecimento dos pontos de consumo; o sistema de esgoto sanitário, destinado à coleta e ao afastamento dos efluentes; o sistema de ventilação sanitária, que assegura o equilíbrio das pressões nas tubulações e a preservação dos fechos hídricos; e o sistema de águas pluviais, encarregado da coleta e condução das águas de chuva.

2.5.1 Instalações de água fria

As instalações prediais de água fria são regulamentadas pela NBR 5626 (ABNT, 2020) e têm como finalidade fornecer água potável aos pontos de consumo da edificação em quantidade, qualidade e pressão adequadas. O abastecimento é realizado a partir da rede pública por meio do ramal predial e do alimentador predial, que conduzem a água até os reservatórios ou diretamente à rede de distribuição interna (Macintyre, 2010).

De acordo com Creder (2006), os sistemas de abastecimento podem ser classificados em: (a) sistema direto, no qual a alimentação da rede interna ocorre diretamente pela rede pública, sendo indicado quando o abastecimento é contínuo e a pressão disponível é suficiente para atender todos os pontos de consumo da

edificação; (b) sistema indireto sem bombeamento, adotado quando a pressão da rede pública permite o abastecimento de um reservatório elevado, a partir do qual a distribuição ocorre por gravidade; e (c) sistema indireto com bombeamento, utilizado quando a pressão da rede pública é insuficiente para alimentar diretamente o reservatório superior, exigindo a utilização de um reservatório inferior e de um conjunto de recalque para elevar a água até o reservatório elevado. Em locais não atendidos pela rede pública, o abastecimento pode ser realizado por fontes alternativas, como poços ou nascentes (Macintyre, 2010).

Figura 11 – Sistema direto (ascendente)

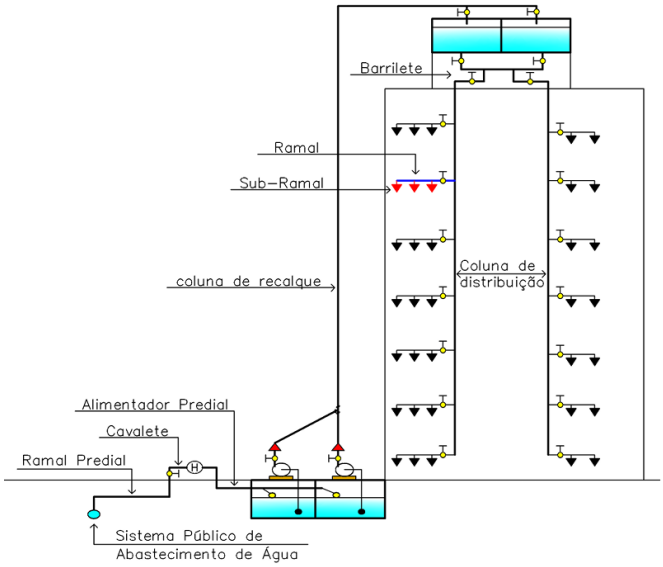
Fonte: adaptado Creder (2006).

Uma vez disponível o suprimento público, a distribuição de água inicia-se pelo ramal predial, responsável pela ligação entre a rede pública e a edificação, conduzindo a água até o cavalete, onde se localizam o hidrômetro e os dispositivos de controle do abastecimento. A partir desse ponto, a água percorre o alimentador predial, que a conduz aos reservatórios ou diretamente à rede interna, conforme o sistema de abastecimento adotado.

A reservação tem a função de garantir a continuidade do abastecimento em períodos de interrupção da rede pública, podendo ser composta por reservatórios superiores, inferiores ou ambos. A partir do reservatório superior inicia-se o barrilete, tubulação principal que alimenta as colunas de distribuição responsáveis pela condução vertical da água na edificação. Das colunas derivam os ramais de distribuição, que abastecem os diferentes ambientes, e os sub-ramais, que conduzem a água diretamente aos pontos de utilização. O sistema é complementado por registros, conexões e dispositivos auxiliares necessários à operação e manutenção das instalações.

Para facilitar a compreensão do funcionamento integrado desses componentes, apresenta-se na Figura 12 um esquema vertical simplificado do sistema predial de abastecimento de água fria.

Figura 12 – Esquema vertical simplificado abastecimento de água



Fonte: Oliveira Junior, (S.D).

Esse conjunto de elementos assegura a condução da água desde a fonte de abastecimento até os pontos de consumo, garantindo o adequado funcionamento da instalação predial.

2.5.2 Instalações de água quente

As instalações prediais de água quente são regulamentadas pela NBR 5626 (ABNT, 2020) e destinam-se ao fornecimento de água aquecida aos pontos de consumo da edificação. Conforme Lira (1991), os sistemas podem ser classificados em aquecimento individual ou localizado. Quando o aquecimento ocorre próximo ao ponto de utilização; aquecimento central privado, quando uma única unidade atende toda a residência; e aquecimento central coletivo, utilizado para abastecer múltiplas unidades em uma mesma edificação.

O dimensionamento das instalações de água quente, assim como das instalações de água fria, envolve a estimativa do consumo, a definição da capacidade

de reservação e a verificação das condições hidráulicas necessárias para o adequado funcionamento do sistema (Azevedo Netto, 1998).

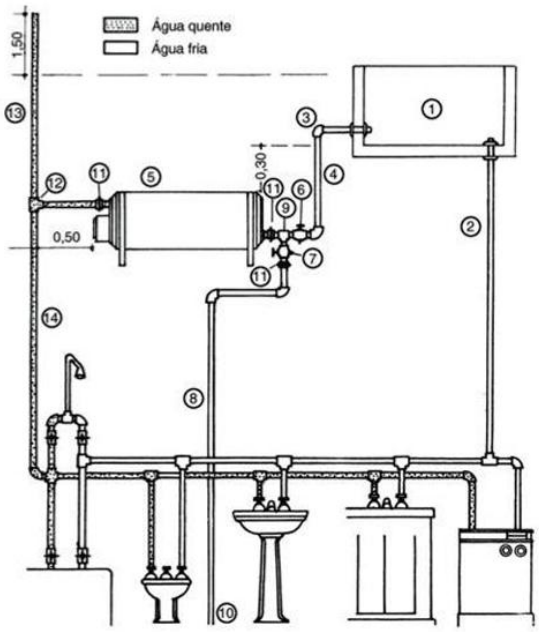
Os sistemas de aquecimento de água mais comuns em edificações residenciais e comerciais são o elétrico, a gás e o solar. A escolha do sistema depende de fatores como custo de instalação, custo operacional, disponibilidade de energia (elétrica ou gás), clima e espaço físico.

2.5.2.1 Aquecimento elétrico

O aquecimento elétrico é realizado por meio de resistências metálicas de imersão, que possuem um bom rendimento na transferência de calor (Creder, 2006). Esse sistema pode ser do tipo instantâneo, como chuveiros elétricos e aquecedores de passagem, nos quais a água é aquecida no momento do consumo, ou do tipo acumulação, que utiliza reservatórios térmicos (boilers) para armazenamento da água aquecida.

Nos sistemas de acumulação, o boiler constitui o elemento central da instalação, sendo responsável por aquecer a água gradualmente nos períodos sem consumo e mantê-la na temperatura desejada por meio de termostato. Em comparação aos sistemas instantâneos, apresenta menor demanda de potência elétrica. Segundo Creder (2006), aquecedores elétricos de boa procedência apresentam rendimento entre 80% e 90% na transferência de calor. A capacidade do reservatório e a potência do aquecedor são definidas em função do consumo diário de água quente previsto para a edificação. A ilustração da Figura 13 demonstra o esquema de montagem do aquecedor para uma residência.

Figura 13 – Esquema da instalação hidráulica do aquecedor JMS



1 – Caixa-d'água para alimentar o aquecedor e as demais dependências da casa. Nunca se deve ligar água direta da rua ao aquecedor.
2 – Cano que leva água fria para os diversos pontos.
3 – Joelho.
4 – Cano que alimenta *exclusivamente* o aquecedor, saindo da caixa, a 5 centímetros do fundo.
5 – Aquecedor JMS.
6 – Registro de gaveta para fechar a água que vem para o aquecedor.
7 – Registro de gaveta para escoar a água do aquecedor, quando necessário.
8 – Cano que, ligado ao registro n.º 7, escoa a água do aquecedor.
9 – Tê onde se adapta o registro n.º 7.
10 – Ralo por onde a água do aquecedor é escoada.
11 – Uniões para facilitar a eventual retirada do aquecedor, evitando rasgar a parede, serrar canos e muitos outros inconvenientes.
12 – Tê onde se adapta o ventilador.
13 – Ventilador *indispensável* (responsável pela segurança do aquecedor), que deve ir a 1 metro e meio acima do nível da caixa-d'água, saindo pelo telhado. Serve para dar passagem livre aos vapores que se formarem.
14 – Cano de saída que leva água quente para os pontos desejados.

Fonte: Creder (2006).

A determinação da capacidade do reservatório (boiler) e da potência do aquecedor é feita com base no consumo diário de água quente, que varia conforme o tipo de edificação e o número de pessoas (Creder, 2006).

2.5.2.2 Aquecimento a gás

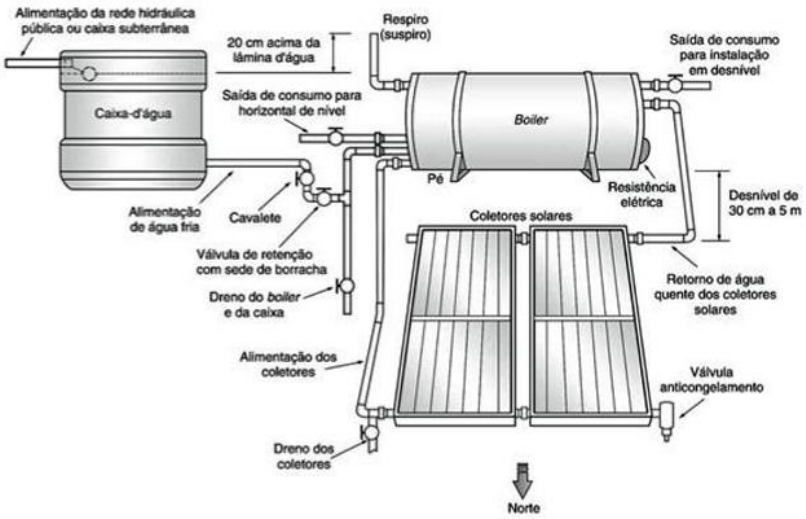
O aquecimento a gás utiliza a queima de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) ou Gás Natural (GN) para aquecer a água, podendo operar por passagem ou por acumulação. Nos sistemas de passagem, a água é aquecida sob demanda no momento da utilização, enquanto nos sistemas de acumulação a água é armazenada e mantida aquecida em reservatórios térmicos (boilers), sendo mais adequados para maiores volumes de consumo. O dimensionamento do aquecedor é realizado em

função da vazão requerida e da elevação de temperatura desejada, sendo sua potência térmica normalmente expressa em quilocalorias por hora (kcal/h) ou British Thermal Units por hora (BTU/h).

2.5.2.3 Aquecimento solar

O aquecimento solar utiliza a energia do sol para aquecer a água, sendo uma das opções mais sustentáveis e econômicas a longo prazo. O sistema é composto por coletores solares, responsáveis por captar a radiação solar e transferi-la para a água, e por um reservatório térmico (boiler solar), destinado ao armazenamento da água aquecida. Para obter melhor rendimento, os coletores devem ser posicionados de modo a maximizar a incidência dos raios solares, sendo recomendada a orientação norte para instalações localizadas no hemisfério sul. Este sistema pode ser visualizado na Figura 14.

Figura 14 – Detalhe de uma instalação com aquecimento solar



Fonte: Creder (2006).

O dimensionamento de um sistema de aquecimento solar deve seguir os requisitos da ABNT NBR 15569:2021, que estabelece o cálculo do volume do reservatório térmico e da área de coletores.

2.5.3 Sistema de esgoto sanitário e ventilação

O sistema predial de esgoto sanitário tem a função de coletar e conduzir os efluentes de forma segura até seu destino final, devendo atender aos requisitos da NBR 8160 (ABNT, 1999), que estabelece critérios de projeto, execução e manutenção das instalações. Além de garantir o adequado escoamento dos efluentes, o sistema deve impedir a contaminação da água potável, evitar o retorno de gases aos ambientes e possibilitar inspeção e manutenção de seus componentes.

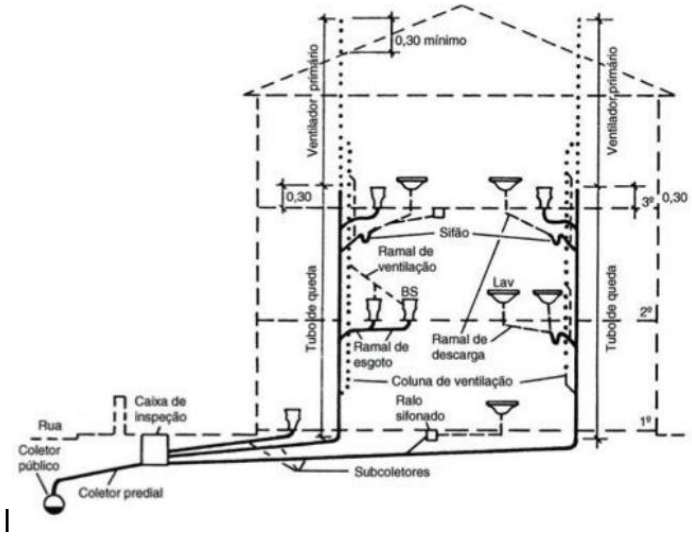
O sistema opera em regime separador absoluto, sem interligação com as instalações de águas pluviais, sendo o lançamento dos efluentes realizado preferencialmente na rede pública de coleta ou, na sua ausência, em sistemas individuais de tratamento (ABNT, 1999). Sua composição inclui aparelhos sanitários, desconectores, ramais de descarga e esgoto, tubos de queda, subcoletores e coletor predial, além de dispositivos auxiliares como caixas de gordura, caixas de inspeção e sistemas de recalque quando necessários.

O sistema inicia-se nos aparelhos sanitários, que são conectados a desconectores, como sifões e caixas sifonadas, responsáveis por manter o fecho hídrico e impedir a passagem de gases para o interior da edificação. A partir desses dispositivos, os efluentes são conduzidos pelos ramais de descarga e ramais de esgoto, tubulações horizontais que transportam os despejos até os tubos de queda. Estes, por sua vez, constituem os elementos verticais responsáveis por conduzir os efluentes entre os pavimentos, devendo apresentar mudanças de direção adequadas para minimizar perturbações no escoamento. Na sequência, os efluentes são encaminhados aos subcoletores e ao coletor predial, responsáveis por reunir as contribuições provenientes dos diversos ambientes e direcioná-las ao destino final. Complementam o sistema as caixas de gordura, destinadas à retenção de resíduos gordurosos oriundos das cozinhas, e as caixas de inspeção, que possibilitam o acesso às tubulações para limpeza, manutenção e desobstrução.

O sistema é complementado pelo subsistema de ventilação, cuja função é equalizar as pressões internas das tubulações, preservar os fechos hídricos dos desconectores e impedir o retorno de gases para os ambientes. Essa ventilação pode ocorrer por meio do prolongamento dos tubos de queda acima da cobertura ou pela utilização de ramais e colunas de ventilação secundária. Para complementar a

compreensão do funcionamento do sistema predial de esgoto sanitário, apresenta-se na Figura 15 uma ilustração esquemática reunindo seus principais componentes.

Figura 15 – Esquema vertical simplificado esgotamento sanitário



Fonte: Creder (2006).

A visualização do esquema reforça a importância da correta interação entre os componentes do sistema, evidenciando como cada elemento contribui para um escoamento seguro, contínuo e higienicamente adequado.

2.5.4 Materiais e componentes utilizados

A escolha dos materiais empregados nas instalações hidrossanitárias influencia diretamente o desempenho, a durabilidade e a eficiência dos sistemas. Nos sistemas de água fria, o PVC destaca-se pela resistência à corrosão, facilidade de instalação, baixo custo e elevada durabilidade, sendo amplamente utilizado em edificações residenciais (Macintyre, 2010). Para as instalações de água quente, destaca-se o PPR (Polipropileno Copolímero Random), material capaz de suportar temperaturas de até 95 °C e cujas conexões são realizadas por termofusão, formando uniões homogêneas e contínuas, sem a necessidade de colas, soldas ou roscas. Essa característica proporciona maior estanqueidade ao sistema e reduz o risco de vazamentos, embora sua instalação exija ferramentas específicas e mão de obra qualificada (Brandão, 2010). Já nas redes de esgoto sanitário, o PVC permanece como o material mais utilizado devido à sua resistência, praticidade e estanqueidade,

sendo empregado em conjunto com componentes como caixas sifonadas, ralos, caixas de gordura e caixas de inspeção, responsáveis por garantir o adequado funcionamento e a manutenção do sistema.

2.5.5 Dimensionamento básico dos sistemas de água fria e quente

O dimensionamento dos sistemas prediais de água fria e quente deve assegurar as vazões de demanda, pressões adequadas nos pontos de utilização, o controle das perdas de carga e a compatibilidade entre os materiais, conforme a NBR 5626 (ABNT, 2020).

O dimensionamento hidráulico das tubulações de água quente segue os mesmos critérios adotados para os sistemas de água fria, utilizando os mesmos procedimentos para determinação das vazões, velocidades, perdas de carga e pressões de serviço, com base nos pesos relativos, nas velocidades máximas admissíveis e nas razões de simultaneidade. As principais diferenças relacionam-se à seleção dos materiais, às temperaturas de operação e à necessidade de isolamento térmico das tubulações.

2.5.5.1 Vazões

A definição das vazões de projeto constitui a etapa inicial do dimensionamento hidráulico. Adota-se o método dos pesos relativos, baseado no consumo máximo provável (CMP), que pondera as vazões unitárias dos aparelhos considerando a baixa probabilidade de uso simultâneo de todos os pontos. Esse procedimento torna possível estimar a vazão necessária em cada trecho da rede. Como a NBR 5626 (ABNT, 2020) não fixa vazões mínimas para as peças de utilização, empregam-se os pesos relativos da versão anterior da norma (ABNT, 1998), apresentados na Figura, conforme exposto na Figura 16.

Figura 16 – Pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto (litros/s)	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		Válvula de descarga	1,70	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,0
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório cerâmico	Com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
	Sem sifão Integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
		Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,20	0,4

Fonte: NBR 5626 (ABNT, 1998).

Para sistemas abastecidos por reservatórios a norma estabelece que a vazão de abastecimento deve repor o volume diário consumido em um intervalo máximo de 6 horas, reduzido para 3 horas em residências unifamiliares, garantindo autonomia e segurança de suprimento.

Cada aparelho sanitário é associado a um peso que representa sua contribuição relativa para a demanda de água. A vazão de cálculo de cada trecho resulta da soma dos pesos dos aparelhos conectados:

$$Q = 0{,}3 * \sqrt{\Sigma_P} \quad \textbf{(16)}$$

Onde:

Q - vazão de dimensionamento (L/s);

P - soma dos pesos relativos dos aparelhos conectados ao trecho;

$0{,}3$ L/s - coeficiente de descarga utilizado no método.

Esse coeficiente representa a relação empírica entre o uso simultâneo provável e o consumo real. Dessa forma, o método fornece uma estimativa realista da vazão necessária em cada segmento da rede, evitando o superdimensionamento que ocorreria caso se considerasse o uso simultâneo de todos os pontos de consumo. A

determinação das vazões é complementada pelo cálculo das perdas de carga, que influenciam diretamente as pressões disponíveis nos pontos de consumo.

2.5.5.2 Pressões mínimas e máximas no sistema de distribuição

O controle das pressões é essencial para garantir desempenho, segurança e conforto dos usuários. Conforme a NBR 5626 (ABNT, 2020), a pressão dinâmica mínima nos pontos de utilização não pode ser inferior a 10 kPa (1 mca) e, em qualquer ponto da rede de distribuição, não deve ser inferior a 5 kPa (0,5 mca), excetuados os trechos verticais de tomadas d'água em sistemas indiretos. A pressão estática deve ser limitada a 400 kPa (40 mca) para evitar danos aos componentes, sendo recomendadas estações redutoras em sistemas com setores múltiplos.

A avaliação dessas pressões fundamenta-se no Teorema de Bernoulli para fluidos reais (com perdas de carga), que estabelece que, ao longo de uma linha de corrente, a soma das cargas de posição, pressão e velocidade permanece constante, sendo expressa por:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \Delta h \qquad \textbf{(17)}$$

Onde:

$z_1\ e\ Z2$: Cota ou altura geométrica (energia potencial por unidade de peso) do centro da seção transversal do escoamento, em relação a um plano de referência horizontal (PLR), nos pontos 1 e 2, respectivamente (em metros, m).

$p_1\ e\ p2$: Pressão estática do fluido nos pontos 1 e 2, respectivamente (em Pascal, Pa, ou kgf/m²).

γ (*gama*): Peso específico do fluido ($\gamma = \rho\ .\ g$), onde ρ é a massa específica e g é a aceleração da gravidade (em N/m³ ou kgf/m³).

$\frac{p_1}{\gamma}\ e\ \frac{p_2}{\gamma}$: Altura de pressão ou carga de pressão (energia de pressão por unidade de peso) nos pontos 1 e 2, respectivamente (em metros, m).

$v_1\ e\ v_2$: Velocidade média do escoamento do fluido nos pontos 1 e 2, respectivamente (em m/s).

g: Aceleração da gravidade (aproximadamente 9,81 m/s²).

$\frac{v_1^2}{2g}$ e $\frac{v_2^2}{2g}$: Altura cinética ou carga de velocidade (energia cinética por unidade de peso) nos pontos 1 e 2, respectivamente (em metros, m).

Δh: Perda de carga (ou perda de energia por unidade de peso) que ocorre entre os pontos 1 e 2 devido ao atrito, viscosidade do fluido e turbulência (em metros, m).

Nas instalações prediais, admite-se velocidade praticamente constante em cada trecho, o que permite desconsiderar a carga cinética e reduzir a análise à relação entre a carga geométrica (diferença de cotas) e as perdas de carga. O cálculo tem início na carga disponível na cota do reservatório, correspondente exclusivamente à carga de posição, já que nesse ponto pressão e velocidade são desprezadas. Assim, a pressão em um ponto qualquer da tubulação é obtida por:

$$P_2 = P_1 + \Delta\text{Cota} - \Delta h \quad \textbf{(18)}$$

Onde:

P_2 : pressão no final do trecho

P_1 : pressão no início do trecho

ΔCota: diferença de nível, ou altura geométrica, entre o Ponto 1 e o Ponto 2, medida em metros (m).

Δh : perda de carga total (perda de energia) entre o Ponto 1 e o Ponto 2, medida em metros (m) ou mca.

Desta forma, a pressão disponível no final do trecho será a pressão inicial, mais a diferença de cota, menos as perdas de carga.

As perdas de carga podem ser determinadas pelas equações usuais, como o método de Flamant, aplicável a tubos de PVC:

$$j = 0{,}000824 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}, \Delta h = j \cdot L_{\text{T}} \quad \textbf{(19)}$$

Onde:

Q: vazão, em m³/s

D: diâmetro da tubulação, em metros

Sendo o comprimento total $L_T$considerando tanto o comprimento real da tubulação quanto o comprimento equivalente das conexões, conforme tabelas técnicas.

$$Ltotal = L\,real + Lequivalente \quad \textbf{(20)}$$

Onde:

$L\,real$: comprimento das tubulações em metros (m)

$Lequivalente$: comprimento equivalente das conexões

O atendimento aos limites de pressão depende, portanto, das cotas do reservatório, do traçado das tubulações e da avaliação criteriosa das perdas distribuídas e localizadas. Em reservatórios elevados pode ser necessária a instalação de válvulas redutoras de pressão, assim como em residências com baixa pressão disponível podem ser indicadas bombas pressurizadoras.

2.5.5.3 Velocidades mínimas e máximas da água

A NBR 5626 (ABNT, 2020) estabelece que a velocidade da água não deve ultrapassar 3,0 m/s. Esse limite não evita a ocorrência do golpe de aríete, mas limita a magnitude dos picos de sobrepressão. O golpe de aríete decorre de variações bruscas na velocidade da água, gerando fortes oscilações de pressão, sendo especialmente relevante em sistemas com bombeamento, no acionamento ou desligamento das bombas.

Embora a norma não fixe valores específicos para o dimensionamento de alimentadores prediais, na prática brasileira trabalha-se com velocidades entre 0,6 m/s e 1,0 m/s nos cenários mais desfavoráveis de menor pressão disponível. Essa faixa, difundida em materiais didáticos nacionais como os de Lima (2024), assegura o adequado funcionamento do sistema, minimizando ruídos, perdas excessivas de carga e desgastes nas tubulações.

Para reduzir riscos de rupturas e vibrações em sistemas de recalque, Lima (2024) recomenda manter a tubulação o mais curta possível, limitar a velocidade a 1,5 m/s e empregar materiais metálicos mais resistentes às sobrepressões, como aço

carbono galvanizado, favorecendo a subida pelo ponto mais próximo do reservatório superior.

2.5.5.4 Isolamento Térmico

Para os sistemas de água quente, o isolamento térmico das tubulações torna-se uma exigência da NBR 5626 (ABNT, 2020) e deve ser previsto ao longo de toda a rede, a fim de minimizar perdas térmicas e garantir eficiência energética. A espessura do isolamento depende da temperatura de operação e das características térmicas do material utilizado, contribuindo ainda para a proteção dos usuários, ao reduzir os riscos de queimaduras por contato acidental com tubulações aquecidas. No que se refere às condições sanitárias de operação, a NBR 16824 (ABNT, 2020) estabelece diretrizes para a prevenção da proliferação de *Legionella* em sistemas de água quente, recomendando que a temperatura de armazenamento seja mantida em 60 °C ou mais, visto que a bactéria se desenvolve principalmente na faixa entre 25 °C e 45 °C. Dessa forma, a definição da temperatura de operação dos boilers e reservatórios térmicos deve considerar não apenas o conforto, mas também a segurança microbiológica da instalação, assegurando que o sistema opere fora da zona de risco. Por fim, o projeto deve especificar o sistema de aquecimento adotado, contemplando a capacidade volumétrica, a potência, a temperatura de operação e o regime de recuperação térmica.

2.5.6 Dimensionamento básico sistema de esgotamento sanitário

Conforme a NBR 8160 (ABNT, 1999), o dimensionamento das redes de esgotamento sanitário pode ser realizado por dois métodos principais: o método hidráulico e o método das Unidades de Hunter de Contribuição (UHC). O método hidráulico, apresentado no Anexo B da norma, baseia-se no cálculo das tubulações do subsistema de coleta e transporte de esgoto a partir da vazão de projeto e das características dos tubos. Já o método das UHC permite uma abordagem mais simplificada, na qual cada aparelho sanitário recebe um valor de contribuição utilizado para estimar a carga de esgoto gerada e, consequentemente, determinar a capacidade necessária das tubulações.

O dimensionamento pelo método das UHC fundamenta-se na determinação das cargas hidráulicas geradas pelos aparelhos sanitários e na seleção dos diâmetros dos componentes do sistema. A NBR 8160 (ABNT, 1999) estabelece que cada aparelho sanitário deve ser avaliado individualmente quanto à sua contribuição para a carga total da instalação, expressa por meio das Unidades Hunter de Contribuição (UHC), parâmetro amplamente utilizado na literatura técnica. Macintyre (2004) reforça a importância das cargas probabilísticas como base para o dimensionamento dos sistemas prediais de esgoto sanitário.

Dessa forma, o processo inicia-se pela identificação dos aparelhos sanitários instalados e pela atribuição dos respectivos valores de UHC, conforme apresentado na Tabela 3 da NBR 8160 ilustrada na Figura 17.

Figura 17 – Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga

Aparelho sanitário		Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga *DN*
Bacia sanitária		6	100[1]
Banheira de residência		2	40
Bebedouro		0,5	40
Bidê		1	40
Chuveiro	De residência	2	40
	Coletivo	4	40
Lavatório	De residência	1	40
	De uso geral	2	40
Mictório	Válvula de descarga	6	75
	Caixa de descarga	5	50
	Descarga automática	2	40
	De calha	2[2]	50
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial	Preparação	3	50
	Lavagem de panelas	4	50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50[3]
Máquina de lavar roupas		3	50[3]

[1] O diâmetro nominal *DN* mínimo para o ramal de descarga de bacia sanitária pode ser reduzido para *DN* 75, caso justificado pelo cálculo de dimensionamento efetuado pelo método hidráulico apresentado no anexo B e somente depois da revisão da NBR 6452:1985 (aparelhos sanitários de material cerâmico), pela qual os fabricantes devem confeccionar variantes das bacias sanitárias com saída própria para ponto de esgoto de *DN* 75, sem necessidade de peça especial de adaptação.
[2] Por metro de calha - considerar como ramal de esgoto (ver tabela 5).
[3] Devem ser consideradas as recomendações dos fabricantes.

Fonte: NBR 8160 (ABNT, 1999), Tabela 3, pág. 16.

Aparelhos sanitários como bacias sanitárias, chuveiros, lavatórios e pias possuem diferentes valores de UHC, enquanto aparelhos não contemplados diretamente pela norma devem ter suas contribuições determinadas pelos critérios da Tabela 4, ilustrada na Figura 18.

Figura 18 – Unidades de Hunter de contribuição para aparelhos não relacionados na tabela 3

Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga *DN*	Número de unidades de Hunter de contribuição UHC
40	2
50	3
75	5
100	6

Fonte: NBR 8160 (ABNT, 1999), Tabela 4, pág. 17.

Após a determinação das UHC dos aparelhos sanitários, realiza-se o seu somatório para obtenção da carga total de projeto, utilizada no dimensionamento dos ramais de descarga, ramais de esgoto, tubos de queda e coletores. Para os ramais de descarga, a NBR 8160 estabelece os limites de dimensionamento apresentados na Tabela 5, ilustrada na Figura 19, relacionando a quantidade máxima de UHC aos respectivos diâmetros nominais.

Figura 19 – Dimensionamento de ramais de esgoto

Diâmetro nominal mínimo do tubo *DN*	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição UHC
40	3
50	6
75	20
100	160

Fonte: NBR 8160 (ABNT, 1999), Tabela 5, pág. 17.

Os tubos de queda, responsáveis pelo transporte vertical dos efluentes entre pavimentos, devem ser dimensionados conforme os critérios da Tabela 6 da NBR 8160, apresentada na Figura 20.

Figura 20 – Dimensionamento de tubos de queda

Diâmetro nominal do tubo *DN*	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição	
	Prédio de até três pavimentos	Prédio com mais de três pavimentos
40	4	8
50	10	24
75	30	70
100	240	500
150	960	1 900
200	2 200	3 600
250	3 800	5 600
300	6 000	8 400

Fonte: NBR 8160 (ABNT, 1999), Tabela 6, pág. 18.

A norma estabelece critérios distintos para edificações com até três pavimentos e para aquelas com quatro ou mais pavimentos. Em situações com desvios da vertical, recomenda-se analisar o trecho superior e inferior ao desvio como elementos independentes, devido a alterações na pressão interna e formação de zonas de sobrepressão.

Para o coletor predial e os subcoletores, a norma estabelece que o diâmetro mínimo deve ser DN 100, garantindo escoamento adequado dos despejos provenientes dos tubos de queda e ramais. O dimensionamento desses elementos considera o aparelho de maior contribuição de cada banheiro, conforme preconizado pela Tabela 7, enquanto os demais ambientes devem ter suas cargas totais somadas, como se observa na Figura 21.

Figura 21 – Dimensionamento de subcoletores e coletor predial

Diâmetro nominal do tubo	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição em função das declividades mínimas %			
DN	0,5	1	2	4
100	-	180	216	250
150	-	700	840	1 000
200	1 400	1 600	1 920	2 300
250	2 500	2 900	3 500	4 200
300	3 900	4 600	5 600	6 700
400	7 000	8 300	10 000	12 000

Fonte: NBR 8160 (ABNT, 1999), Tabela 7, pág. 18.

Complementarmente, o sistema deve possuir ventilação adequada para preservar os fechos hídricos, equalizar as pressões internas e impedir o retorno de

gases para o interior da edificação. A ventilação primária é obrigatória, podendo ser complementada por ventilação secundária quando necessário. Os critérios para dimensionamento dos ramais de ventilação são apresentados na Tabela 8 da NBR 8160 (Figura 22).

Figura 22 – Dimensionamento de ramais de ventilação

Grupo de aparelhos sem bacias sanitárias		Grupo de aparelhos com bacias sanitárias	
Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal do ramal de ventilação	Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal do ramal de ventilação
Até 12	40	Até 17	50
13 a 18	50	18 a 60	75
19 a 36	75	-	-

Fonte: NBR 8160 (ABNT, 1999), Tabela 8, pág. 21.

Dessa forma, o dimensionamento dos sistemas prediais de esgoto sanitário fundamenta-se nos critérios estabelecidos pela NBR 8160 (ABNT, 1999), apoiados pelo embasamento técnico apresentado por Macintyre (2004), garantindo instalações seguras, eficientes e adequadas à coleta, transporte e ventilação dos efluentes.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo apresenta a metodologia adotada para o desenvolvimento dos projetos estrutural e hidrossanitário da residência unifamiliar, contemplando a caracterização do projeto arquitetônico, os materiais empregados e os procedimentos de concepção, dimensionamento e detalhamento dos sistemas.

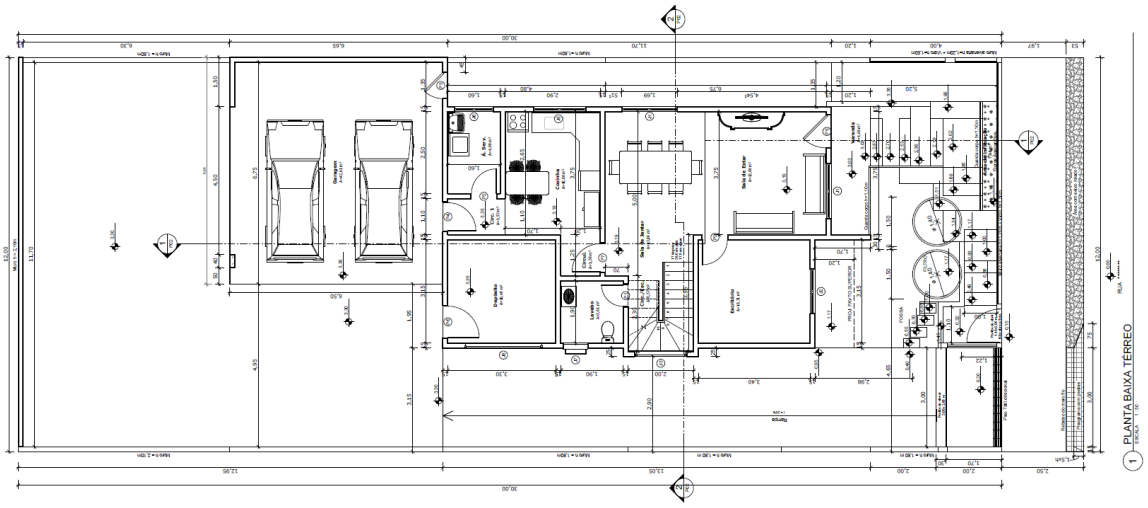
3.1 Caracterização do Projeto Arquitetônico Base

O presente estudo tem como base o projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar de dois pavimentos, situada na cidade de Florianópolis, Santa Catarina, fornecido por uma empresa, a qual será identificada como empresa A. A partir desse projeto, tomado como única referência disponível, os projetos estrutural e hidrossanitário foram integralmente concebidos e desenvolvidos neste trabalho, para fins acadêmicos e sem vínculo com a execução da obra, caracterizando um estudo de caso hipotético.

A edificação possui área total construída de aproximadamente 326,48 m², distribuída em ambientes sociais, íntimos e de serviço, implantada em um terreno de 360,00 m², com 36,48 m² de área destinada à infiltração. O lote situa-se em encosta de morro, condição comum à ocupação urbana de Florianópolis, apresentando cota significativamente elevada em relação à via pública e à rede de abastecimento, característica que se torna determinante para a concepção do sistema hidrossanitário.

O pavimento térreo, ilustrado na Figura 23, abriga os espaços de convivência e apoio, compostos por sala de estar, escritório, sala de jantar, cozinha, área de serviço, depósito e garagem.

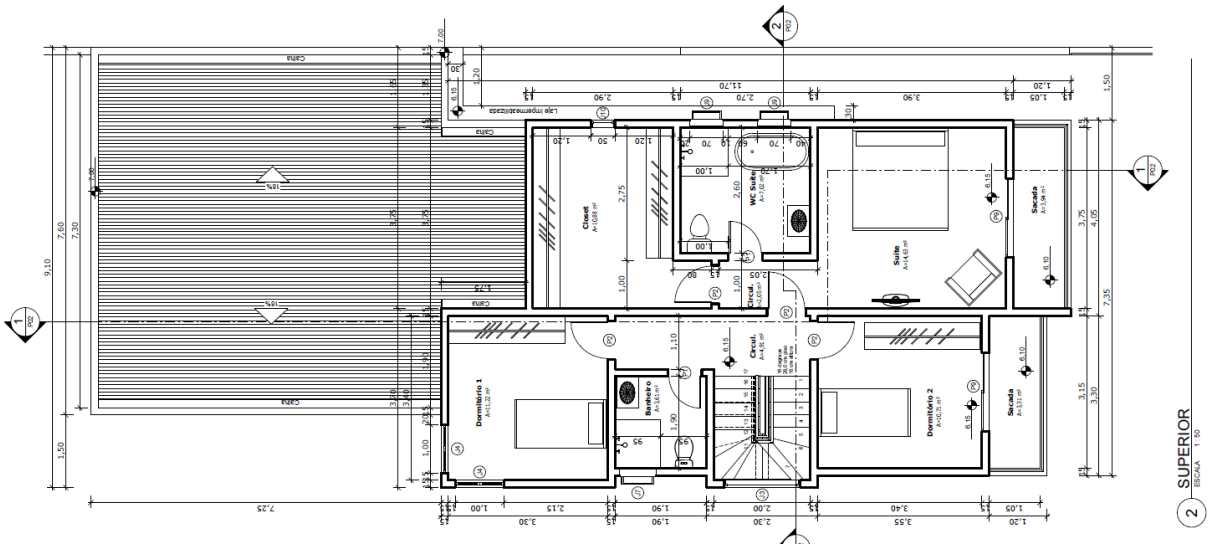
Figura 23 – Planta pavimento térreo



Fonte: adaptado de empresa A (2025).

No pavimento superior, Figura 24, concentram-se os ambientes íntimos, incluindo uma suíte, dois dormitórios e um banheiro social.

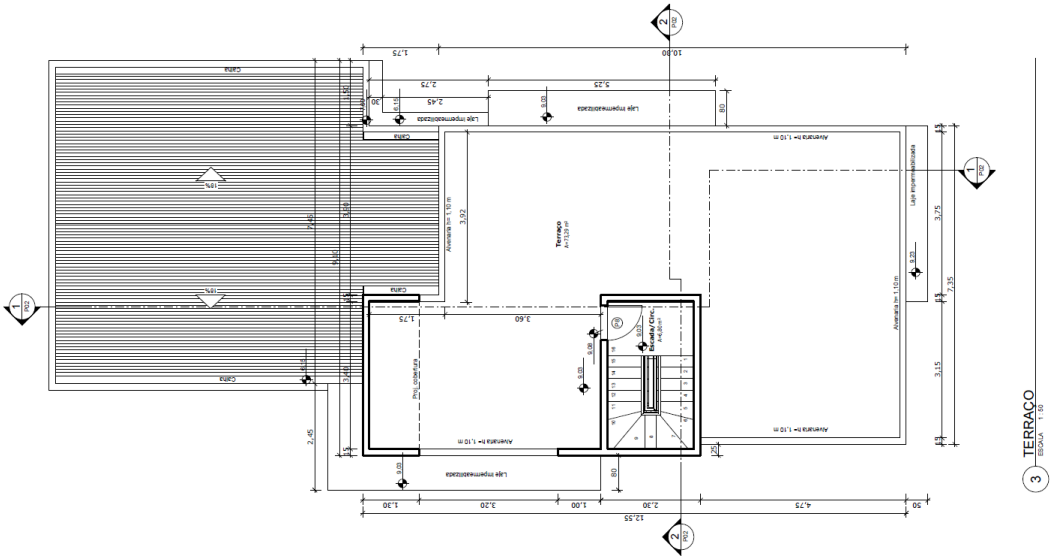
Figura 24 – Planta pavimento superior



Fonte: adaptado de empresa A (2025).

Já o pavimento de cobertura, Figura 25, é formado por um terraço com laje impermeabilizada, destinado à área de lazer e ventilação da edificação.

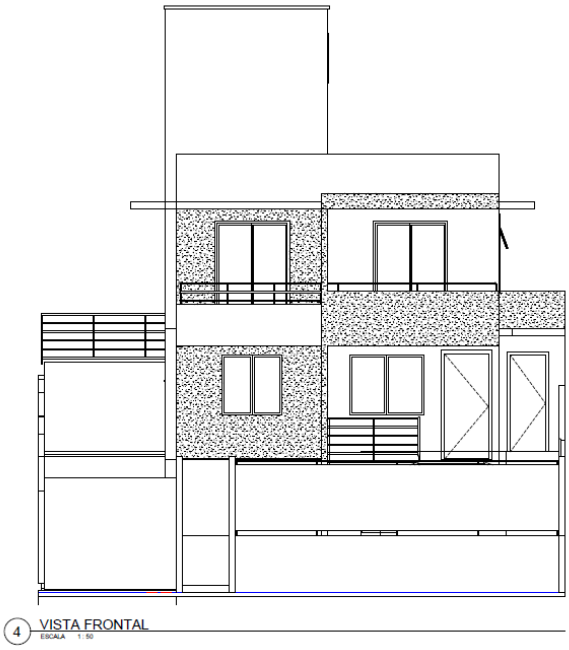
Figura 25 – Planta pavimento cobertura



Fonte: adaptado de empresa A (2025).

A elevação frontal da residência, Figura 26, evidencia a organização dos volumes, as aberturas das janelas e portas, e a composição estética do projeto arquitetônico voltada para a fachada principal.

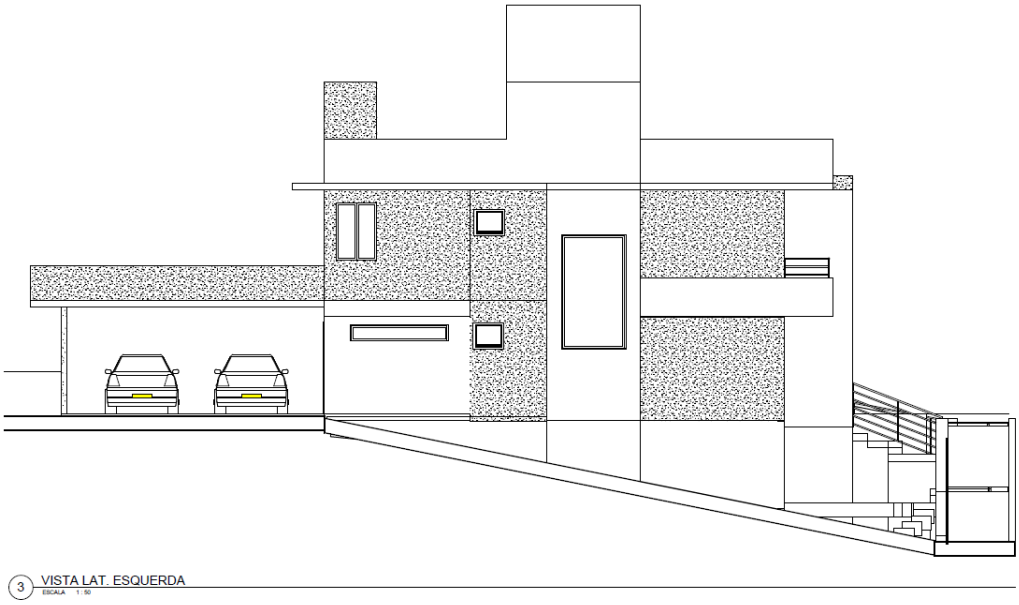
Figura 26 – Elevação frontal



Fonte: adaptado de empresa A (2025).

A elevação lateral, Figura 27, apresenta os detalhes da volumetria, a disposição das aberturas e a integração dos pavimentos, permitindo a visualização da continuidade do desenho arquitetônico nas fachadas secundárias.

Figura 27 – Elevação lateral



Fonte: adaptado de empresa A (2025).

O projeto arquitetônico, desenvolvido em ambiente BIM por meio do software Revit, serviu como base para a elaboração dos projetos estrutural e hidrossanitário, favorecendo a integração entre as disciplinas. A edificação foi concebida com estrutura em concreto armado, fundações em sapatas isoladas e vigas baldrame, enquanto o projeto hidrossanitário contemplou os sistemas de água fria, água quente, esgoto sanitário e drenagem pluvial, considerando a distribuição dos ambientes e a minimização de interferências com os elementos estruturais. As pranchas completas do projeto arquitetônico, contendo as plantas e os cortes da edificação, podem ser visualizadas no Apêndice A.

3.2 Método de desenvolvimento

Este capítulo apresenta os procedimentos adotados para o desenvolvimento dos projetos estrutural e hidrossanitário da residência unifamiliar em

estudo, a partir do projeto arquitetônico, bem como os materiais, as ferramentas computacionais e os critérios normativos empregados

O trabalho caracteriza-se como estudo de caso de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e quantitativa (Yin, 2015). A vertente qualitativa corresponde à análise técnica do projeto arquitetônico e das normas pertinentes, e a quantitativa, às etapas de dimensionamento estrutural e hidráulico, baseadas em parâmetros normativos, equações e simulações computacionais. As etapas específicas de cada projeto, os materiais e equipamentos e o fluxograma que sintetiza a sequência de atividades são detalhados a seguir, evidenciando a integração entre os sistemas.

3.2.1.1 Estrutural

O projeto estrutural divide-se em concepção, pré-dimensionamento e análise computacional. Na concepção define-se o sistema estrutural e o posicionamento dos elementos resistentes (pilares, vigas e lajes), garantindo a estabilidade global e a compatibilidade com a arquitetura. O pré-dimensionamento segue a NBR 6118 (ABNT, 2026), considerando os esforços atuantes, a classe de agressividade ambiental e as condições de carregamento. A análise estrutural e o dimensionamento são realizados no software Eberick, que simula esforços, deformações e verificações normativas. As armaduras foram definidas a partir dos resultados, priorizando economia de material e segurança.

3.2.1.2 Hidrossanitário

O projeto hidrossanitário compreende traçado, dimensionamento e detalhamento das instalações. A análise do projeto arquitetônico define os pontos de consumo (bacias sanitárias, lavatórios, chuveiros, tanques e torneiras), enquanto a estrutura previamente concebida condiciona o traçado das tubulações, definido de modo a evitar interferências com vigas, pilares e lajes. Para as redes de água fria e de esgoto sanitário adota-se o PVC, material amplamente empregado em edificações residenciais por sua resistência à corrosão, elevada durabilidade, estanqueidade, facilidade de instalação e baixo custo. Para a água quente emprega-se o PPR (Tipo 3), indicado por suportar as temperaturas de operação do sistema e por permitir uniões

por termofusão, que formam juntas homogêneas e contínuas, sem o uso de colas, soldas ou roscas, conferindo maior estanqueidade e reduzindo o risco de vazamentos. O dimensionamento hidráulico segue as NBR 5626 (ABNT, 2020) e NBR 8160 (ABNT, 1999), sendo realizado para todos os pontos de consumo da instalação. Por fim, detalham-se as redes em planta e isométrico, definindo diâmetros, comprimentos, conexões, cotas e indicações de válvulas, registros e reservatórios.

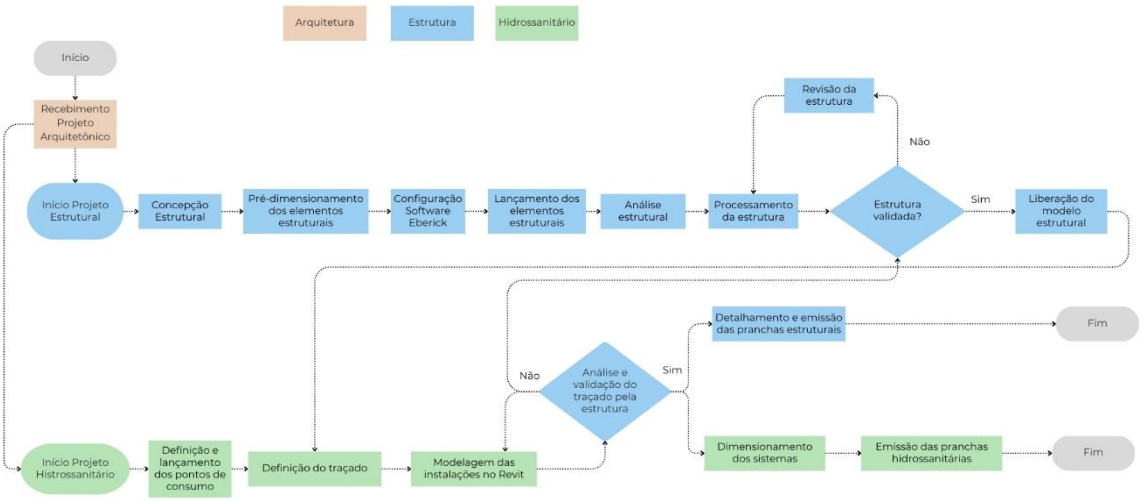
3.2.1.3 Materiais e equipamentos utilizados

Para a execução deste estudo foram utilizados três softwares, todos sob licença estudantil válida durante o período de desenvolvimento do trabalho. O Eberick (AltoQi) foi empregado na modelagem, análise e dimensionamento estrutural em concreto armado, escolhido por ser desenvolvido em Florianópolis e possuir ampla utilização no mercado nacional, além de contar com suporte técnico consolidado e disponibilizar licença estudantil. O Revit (Autodesk) foi utilizado na leitura e extração das informações do projeto arquitetônico base e no traçado e modelagem do projeto hidrossanitário, enquanto o AutoCAD (Autodesk) foi empregado nos ajustes de pranchas e no detalhamento complementar dos desenhos técnicos, ambos adotados por integrarem o conjunto de ferramentas da Autodesk, disponibilizado em licença estudantil, e por constituírem padrões consolidados no mercado. Utilizou-se ainda um computador de alto desempenho, com configuração adequada ao processamento gráfico e numérico exigido pelos softwares.

3.2.1.4 Fluxograma de desenvolvimento de trabalho

O fluxograma a seguir ilustra, de forma sequencial, as etapas de desenvolvimento dos projetos estrutural e hidrossanitário, evidenciando o encadeamento lógico das atividades, da análise inicial do projeto arquitetônico à emissão das pranchas técnicas finais.

Figura 28 – Fluxograma geral dos projetos



Fonte: Elaboração própria (2025).

3.3 Projeto Estrutural

O projeto estrutural constitui uma etapa central deste trabalho, por garantir a estabilidade e a segurança da edificação, buscando compatibilidade com o projeto arquitetônico e viabilidade construtiva conforme os critérios técnicos e normativos aplicáveis. Seu desenvolvimento seguiu as diretrizes da NBR 6118 (ABNT, 2026), levando em conta as condições de uso da edificação e as ações permanentes e variáveis, contabilizando as cargas decorrentes do peso próprio dos elementos estruturais, dos revestimentos, das alvenarias e das sobrecargas de uso.

3.3.1 Limitações, pressupostos e delimitações

O presente estudo restringe-se ao desenvolvimento do projeto estrutural de uma residência unifamiliar, elaborado para fins acadêmicos e sem vínculo com a execução real da obra. Assim, não contempla etapas de orçamento, planejamento executivo, detalhamento construtivo de fundações em campo ou acompanhamento de obras.

Foram considerados como pressupostos:

- A aplicação das normas ABNT NBR 6118:2026 (Projeto de Estruturas de Concreto) e NBR 6120 (ABNT,2019) (Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edificações);
- O comportamento estrutural analisado em regime linear-elástico, com hipóteses simplificadoras adequadas ao porte da edificação;
- A adoção de fundações do tipo sapata isolada, dimensionadas conforme as solicitações transmitidas pelos pilares.

Considerando tratar-se de um projeto fictício, não foi realizada sondagem geotécnica do terreno. Para efeito de dimensionamento, será adotado um solo de tipo médio, compatível com o uso de sapatas diretas, caracterizado por solo argiloso arenoso firme ou solo arenoso compacto, com capacidade de carga admissível em torno de 200 kN/m². Esse tipo de solo apresenta comportamento satisfatório frente às solicitações usuais de edificações residenciais, garantindo segurança e estabilidade à fundação dentro de parâmetros normativos.

O estudo delimita-se à representação gráfica e ao memorial de cálculo do sistema estrutural, sem contemplar a execução física da obra, o detalhamento de armaduras de ligação secundária nem a estimativa de custos de materiais e serviços.

3.3.2 Parâmetros estruturais de Projeto

Os parâmetros estruturais orientam a concepção, a análise e o dimensionamento da estrutura, sendo essenciais para garantir segurança, economia e durabilidade. Compreendem as cargas atuantes (permanentes, variáveis e excepcionais), as propriedades dos materiais (fck, fyk, módulo de elasticidade e peso específico, detalhadas em 2.2.4, as condições de contorno dos apoios (engastado, apoiado, livre), a geometria da edificação definida junto ao projeto arquitetônico (vãos, altura dos pavimentos, localização de pilares e vigas), a classe de agressividade ambiental (2.2.3) e a vida útil de projeto. Esses parâmetros foram definidos conforme as recomendações da NBR 6118 (ABNT, 2026) apresentadas no tópico 2.2.

O empreendimento localiza-se em Florianópolis, SC, a cerca de 1,4 km do litoral, caracterizando ambiente marinho. Assim, conforme a Figura 2, a classe de agressividade ambiental correspondente ao local é forte (CAA-III). Para essa classe

de exposição em concreto armado, e de acordo com a Figura 3, adota-se relação água/cimento ≤ 0,55 e classe de concreto ≥ C30. No presente projeto, optou-se pelo concreto C35, com fck de 35 MPa, classe superior à mínima exigida para a CAA-III, o que permite, conforme a observação da Tabela 7.2 da NBR 6118 (ABNT, 2026), a redução dos cobrimentos nominais em 5 mm.

A partir da Figura 4 - Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para Δc = 10 mm, e já considerada a redução permitida, os cobrimentos adotados foram de 3,5 cm para as faces externas e 2,5 cm para as faces internas de vigas e pilares, e 4,0 cm para lajes em contato direto com o solo, como vigas baldrame e 4,5 cm para pilares em contato com o solo e sapatas. O cobrimento superior das lajes pode ser reduzido para 1,5 cm, uma vez que sobre estas será executada camada de contrapiso e revestimento cerâmico, conforme a nota de rodapé "b" da tabela normativa.

Quanto aos materiais, adota-se brita 1 como agregado graúdo de origem granítica, com dimensão máxima característica de 19 mm (1,9 cm), e aço CA-50 para as armaduras longitudinais e CA-60 para as transversais (estribos). O tempo de escoramento foi definido em 21 dias, assegurando que o concreto atinja resistência suficiente antes da retirada das formas, evitando deformações excessivas. Definidos os parâmetros de materiais e procedimentos, dá-se sequência aos cálculos estruturais do concreto e do aço, seguindo a linha apresentada por Sousa (2022).

Para o concreto, a resistência de cálculo à compressão (fcd) é obtida a partir do fck de 35 MPa e do coeficiente de ponderação γc = 1,4 (situação normal), pela Equação (1).

Na sequência, calculam-se a resistência média à tração (fct,m) do concreto pela Equação (21) e os valores característicos inferior (fctk,inf) e superior (fctk,sup) pelas Equações (22) e (23), considerados para concretos com fck ≤ 50 MPa.

$$fct,m = 0{,}3\,.\,fck^{2/3} = 0{,}3\,.\,35^{2/3} = 3{,}21\ MPa \quad \textbf{(21)}$$

$$fctk,inf = 0{,}7\,.\,fct,m = 0{,}7\,.\,3{,}21 = 2{,}23\ MPa \quad \textbf{(22)}$$

$$fctk,sup = 1{,}3\,.\,fct,m = 1{,}3\,.\,3{,}21 = 4{,}17\ MPa \quad \textbf{(23)}$$

A rigidez é determinada pelos módulos de elasticidade inicial (Eci) e secante (Ecs), Equações (3) e (4), com fator αE = 1 para agregados graníticos. O

Quadro 2 consolida os resultados, que servem de dados de entrada do concreto para o dimensionamento.

Quadro 2 – Resumo dos Parâmetros Calculados do Concreto

Característica do Concreto	Valor (Mpa)
fck	35
fcd	25
fct,m	3,21
fctk,inf	2,23
fctk,sup	4,17
Eci	33130,05
Ecs	29402,92

Fonte: Elaboração própria (2026).

Para o aço, a resistência de cálculo (fyd) é obtida a partir das resistências características de 500 MPa (CA-50) e 600 MPa (CA-60). Conforme a NBR 6118 (ABNT, 2026), o módulo de elasticidade do aço (Es) é fixado em 210 GPa (210.000 MPa). O Quadro 3 reúne os parâmetros determinados para o aço.

Quadro 3 – Resumo dos Parâmetros Calculados do Aço

Característica do Aço	Valor (Mpa)
fyk CA-50	500
fyd CA-50	434,78
fyk CA-60	600
fyd CA-60	521,74
Es	210.000

Fonte: Elaboração própria (2026).

3.3.3 Pré-dimensionamento dos elementos estruturais

Nesta etapa, aplicam-se os procedimentos descritos no capítulo 2, utilizando as relações, recomendações e limites apresentados no capítulo anterior.

3.3.4 Configurações da análise

Segundo Carvalho (2018), o Eberick disponibiliza duas abordagens de cálculo: o modelo de Pórtico Espacial, que realiza análise tridimensional completa da estrutura, considerando as ações horizontais e efetuando as verificações de estabilidade global, e o modelo de Pavimentos Isolados, no qual cada pavimento é analisado de forma independente, sem considerar o comportamento espacial do conjunto. Neste estudo adotou-se o modelo de Pórtico Espacial, visando maior precisão na representação do comportamento estrutural. Para o dimensionamento das lajes, optou-se pelo método da Grelha, em vez de Grelhas Isoladas, por permitir avaliar de forma mais detalhada as deformações nas vigas decorrentes da interação com as lajes.

O programa fornece os diagramas de carregamentos, esforços cortantes, momentos fletores e momentos torsores, que auxiliam na interpretação do comportamento dos elementos. No dimensionamento das armaduras, o Eberick define automaticamente as bitolas, área de aço necessária, quantidade e diâmetro das barras, podendo o projetista ajustá-las manualmente dentro dos limites da NBR 6118 (ABNT, 2026). Concluído o detalhamento, o projeto é exportado para o AutoCAD, onde são editadas e montadas as pranchas finais conforme o padrão gráfico definido pelo responsável técnico.

3.4 Projeto Hidrossanitário

Para o projeto hidrossanitário adotaram-se as diretrizes das normas NBR 5626 (ABNT, 2020) – Sistemas prediais de água fria e água quente: projeto, execução, operação e manutenção –, NBR 8160 (ABNT, 1999) – Sistemas prediais de esgoto sanitário: projeto e execução – e NBR 10844 (ABNT, 1989) – Instalações prediais de águas pluviais –, além das orientações técnicas da CASAN (Companhia Catarinense de Águas e Saneamento) e das exigências da Prefeitura Municipal de Florianópolis. Adotou-se como premissa de projeto a presença de rede pública de coleta de esgoto, considerando a edificação inserida na região central de Florianópolis. Dessa forma, o projeto compreende o dimensionamento das tubulações prediais dos sistemas de água fria, água quente, esgoto sanitário e drenagem pluvial, não contemplando o

dimensionamento do processo de tratamento de esgoto, cuja destinação fica a cargo do sistema público de coleta

Em virtude da implantação em encosta de morro, considerou-se a possibilidade de a rede pública da CASAN não dispor de pressão suficiente para alcançar diretamente o reservatório superior. Assim, adotou-se o sistema indireto com bombeamento (tópico 2.5.1) contando com um reservatório inferior, para armazenamento inicial, e um reservatório superior, responsável pela distribuição aos pontos de consumo abastecidos pela CASAN.

As tubulações seguem os critérios da NBR 5626 (ABNT, 2020), considerando o número de peças de utilização, a simultaneidade de consumo e as perdas de carga admissíveis, com o traçado minimizando interferências estruturais e priorizando a setorização de ramais para manutenção futura. Cada trecho é dimensionado pela soma das vazões das peças nele conectadas. As perdas são avaliadas em todos os trechos, incluindo conexões, válvulas e acessórios (item 2.5.5.2), por meio da tabela de comprimentos equivalentes, conforme Figura 29.

Figura 29 – Comprimentos equivalentes

Diâmetro nominal		Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê de 90° passagem direta	Tê de 90° saída de lado	Tê de 90° saída bilateral	Entrada normal	Entrada de borda	Entrada de canalização	Válvula de pé e crivo	Válvula de retenção		Registro de globo aberto	Registro de gaveta aberto	Registro de ângulo aberto
DE	(ref)												Tipo leve	Tipo pesado			
mm	(-)																
20	(1/2)	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	5,9
25	(3/4)	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1,0	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6.1
32	(1)	1,5	0,7	0,6	0.4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15,0	0,3	8,4
40	(1 1/4)	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	4,6	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,5
50	(1 1/2)	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1,0	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17,0
60	(2)	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5	2,8	3,3	23,7	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
75	(2 1/2)	3,7	1.7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	25,0	8.2	12,5	38,0	0,9	19,0
85	(3)	3,9	1,8	1,5	0.9	2,5	8,0	8,0	2,0	3,7	3,7	26,8	9,3	14,2	40,0	0,9	20,0
110	(4)	4,3	1.9	1,6	1,0	2,6	8,3	8,3	2,2	4,0	3.9	28,6	10,4	16.0	42,3	1,0	22,1
125	(5)	4,9	2,4	1,9	1,1	3,3	10,0	10,0	2,5	5,0	4,9	37,4	12,5	19,2	50,9	1,1	26,2
150	(6)	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1	11,1	2,8	5,6	5,5	43,4	13,9	21,4	56,7	1,2	28,9

Fonte: Catálogo Tigre, 2025.

O dimensionamento adota o modelo de planilha do Anexo A (normativo) da NBR 5626 (ABNT, 1998), referência tradicional no cálculo das redes prediais, que organiza por trecho o diâmetro nominal, a vazão, a velocidade, a perda de carga

unitária, os comprimentos reais e equivalentes, a perda de carga total, a carga disponível, as cotas geométricas, as pressões inicial e final, o material e os coeficientes de atrito.

No presente trabalho, foi utilizada uma versão adaptada da planilha de dimensionamento apresentada por Lima (2024), cuja representação é apresentada na na Figura 30 – Planilha de dimensionamento redes de distribuição.

Figura 30 – Planilha de dimensionamento redes de distribuição

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Trecho	Soma dos pesos	Vazão Estimada	Diâmetro externo	Diâmetro interno	Área	Velocidade	erda de carga unitária	Diferença de cota Desce [+]	Pressão disponível a montante	Comprimento da tubulação			Perda de carga	Pressão disponível a jusante	Pressão requerida no ponto de
										Real	Equivalente	Total			
		L/s	mm	mm	m²	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	m	kPa	kPa	kPa

Parte das vazões, diâmetros e velocidades.

Parte das perdas de carga, cotas e pressões disponíveis.

Fonte: Lima (2024)

A pressão disponível em cada trecho resulta da soma da diferença de cota convertida para kPa, subtraídas as perdas de carga acumuladas, tornando-se a pressão inicial do trecho seguinte para manter a continuidade hidráulica. Valores inferiores a 5 kPa ou pressões negativas indicam trecho subdimensionado, exigindo o aumento do diâmetro até o atendimento da NBR 5626 (ABNT, 2020). Para as redes de distribuição adota-se velocidade máxima de 1,0 m/s.

Conforme a NBR 5626 (ABNT, 2020) e o Teorema de Bernoulli para fluidos reais, as pressões dinâmicas mínimas nos pontos de utilização não devem ser inferiores a 10 kPa e a pressão estática máxima é limitada a 400 kPa, garantindo desempenho, segurança e conforto. O cálculo das pressões considera a carga disponível no reservatório, as variações de nível entre os pontos e as perdas de carga distribuídas e localizadas (Δh). Em função das pressões obtidas, podem ser dimensionadas bombas pressurizadoras em situações de baixa pressão, conforme manuais de fabricantes.

Inicialmente, define-se a posição dos reservatórios inferior e superior conforme os volumes dimensionados; em seguida, o traçado e o diâmetro do alimentador predial, considerando velocidades admissíveis e eventual bombeamento.

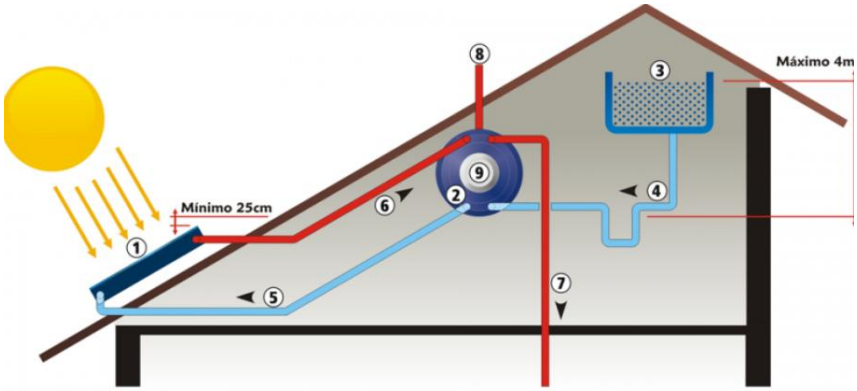
Localizam-se então as colunas de distribuição de água fria, posicionadas para atender aos pontos de consumo com menor interferência estrutural. Identificam-se todos os aparelhos sanitários, determinando-se os sub-ramais e ramais de alimentação, representados tridimensionalmente em desenhos isométricos, que evidenciam conexões, mudanças de nível e interligações. Por fim, dimensionam-se os diâmetros verificando as pressões disponíveis em cada trecho, ajustando-os sempre que se identifiquem pressões insuficientes ou excessivas, até o pleno atendimento às condições de funcionamento.

3.4.1 Sistema de abastecimento de água quente

O dimensionamento das instalações de água quente segue o mesmo método das redes de água fria. Adota-se temperatura de operação de 60 °C, mantendo o armazenamento fora da faixa de desenvolvimento da bactéria *Legionella*, conforme a NBR 16824 (ABNT, 2020).

O sistema adotado é do tipo híbrido, combinando aquecimento solar com apoio de resistência elétrica no reservatório térmico (boiler), conforme o esquema da Figura 31.

Figura 31 – Esquema de uma instalação hidráulica de edifícios, com previsão para utilização de aquecedores solares



Fonte: adaptado de Solarem (2026).

O aquecimento solar atua como fonte primária, aproveitando a energia gratuita do sol, enquanto a resistência elétrica funciona como sistema auxiliar, acionada automaticamente por termostato quando a temperatura da água cai abaixo do nível desejado (por exemplo, em dias chuvosos ou de alto consumo noturno). O

dimensionamento considera o volume do reservatório e a área dos coletores para a demanda principal e a potência da resistência para o aquecimento rápido quando necessário, maximizando a eficiência energética com garantia de água quente contínua.

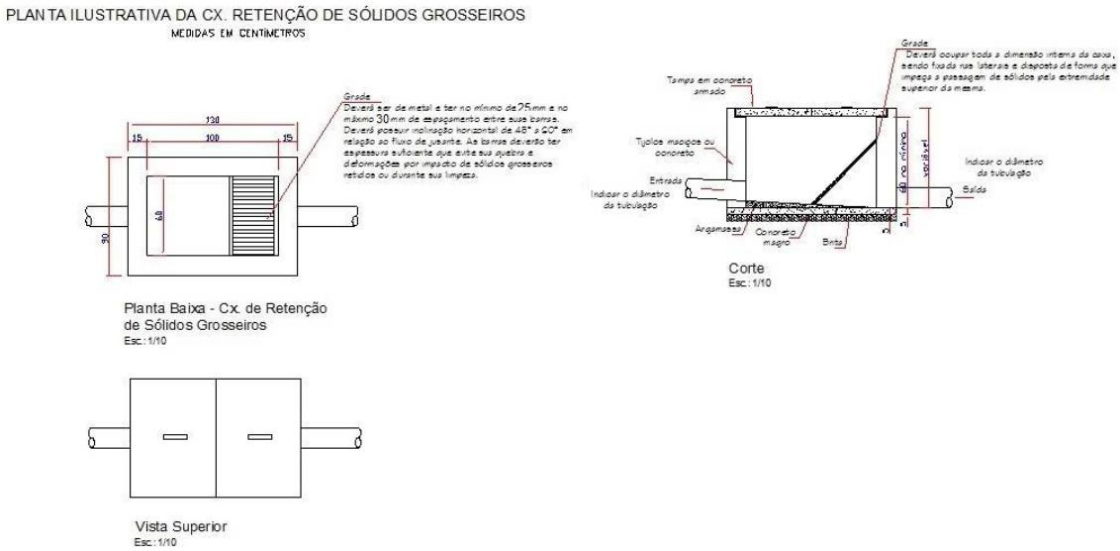
3.4.2 Sistema de esgotamento sanitário

O projeto de esgoto sanitário foi concebido considerando a existência de rede coletora pública operada pela CASAN, o que dispensa o dimensionamento de sistemas individuais de tratamento (fossas sépticas, filtros anaeróbios, sumidouros ou cloradores). Os efluentes são coletados por ramais internos que convergem para o tubo de queda e, em seguida, para a rede externa, respeitando as declividades mínimas da NBR 8160 (ABNT, 1999).

Adotam-se os critérios da NBR 8160 (ABNT, 1999) e as exigências do Manual do Empreendedor – Módulo II: Condomínios e Edificações (CASAN, 2024), observando o princípio do separador absoluto. O projeto parte da identificação de todos os aparelhos sanitários e da definição dos pontos de implantação dos tubos de queda, caixas sifonadas, caixas de gordura e linhas de ventilação.

Como parte obrigatória, será prevista caixa de gordura (CG) para retenção de resíduos gordurosos provenientes de pias de cozinha, máquinas de lavar louça e churrasqueira. Complementarmente, será implantada dentro do lote uma caixa de retenção de sólidos, confeccionada em material resistente à corrosão e equipada com grelha metálica com abertura entre 25 mm e 30 mm, posicionada antes da ligação ao ramal predial modelo apresentado no Anexo 4 do Manual, ilustrado na Figura 32.

Figura 32 – Caixa de retenção de sólidos grosseiros



Fonte: adaptado de CASAN (2024)

A ligação na caixa inspeção (CI) ou no terminal de inspeção e limpeza (TIL) ocorrerá por meio de uma única tubulação, precedida da caixa de retenção de sólidos dentro do lote. Preveem-se caixas de inspeção a cada mudança de direção, ramificação e no limite do lote, garantindo acesso para manutenção e estanqueidade. As distâncias máximas adotadas são: 10 m para os ramais de descarga e de esgoto de bacias sanitárias, caixas sifonadas e caixas de gordura até o dispositivo de inspeção mais próximo; 25 m entre dois dispositivos de inspeção; e 15 m entre a ligação do coletor predial ao coletor público e o dispositivo de inspeção mais próximo.

Quando a cota do lote estiver próxima ou inferior ao greide da via pública, prevê-se válvula de retenção contra refluxo; havendo necessidade de elevar o efluente até a cota de ligação, avalia-se a implantação de estação elevatória, composta por caixa coletora, conjunto motobomba e caixa de quebra de pressão, conduzindo o efluente em conduto livre antes da chegada à CI/TIL, conforme a CASAN. Definidos os elementos obrigatórios, dimensionam-se os trechos de tubulação segundo a NBR 8160 (ABNT, 1999), em função do número de aparelhos sanitários e das UHC correspondentes. Por fim, o sistema é representado em plantas, cortes, diagramas verticais e detalhes construtivos, com todas as informações necessárias à futura solicitação de ligação à CASAN.

4 APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo de apresentação de resultados inicia-se pelo Projeto Estrutural e na sequência o Projeto Hidrossanitário.

4.1 PROJETO ESTRUTURAL

4.1.1 Concepção Estrutural

A concepção estrutural iniciou-se com a exportação das plantas arquitetônicas desenvolvidas no Revit para o ambiente CAD. Posteriormente, os arquivos foram depurados no AutoCAD, removendo-se elementos não necessários ao projeto estrutural, como mobiliários, cotas secundárias e demais informações complementares. Os pavimentos foram organizados em layers específicos e identificados por cores distintas, possibilitando a sobreposição das plantas e o alinhamento entre os diferentes níveis da edificação conforme demonstrado na Figura 33.

Figura 33 – Arquitetura preparada para lançamento estrutural

Fonte: Elaboração própria (2026).

Com a arquitetura preparada, iniciou-se o lançamento dos elementos estruturais, começando pela locação dos pilares. Sempre que possível, os pilares foram posicionados nos encontros de paredes e interseções entre ambientes, locais naturalmente favoráveis à acomodação dos elementos estruturais. Também se buscou garantir a continuidade vertical dos pilares entre os pavimentos, conduzindo os carregamentos de forma mais direta até as fundações e reduzindo a necessidade de elementos de transição.

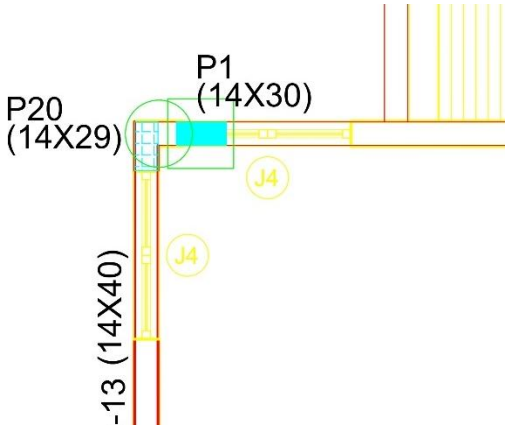
Inicialmente, adotou-se para todos os pilares uma seção transversal de 14 cm × 30 cm, correspondente a uma área de concreto de 420 cm², valor superior à área mínima de 360 cm² estabelecida pela NBR 6118 (ABNT, 2026) com o objetivo compatibilizar os elementos estruturais com as paredes previstas no projeto arquitetônico. Para identificação da continuidade, necessidade de rotação ou criação de pilares, foi considerada na sobreposição a legenda conforme Figura 34.

Figura 34 – Simbologia pilares concepção estrutural

Fonte: Elaboração própria (2026).

Destaca-se, na concepção estrutural adotada, uma situação em que não foi possível manter a continuidade vertical de um dos pilares. No dormitório do pavimento superior, a posição originalmente prevista para o elemento coincidia com uma esquadria do projeto arquitetônico, inviabilizando sua continuidade até os pavimentos inferiores. Diante dessa restrição, optou-se pela interrupção do alinhamento inicialmente proposto e pela criação de um novo pilar com início nesse pavimento, solução que permitiu compatibilizar as exigências arquitetônicas com o sistema estrutural adotado conforme exposto na Figura 35.

Figura 35 – Situação de interrupção da continuidade de pilar

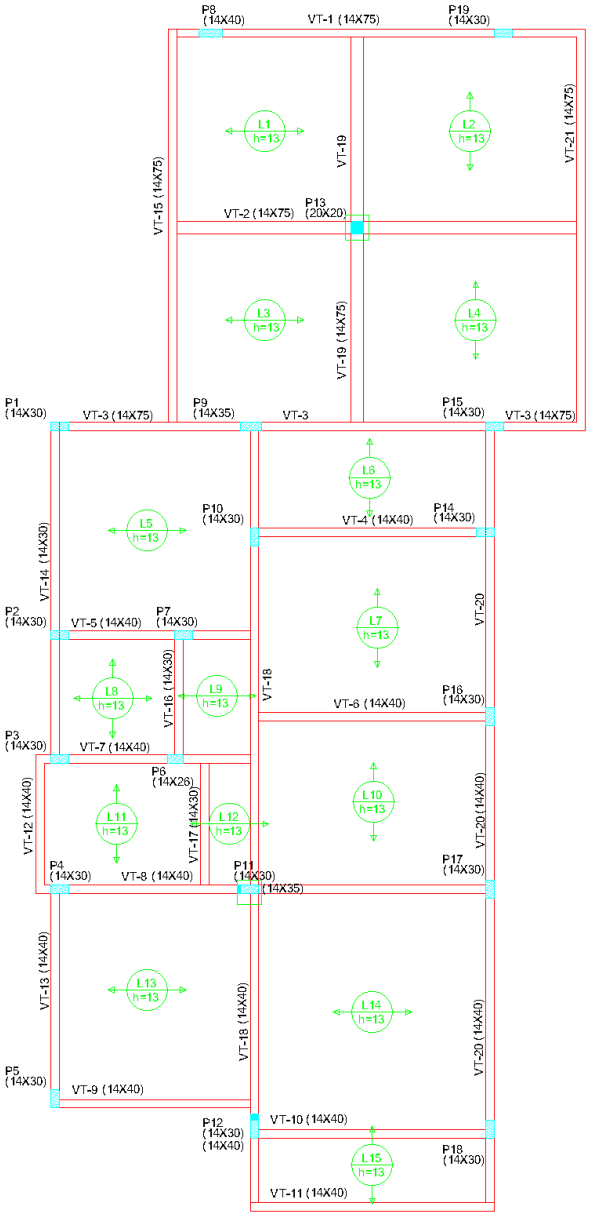


Fonte: Elaboração própria (2026).

Após a definição do posicionamento dos pilares, procedeu-se ao lançamento preliminar das vigas e lajes. Considerando que a arquitetura da residência foi concebida predominantemente com paredes de aproximadamente 15 cm de espessura, adotou-se inicialmente a mesma largura do lançamento de pilares 14 cm para as vigas, permitindo seu embutimento parcial ou total nos elementos de vedação e reduzindo impactos visuais nos ambientes internos.

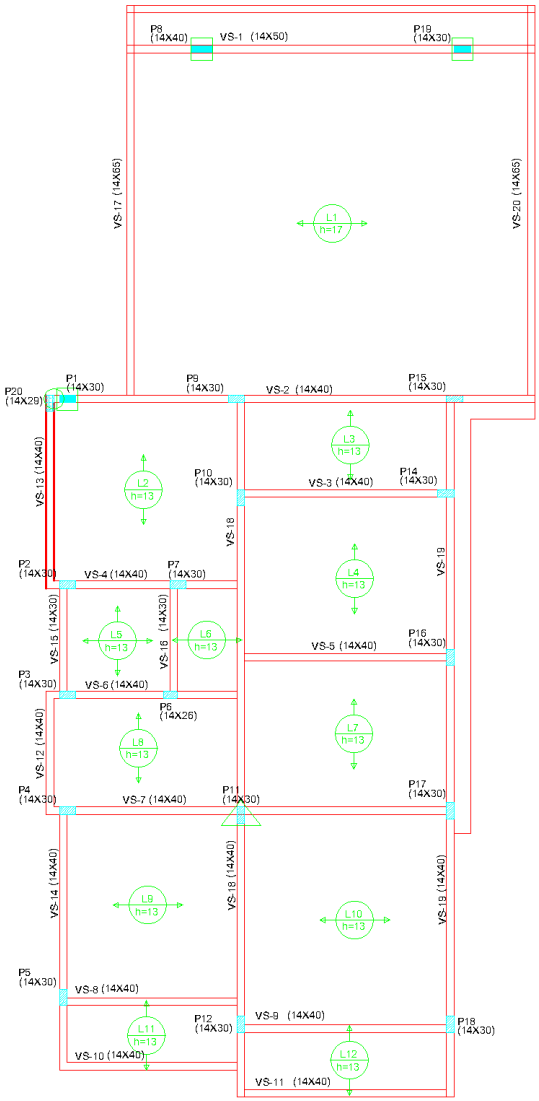
Com a conclusão da etapa de pré-dimensionamento dos elementos estruturais, foram elaboradas as pré-formas dos pavimentos da edificação, as quais consolidam as seções preliminares adotadas para pilares, vigas e lajes, conforme apresentado nas Figura 36 aFigura 39.

Figura 36 – Pré-Forma Térreo



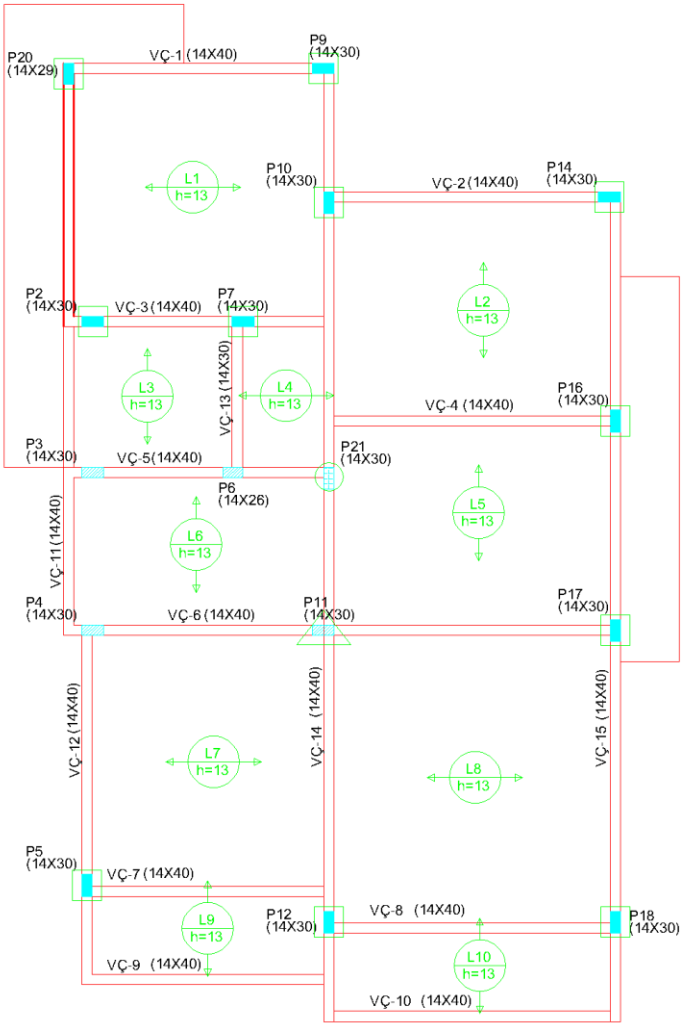
Fonte: Elaboração própria (2026).

Figura 37 – Pré-Forma Superior



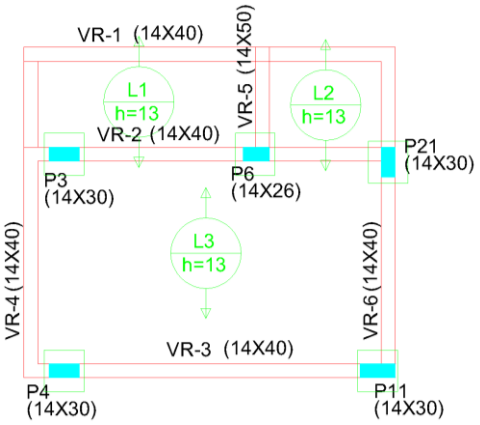
Fonte: Elaboração própria (2026).

Figura 38 – Pré-Forma Terraço/Cobertura



Fonte: Elaboração própria (2026).

Figura 39 – Pré-Forma Caixa da Água



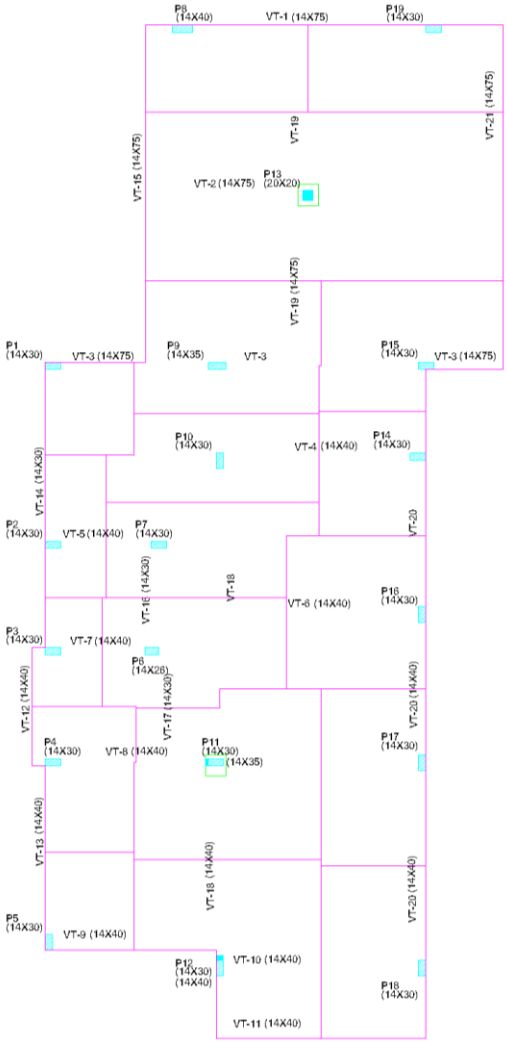
Fonte: Elaboração própria (2026).

4.1.2 Pré-Dimensionamento

a. Pilares

Definida a concepção estrutural realizou-se o pré-dimensionamento dos pilares com base nos critérios apresentados no Capítulo 2. Para a estimativa das cargas atuantes em cada pilar, foram determinadas as respectivas áreas de influência para cada pavimento da edificação, definidas a partir da metade da distância entre pilares adjacentes. A Figura 40 apresenta a delimitação das áreas de influência dos pilares no pavimento térreo, utilizada como exemplo representativo do procedimento adotado, uma vez que a mesma metodologia foi aplicada aos demais pavimentos da edificação.

Figura 40 – Áreas de influência dos pilares térreos



Fonte: Elaboração própria (2026).

A partir das áreas de influência obtidas, aplicaram-se as equações de pré-dimensionamento apresentadas por Alva (2007) e Sousa (2022), considerando o número de pavimentos da edificação, as cargas médias adotadas por pavimento conforme Figura 41 e os coeficientes correspondentes à posição de cada pilar.

Figura 41 – Carregamento por pavimento

TIPO CARREGAMENTO	CARGAS	TOTAL	
GARAGEM	1200	1200	kgf/m²
TÉRREO	1000	1000	kgf/m²
SUPERIOR	1000	1000	kgf/m²
TERRAÇO	1000	1000	kgf/m131
COBERTURA	800	800	kgf/m²
RESERVATÓRIO	1158,744395	1158,7	kgf/m²
COBERTURA RESERVAT.	800	800	kgf/m²

Fonte: Elaboração própria (2026).

O resultado do pré-dimensionamento pode ser visualizado na Figura 42.

Figura 42 – Resultado Pré-dimensionamento dos Pilares

PILAR	PAVIMENTO	Al (m^2)	POSIÇÃO	NK (kN)	Nk Acumulado (kgf)	car	BASE (B)	LARGURA (L)	Nd, est (kN)	Ac, min (cm^2)	CONFERÊNCIA	ÁREA SEÇÃO FINAL (cm^2)
P1	TÉRREO	3,09	C	3.090,00	10.170,00	1,25	14	30	445	170	OK	420
	SUPERIOR	3,54	E	3.540,00	7.080,00	1,25	14	30	273	104	OK	420
P2	TÉRREO	3,23	E	3.230,00	10.830,00	1,25	14	30	417	159	OK	420
	SUPERIOR	3,68	E	3.680,00	7.600,00	1,25	14	30	293	111	OK	420
	TERRAÇO	3,92	I	3.920,00	3.920,00	1,25	14	30	123	47	OK	420
P3	TÉRREO	2,59	I	2.590,00	14.757,60	1,25	14	30	465	177	OK	420
	SUPERIOR	2,59	I	2.590,00	12.167,60	1,25	14	30	383	146	OK	420
	TERRAÇO	2,82	I	2.820,00	9.577,60	1,25	14	30	302	115	OK	420
	RESERVATÓRIO	2,87	I	3.325,60	6.757,60	1,25	14	30	213	81	OK	420
	COBERTURA RESERVAT.	4,29	I	3.432,00	3.432,00	1,25	14	30	108	41	OK	420
P4	TÉRREO	5,16	E	5.160,00	19.985,11	1,25	14	30	769	293	OK	420
	SUPERIOR	5,16	E	5.160,00	14.825,11	1,25	14	30	571	217	OK	420
	TERRAÇO	5,16	E	5.160,00	9.665,11	1,25	14	30	372	142	OK	420
	RESERVATÓRIO	2,30	E	2.665,11	4.505,11	1,25	14	30	173	66	OK	420
	COBERTURA RESERVAT.	2,30	E	1.840,00	1.840,00	1,25	14	30	71	27	OK	420
P5	TÉRREO	3,24	C	3.240,00	13.860,00	1,25	14	30	606	231	OK	420
	SUPERIOR	5,31	E	5.310,00	10.620,00	1,25	14	30	409	156	OK	420
	TERRAÇO	5,31	E	5.310,00	5.310,00	1,25	14	30	204	78	OK	420
P6	TÉRREO	7,07	I	7.070,00	29.949,66	1,25	14	26	943	359	OK	364
	SUPERIOR	7,07	I	7.070,00	22.879,66	1,25	14	26	721	275	OK	364
	TERRAÇO	7,07	I	7.070,00	15.809,66	1,25	14	26	498	190	OK	364
	RESERVATÓRIO	3,46	I	4.009,26	4.009,26	1,25	14	26	126	48	OK	364
P7	TÉRREO	6,78	I	6.780,00	20.340,00	1,25	14	30	641	244	OK	420
	SUPERIOR	6,78	I	6.780,00	13.560,00	1,25	14	30	427	163	OK	420
	TERRAÇO	6,78	I	6.780,00	6.780,00	1,25	14	30	214	81	OK	420
P8	GARAGEM	5,24	E	6.288,00	13.000,00	1,25	14	40	501	191	OK	560
	COBERTURA	8,39	E	6.712,00	6.712,00	1,25	14	40	258	98	OK	560
P9	TÉRREO	8,82	I	8.820,00	37.280,00	1,25	14	35	1.174	447	OK	490
	SUPERIOR	11,52	I	11.520,00	28.460,00	1,25	14	30	896	342	OK	420
	TERRAÇO	16,94	C	16.940,00	16.940,00	1,25	14	30	741	282	OK	420
P10	GARAGEM	6,64	I	7.968,00	19.838,00	1,25	14	30	625	238	OK	420
	SUPERIOR	6,64	I	6.640,00	11.870,00	1,25	14	30	374	142	OK	420
	TERRAÇO	5,23	C	5.230,00	5.230,00	1,25	14	30	229	87	OK	420
P11	TÉRREO	11,22	I	11.220,00	37.342,44	1,25	14	35	1.176	448	OK	490
	SUPERIOR	11,22	I	11.220,00	26.122,44	1,25	14	25	823	313	OK	350
	TERRAÇO	11,22	I	11.220,00	14.902,44	1,25	14	25	469	179	OK	350
	RESERVATÓRIO	1,88	C	2.178,44	3.682,44	1,25	14	25	161	61	OK	350
	COBERTURA RESERVAT.	1,88	C	1.504,00	1.504,00	1,25	14	25	66	25	OK	350
P12	TÉRREO	9,73	E	9.730,00	32.950,00	1,25	14	40	1.269	483	OK	560
	SUPERIOR	11,61	I	11.610,00	23.220,00	1,25	14	30	731	279	OK	420
	TERRAÇO	11,61	I	11.610,00	11.610,00	1,25	14	30	366	139	OK	420
P13	GARAGEM	22,41	I	26.892,00	26.892,00	1,00	20	20	678	258	OK	400
P14	TÉRREO	4,94	E	4.940,00	13.170,00	1,25	14	30	507	193	OK	420
	SUPERIOR	4,94	E	4.940,00	8.230,00	1,25	14	30	317	121	OK	420
	TERRAÇO	3,29	C	3.290,00	3.290,00	1,25	14	30	144	55	OK	420
P15	GARAGEM	7,69	E	9.228,00	19.258,00	1,25	14	30	741	282	OK	420
	SUPERIOR	10,03	E	10.030,00	10.030,00	1,25	14	30	386	147	OK	420
P16	TÉRREO	7,92	E	7.920,00	23.760,00	1,25	14	30	915	348	OK	420
	SUPERIOR	7,92	E	7.920,00	15.840,00	1,25	14	30	610	232	OK	420
	TERRAÇO	7,92	E	7.920,00	7.920,00	1,25	14	30	305	116	OK	420
P17	TÉRREO	6,89	E	6.890,00	20.670,00	1,25	14	30	796	303	OK	420
	SUPERIOR	6,89	E	6.890,00	13.780,00	1,25	14	30	531	202	OK	420
	TERRAÇO	6,89	E	6.890,00	6.890,00	1,25	14	30	265	101	OK	420
P18	TÉRREO	6,75	E	6.750,00	20.230,00	1,25	14	30	779	297	OK	420
	SUPERIOR	6,74	E	6.740,00	13.480,00	1,25	14	30	519	198	OK	420
	TERRAÇO	6,74	E	6.740,00	6.740,00	1,25	14	30	259	99	OK	420
P19	GARAGEM	6,32	E	7.584,00	14.296,00	1,25	14	30	550	210	OK	420
	COBERTURA	8,39	C	6.712,00	6.712,00	1,25	14	30	294	112	OK	420
P20	TERRAÇO	3,54	C	3.540,00	3.540,00	1,25	14	29	155	59	OK	406
P21	RESERVATÓRIO	1,59	E	1.842,40	4.730,40	1,25	14	30	182	69	OK	420
	COBERTURA RESERVAT.	3,61	E	2.888,00	2.888,00	1,25	14	30	111	42	OK	420

Fonte: Elaboração própria (2026).

b. Vigas

A altura inicial das vigas foi definida a partir dos vãos efetivos entre apoios. Para cada elemento, foram avaliadas as condições de apoio e a continuidade estrutural, permitindo a delimitação dos respectivos trechos e a determinação dos vãos utilizados no pré-dimensionamento. Para as vigas entre pilares, aplicou-se a relação proposta por Lança (2006), adotando-se a razão entre o vão efetivo e coeficientes iguais a 10 para vigas biapoiadas e 12 para vigas contínuas. Nos trechos em balanço, adotou-se a relação L/5, conforme recomendação de Pinheiro, Muzardo e Santos (2003). A Figura 43 ilustra o pré-dimensionamento das vigas no pavimento superior, exemplo representativo da metodologia aplicada aos demais pavimentos do projeto.

Figura 43 – Pré-dimensionamento das vigas superior

PRÉ-DIMENSIONAMENTO SUPERIOR						
VIGA	TRECHO	CONDIÇÃO	l(cm)	h calculada	h corrigida	h adotado
VS-1	A	Viga biapoiada	485,00	48,50	50,00	50
VS-2	A	Balanço	33,00	6,60	40,00	40
	B	Viga contínua	314,00	26,17	30,00	40
	C	Viga contínua	406,00	33,83	35,00	40
VS-3	A	Viga biapoiada	382,00	38,20	40,00	40
VS-4	A	Balanço	33,00	6,60	40,00	40
	B	Viga biapoiada	205,00	20,50	30,00	40
	C	Balanço	117,00	23,40	40,00	40
VS-5	A	Viga biapoiada	390,00	39,00	40,00	40
VS-6	A	Balanço	33,00	6,60	40,00	40
	B	Viga biapoiada	189,00	18,90	30,00	40
	C	Balanço	132,00	26,40	40,00	40
VS-7	A	Balanço	33,00	6,60	40,00	40
	B	Viga contínua	322,00	26,83	30,00	40
	C	Viga contínua	390,00	32,50	35,00	40
VS-8	A	Viga biapoiada	330,00	33,00	35,00	40
VS-9	A	Viga biapoiada	390,00	39,00	40,00	40
VS-10	A	Viga biapoiada	330,00	33,00	35,00	40
VS-11	A	Viga biapoiada	390,00	39,00	40,00	40
VS-12	A	Viga biapoiada	215,00	21,50	30,00	40
VS-13	A	Viga biapoiada	337,50	33,75	35,00	40
VS-14	A	Balanço	128,00	25,60	40,00	40
	B	Viga biapoiada	347,00	34,70	35,00	40
VS-15	A	Viga biapoiada	205,00	20,50	30,00	30
VS-16	A	Viga biapoiada	205,00	20,50	30,00	30
VS-17	A	Viga biapoiada	650,00	65,00	65,00	65
VS-18	A	Balanço	128,00	25,60	40,00	40
	B	Viga contínua	391,50	32,63	35,00	40
	C	Viga contínua	220,63	18,39	30,00	40
	D	Viga contínua	204,87	17,07	30,00	40
	E	Viga contínua	162,00	13,50	30,00	40
	F	Viga contínua	183,00	15,25	30,00	40
VS-19	A	Balanço	128,00	25,60	40,00	40
	B	Viga contínua	397,00	33,08	35,00	40
	C	Viga contínua	285,00	23,75	30,00	40
	D	Viga contínua	305,00	25,42	30,00	40
	E	Viga contínua	175,00	14,58	30,00	40
VS-20	A	Viga biapoiada	650,00	65,00	65,00	65

Fonte: Elaboração própria (2026).

Os valores obtidos foram posteriormente compatibilizados com as condicionantes arquitetônicas e refinados a partir da análise da forma estrutural e das condições de apoio de cada elemento, definindo-se as alturas adotadas na modelagem estrutural.

c. Lajes

Dentre as tipologias apresentadas no tópico 2.3.4, optou-se pela utilização de lajes treliçadas, por se tratar de uma solução amplamente empregada em residências unifamiliares, em razão da sua racionalidade construtiva, menor peso próprio e redução do consumo de concreto em comparação a sistemas maciços. Além disso, o sistema apresenta facilidade de execução, menor demanda de fôrmas e contribui para a redução das cargas transmitidas aos demais elementos estruturais, favorecendo a economia global da estrutura. A Figura 44 apresenta o resultado do pré-dimensionamento das lajes do pavimento terraço/cobertura, evidenciando as espessuras preliminares definidas em função dos vãos e das condições de apoio consideradas.

Figura 44 – Pré-dimensionamento das lajes terraço/cobertura

PRÉ-DIMENSIONAMENTO TERRAÇO								
LAJE	TIPO DE LAJE	Lx(cm)	Lycm)	PAREDES?	h calculada	h corrigida	h adotada	Verificação
L1	Treliçada	345,00	355,00	NÃO	9,86	9,86	13	OK
L2	Treliçada	304,00	390,00	NÃO	8,69	8,69	13	OK
L3	Treliçada	205,00	230,00	NÃO	5,86	5,86	13	OK
L4	Treliçada	125,00	205,00	NÃO	3,57	3,57	13	OK
L5	Treliçada	285,00	390,00	NÃO	8,14	8,14	13	OK
L6	Treliçada	215,00	355,00	NÃO	6,14	6,14	13	OK
L7	Treliçada	330,00	355,00	NÃO	9,43	9,43	13	OK
L8	Treliçada	390,00	405,00	NÃO	11,14	11,14	13	OK
L9	Treliçada	120,00	330,00	NÃO	3,43	3,43	13	OK
L10	Treliçada	120,00	390,00	NÃO	3,43	3,43	13	OK

Fonte: Elaboração própria (2026).

A aplicação dos critérios de pré-dimensionamento correspondentes resultou na adoção de uma altura de 13 cm para as lajes. O valor obtido mostrou-se compatível com os vãos analisados, atendendo à espessura mínima recomendada para essa tipologia de laje, e foi incorporado à modelagem estrutural, sendo posteriormente submetido às verificações de resistência e deformação realizadas pelo software.

4.1.3 Modelagem, Análise e dimensionamento Eberick

A partir das pré-formas resultantes da concepção estrutural e do pré-dimensionamento dos elementos, conduziu-se a modelagem no software AltoQi Eberick, tendo como base o projeto arquitetônico, importado para orientar o lançamento dos elementos estruturais. As pré-formas serviram de gabarito para o primeiro lançamento da estrutura, fornecendo as seções iniciais de pilares, vigas e lajes a serem posicionados no modelo. A apresentação a seguir descreve a configuração final resultante desse processo, organizada na sequência cronológica adotada no projeto.

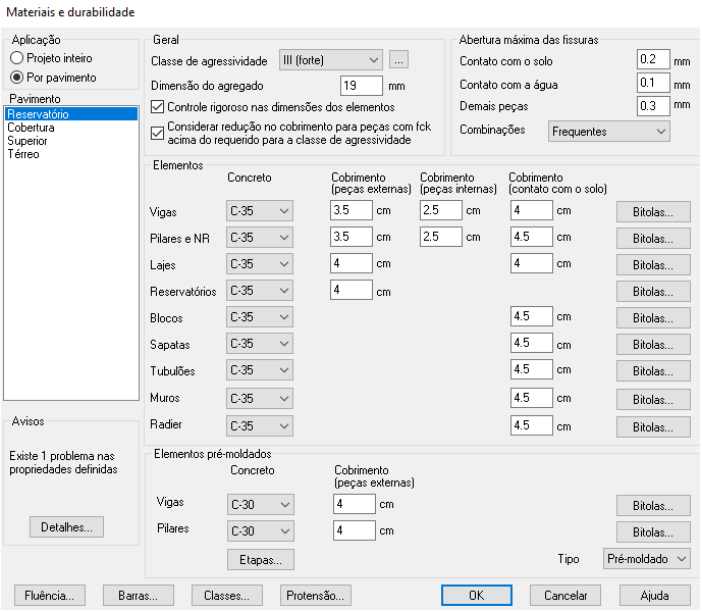
a. Configurações Iniciais

Previamente ao lançamento dos elementos estruturais, foram definidas as configurações gerais do projeto no Eberick, abrangendo os materiais, critérios de durabilidade, parâmetros de dimensionamento, verificações aos estados-limite de serviço e a ação do vento.

As propriedades dos materiais e os critérios de durabilidade foram estabelecidos em função da classe de agressividade ambiental do empreendimento, classificada como CAA-III (forte), em conformidade com a metodologia adotada. Foram considerados agregado com dimensão máxima característica de 19 mm e limites de abertura de fissuras de 0,2 mm para elementos em contato com o solo, 0,1 mm para elementos em contato com a água e 0,3 mm para os demais elementos estruturais. Nesse contexto, a

Figura 45 apresenta a configuração dos materiais e dos parâmetros de durabilidade adotados no Eberick, em conformidade com a classe de agressividade ambiental e os critérios previamente estabelecidos.

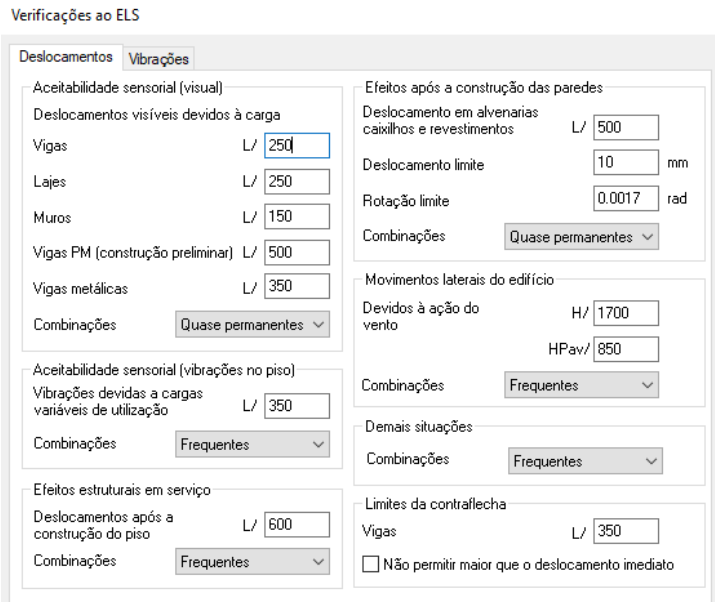
Figura 45 – Configuração de materiais e durabilidade no Eberick



Fonte: Elaboração própria (2026).

Na sequência, foram verificados os parâmetros de dimensionamento e as verificações ao estado-limite de serviço (ELS), considerando os deslocamentos-limite estabelecidos pela NBR 6118 (ABNT, 2026), com os parâmetros de aceitabilidade sensorial (L/250 para vigas e lajes), os efeitos após a construção das paredes (L/500) e os movimentos laterais do edifício (H/1700), conforme apresentado na Figura 46 conforme apresentado no tópico 2.2.6.

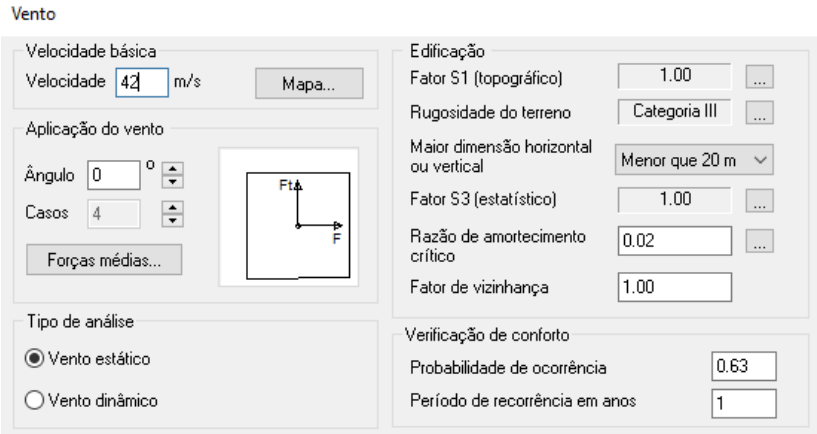
Figura 46 – Verificações ao estado-limite de serviço (ELS)



Fonte: Elaboração própria (2026).

Por fim, configurou-se a ação do vento, com velocidade básica de 42 m/s, fator topográfico S1 igual a 1,00, rugosidade do terreno em Categoria III e fator estatístico S3 igual a 1,00, conforme a Figura 47.

Figura 47 – Configuração da ação do vento

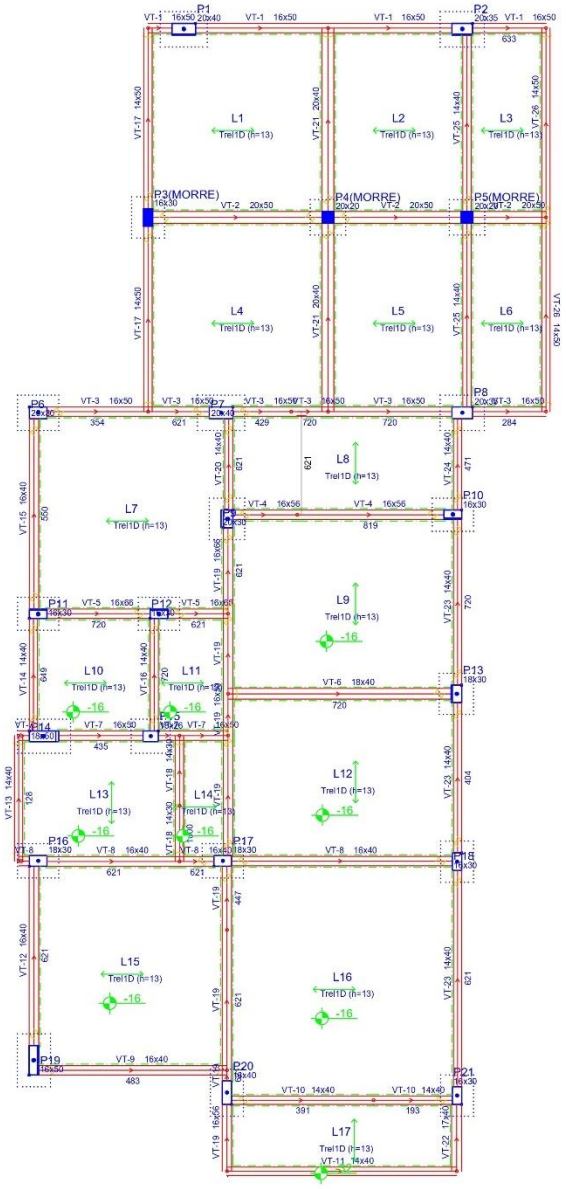


Fonte: Elaboração própria (2026).

b. Lançamento dos elementos estruturais

Concluídas as configurações iniciais, procedeu-se ao lançamento dos elementos estruturais. As plantas arquitetônicas dos pavimentos foram inseridas como referência (croqui), juntamente com a planta de formas utilizada como gabarito, sobre as quais se posicionaram pilares, vigas e lajes a partir das seções obtidas na concepção e no pré-dimensionamento. A estrutura foi organizada nos pavimentos definidos no projeto como Térreo, Superior, Reservatório e Cobertura. O croqui de lançamento do pavimento térreo pode ser visualizado na Figura 48.

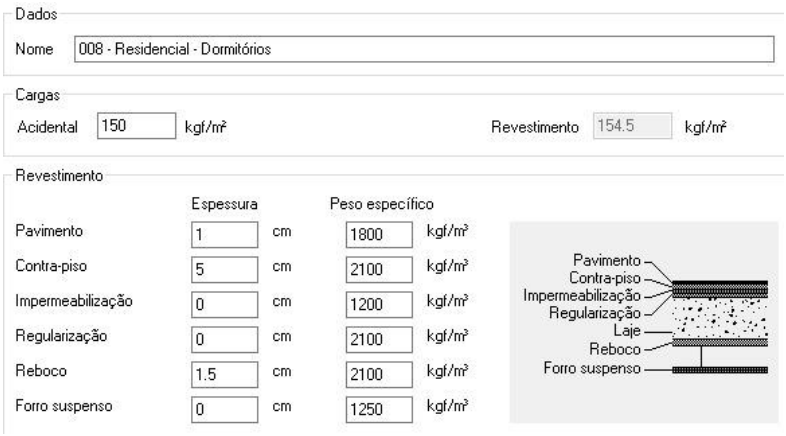
Figura 48 – Croqui de lançamento estrutural do pavimento térreo



Fonte: Elaboração própria (2026).

Posicionados os elementos estruturais, procedeu-se ao lançamento dos carregamentos. As cargas permanentes contemplaram o peso próprio dos elementos, calculado automaticamente pelo software a partir das seções adotadas e do peso específico do concreto. Para as lajes, foi adotado o grupo de carregamento 008 – Dormitórios, considerando carga de revestimento de 154,5 kgf/m² e acidental de 150 kgf/m², conforme demonstrado na Figura 49.

Figura 49 –Cargas Típicas



Fonte: Elaboração própria (2026).

As cargas provenientes das alvenarias foram lançadas de acordo com a posição de apoio das paredes. Quando apoiadas sobre vigas, foi adotada carga linear de 621,40 kgf/m, sendo também inseridas as aberturas de portas e janelas, de modo a representar o alívio de carga correspondente aos vãos e refletir com maior fidelidade o peso efetivo das alvenarias. Nos casos em que as paredes se apoiavam diretamente sobre as lajes, os carregamentos foram inseridos como cargas lineares distribuídas sobre os respectivos painéis.

Também foram consideradas cargas específicas decorrentes de elementos previstos no projeto arquitetônico. A banheira foi modelada por meio de carga distribuída em área na região de sua instalação, enquanto o reservatório superior foi representado por uma carga adicional de 1200 kgf/m² aplicada na laje de apoio.

Lançados os elementos e as cargas, ajustou-se o modelo diretamente nos croquis dos pavimentos, etapa em que se configuraram os rebaixos de vigas e lajes, necessários em função da existência de dois níveis distintos de piso no pavimento térreo. A definição dos rebaixos exigiu a análise das vigas envolvidas, buscando preservar, sempre que possível, a continuidade das seções e das armaduras entre os trechos situados em níveis diferentes, de modo a evitar descontinuidades que comprometessem o fluxo dos esforços internos ou dificultassem o detalhamento e a execução.

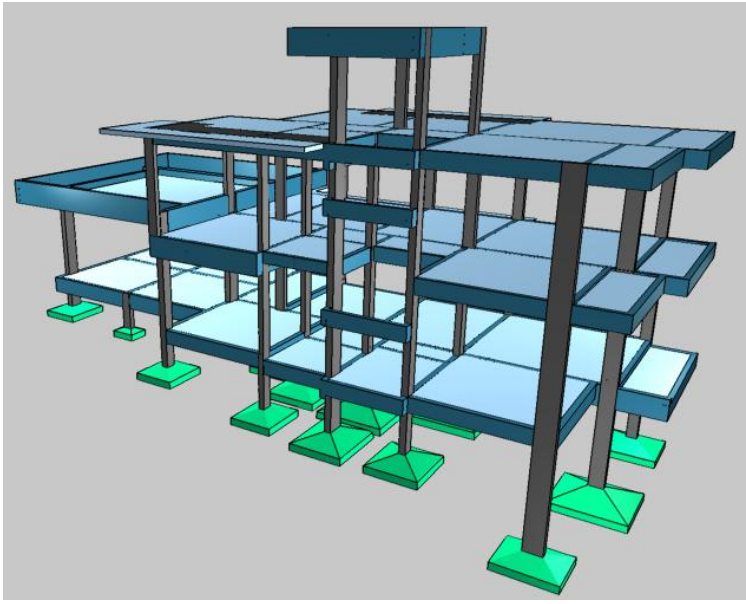
A escada definida no projeto arquitetônico caracteriza-se como autoportante, com viga central e degraus em leque. Em razão dessa configuração, optou-se por considerá-la como elemento pré-moldado, não modelado integralmente

no pórtico espacial. Sua contribuição foi introduzida na análise por meio do lançamento de carga extra de 2000 kgf/m nas vigas intermediárias, referente ao peso da escada e à respectiva sobrecarga de uso. Dessa forma, o efeito da escada foi considerado por meio das reações transmitidas às vigas de apoio, em conformidade com a solução construtiva adotada.

Por fim, previamente ao processamento, definiram-se as condições de vínculo entre os elementos. De maneira geral, adotaram-se nós semirrígidos nos encontros entre vigas e pilares, permitindo considerar a transmissão parcial dos momentos fletores entre os elementos e evitando a superestimação do engastamento das ligações. Como exceção, as vigas em balanço permaneceram rigidamente vinculadas aos apoios, em razão da necessidade de transmissão integral dos momentos característicos desse tipo de elemento. Nos encontros entre vigas, em que um elemento se apoia sobre outro sem continuidade de rigidez à flexão, adotou-se a rotulação da ligação, permitindo apenas a transferência das reações verticais ao elemento de apoio.

Concluídas todas as etapas de lançamento e configuração, obteve-se o modelo estrutural tridimensional apresentado na Figura 50, que evidencia a disposição espacial dos pilares, vigas, lajes e sapatas ao longo dos pavimentos.

Figura 50 – Modelo estrutural tridimensional



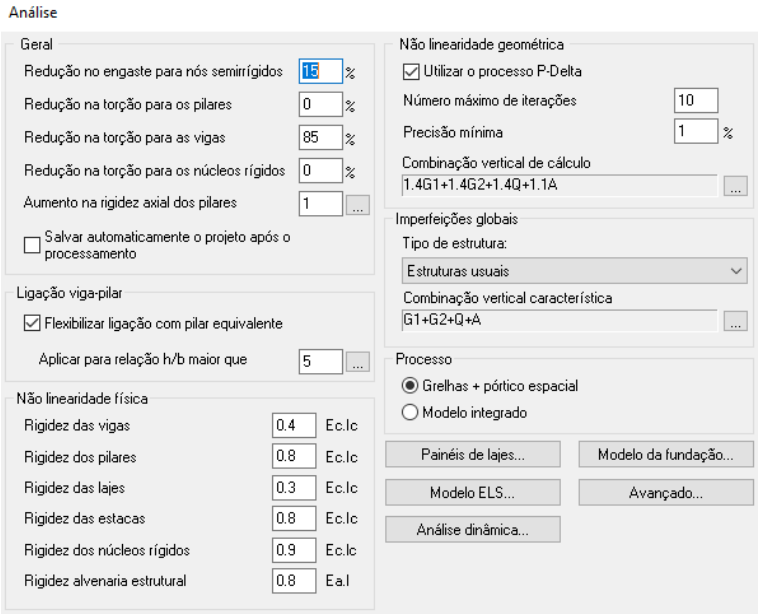
Fonte: Elaboração própria (2026).

c. *Análise Estrutura*

1. *Pórtico Espacial*

O processamento da estrutura foi realizado com o modelo de grelhas associado ao pórtico espacial, com a consideração da não linearidade física por meio da redução de rigidez dos elementos de 0,4 EcIc para vigas, 0,8 EcIc para pilares e 0,3 EcIc para lajes e da não linearidade geométrica pelo processo P-Delta, conforme a configuração de análise apresentada na Figura 51. Essa configuração atende às prescrições da NBR 6118 (ABNT, 2026) para a avaliação dos efeitos de segunda ordem.

Figura 51 – Configurações de análise adotadas no processamento



Fonte: Elaboração própria (2026).

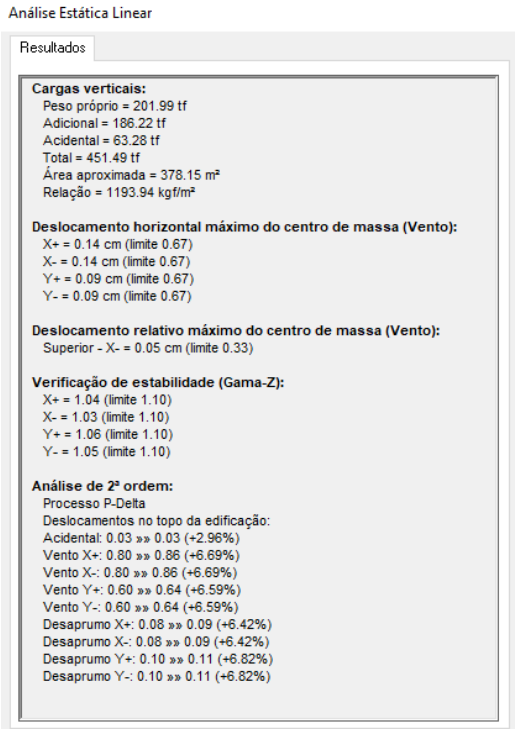
A partir desse modelo, o Eberick gerou automaticamente as combinações de ações nos estados-limite último e de serviço, associando os coeficientes de ponderação às ações permanentes, acidentais e de vento. A combinação última utilizada na visualização dos esforços nos diagramas unifilares corresponde a 1,4G1 + 1,4G2 + 0,98Q + 1,4V1 + 0,75D1, contemplando simultaneamente as ações permanentes, acidentais, de vento e de desaprumo.

Cabe destacar que o desenvolvimento do projeto estrutural no Eberick constituiu um processo iterativo e contínuo, e não uma sequência linear de etapas

isoladas. A cada processamento, foram verificados os deslocamentos, os esforços, a estabilidade global e o dimensionamento dos elementos, identificando-se eventuais inconsistências ou verificações não atendidas. A partir dessa avaliação, promoviam-se ajustes na concepção, alterações de seções, reposicionamento de elementos e revisão de vinculações, seguidos de novo processamento. A apresentação a seguir descreve a configuração final resultante desse processo.

A análise estática linear final forneceu o resumo das cargas verticais atuantes na edificação: peso próprio de 201,99 tf, carga permanente adicional de 186,22 tf e carga acidental de 63,28 tf, totalizando 451,49 tf sobre uma área aproximada de 378,15 m², o que resulta em uma relação de 1.193,94 kgf/m². Os resultados consolidados da análise são apresentados na Figura 52.

Figura 52 – Resultados da análise estática linear



Fonte: Elaboração própria (2026).

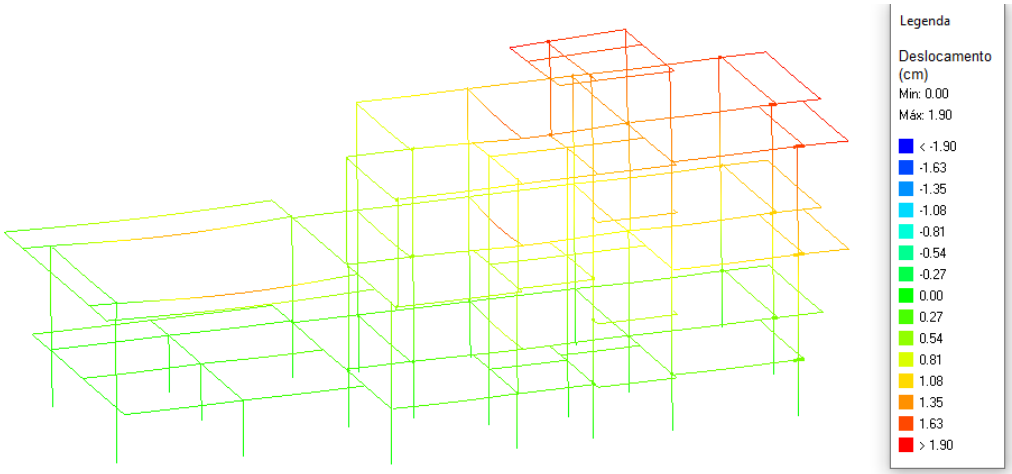
A estabilidade global foi avaliada pelo coeficiente γz, que apresentou valores de 1,04 e 1,03 nas direções X+ e X− e de 1,06 e 1,05 nas direções Y+ e Y−, todos inferiores ao limite de 1,10 estabelecido pela NBR 6118 (ABNT, 2026). Dessa forma, a estrutura classifica-se como de nós fixos, condição em que os efeitos globais de segunda ordem são inferiores a 10% dos de primeira ordem. Ainda assim, o

processo P-Delta foi mantido habilitado, garantindo a consideração dos acréscimos de esforços decorrentes da análise de segunda ordem.

Os deslocamentos horizontais do centro de massa devidos à ação do vento atingiram valores máximos de 0,14 cm nas direções X+ e X− e de 0,09 cm nas direções Y+ e Y−, todos muito inferiores ao limite de 0,67 cm. O deslocamento relativo máximo entre pavimentos, de 0,05 cm no pavimento superior, também atendeu ao limite de 0,33 cm. Esses resultados indicam adequada rigidez lateral da estrutura frente às ações horizontais.

A deformada global da estrutura, obtida para a combinação última de deslocamentos, é apresentada na Figura 53. Observa-se que o deslocamento máximo atingiu 1,90 cm, concentrado na região superior da edificação, correspondente à torre do reservatório, em razão de sua maior elevação e menor travamento lateral em relação ao restante da estrutura. Os pavimentos inferiores apresentaram deslocamentos progressivamente menores.

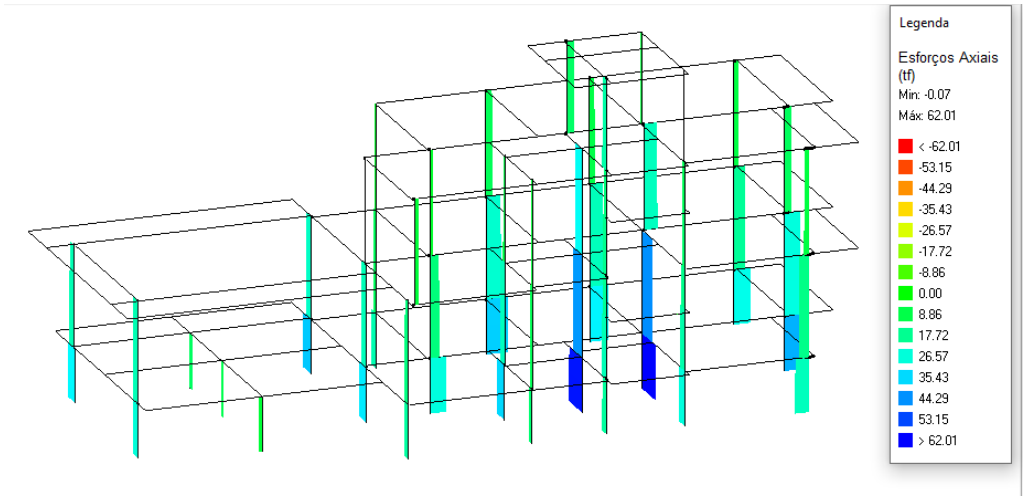
Figura 53 – Deslocamentos da estrutura



Fonte: Elaboração própria (2026).

Os diagramas de esforços obtidos no pórtico unifilar avaliam o comportamento dos elementos sob a combinação última. O diagrama de esforços axiais (Figura 54) apresentou valores entre −0,07 tf e 62,01 tf, com os maiores esforços de compressão concentrados nos pilares P17 e P15 centrais dos pavimentos inferiores.

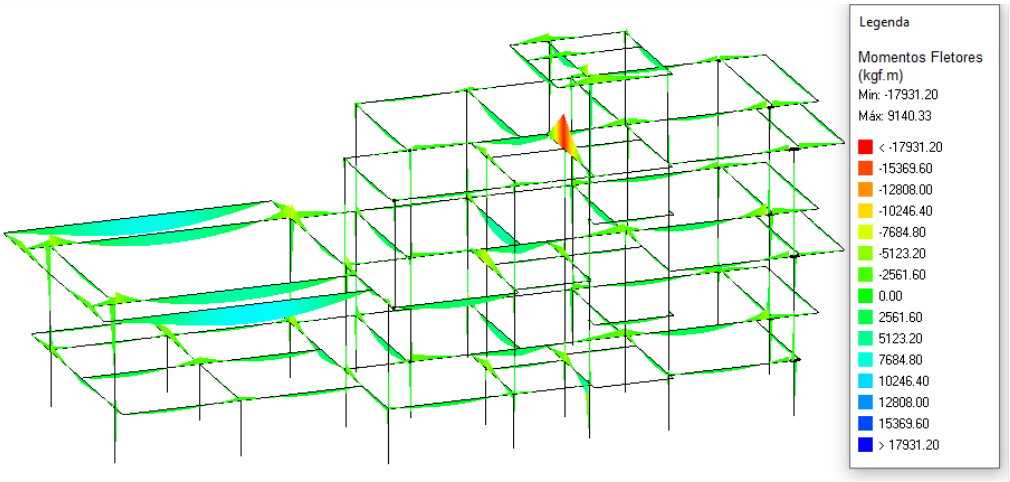
Figura 54 – Diagrama de esforços axiais nos pilares



Fonte: Elaboração própria (2026).

O diagrama de momentos fletores (Figura 55) registrou valores entre −17.931,20 kgf·m e 9.140,33 kgf·m. O maior momento negativo concentrou-se na viga da cobertura VC-6 de -17931,20 kgf·m, enquanto os picos positivos, foram nas vigas de cobertura da garagem VS-18 e VS-26 com valores de 9140,33 e 8255,83 kgf·m, respectivamente.

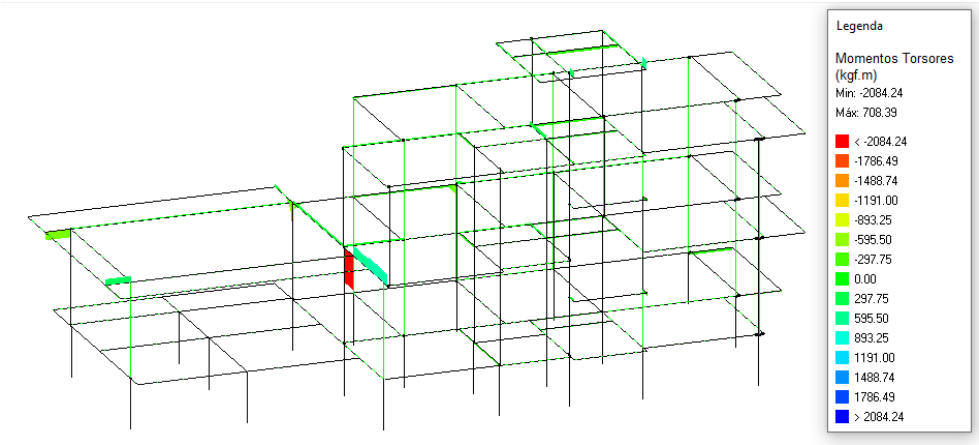
Figura 55 – Diagrama de momentos fletores



Fonte: Elaboração própria (2026).

O diagrama de momentos torsores (Figura 56) apresentou valores entre −2.084,24 kgf·m e 708,39 kgf·m, com a maior solicitação localizada na VS-4.

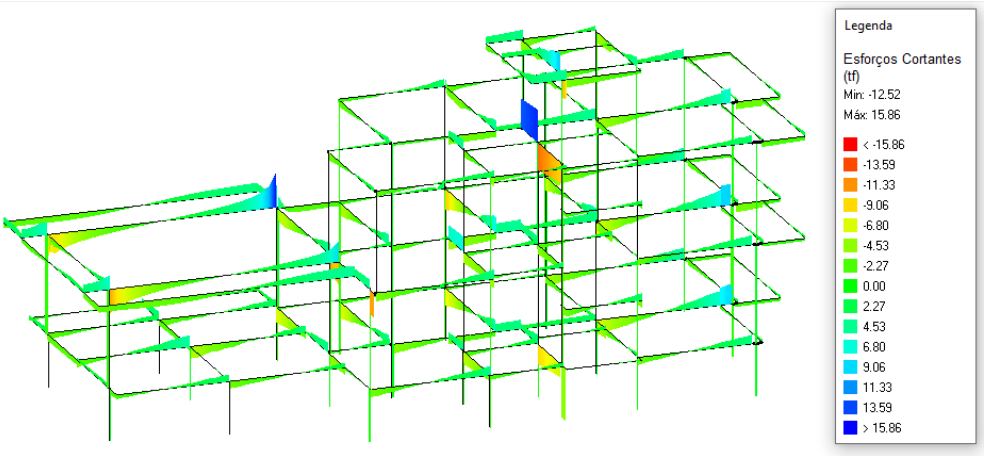
Figura 56 – Diagrama de momentos torsores



Fonte: Elaboração própria (2026).

O diagrama de esforços cortantes (Figura 57) variou entre −12,52 tf e 15,86 tf, com os valores mais expressivos junto aos apoios das vigas e nos encontros com os pilares.

Figura 57 – Diagrama de esforços cortantes



Fonte: Elaboração própria (2026).

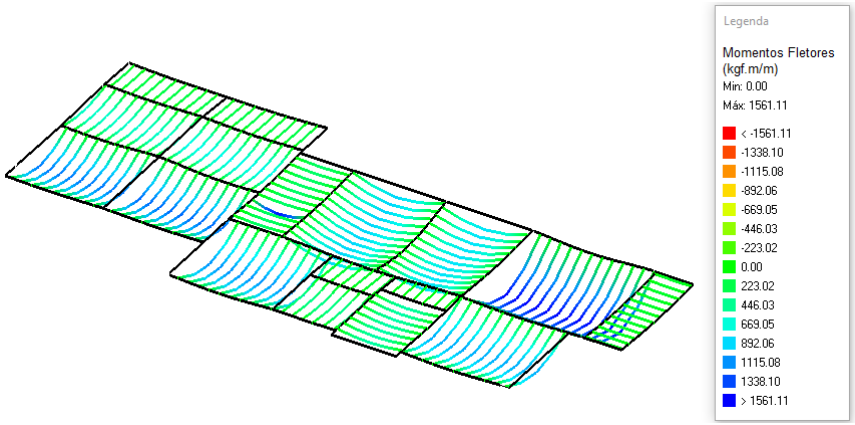
Durante o processamento, foram realizados os ajustes necessários nos elementos que apresentaram inconsistências ou verificações não atendidas. Pode-se destacar as alterações ocorreram na região da garagem, onde foram inseridos pilares adicionais no pavimento térreo para redução dos vãos e acrescentadas vigas no pavimento superior para aumento da rigidez estrutural do conjunto.

2. Grelhas

Conforme definido na metodologia, as lajes foram analisadas pelo método da grelha, no qual o pavimento é discretizado em uma malha de barras que representa o comportamento da laje à flexão e à torção, permitindo a avaliação detalhada dos esforços e das deformações e a interação com as vigas de apoio. Os esforços e deslocamentos foram obtidos para a combinação última 1,4G1 + 1,4G2 + 1,4Q, sendo apresentados a seguir por pavimento.

A grelha das lajes do pavimento térreo (Figura 58) apresentou momento fletor máximo de 1.561,11 kgf·m/m na L16.

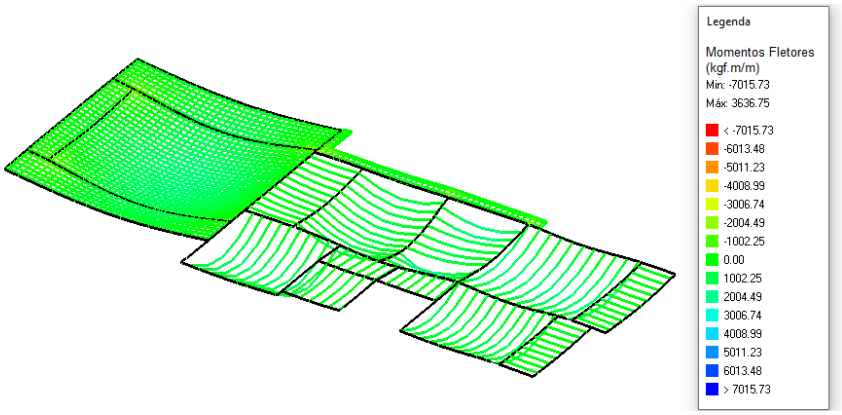
Figura 58 – Grelha das lajes do pavimento térreo



Fonte: Elaboração própria (2026).

No pavimento superior (Figura 59), registrou-se o esforço mais expressivos entre os pavimentos, com momento fletor máximo positivo de 3.636,75 kgf·m/m na L11 do banheiro master.

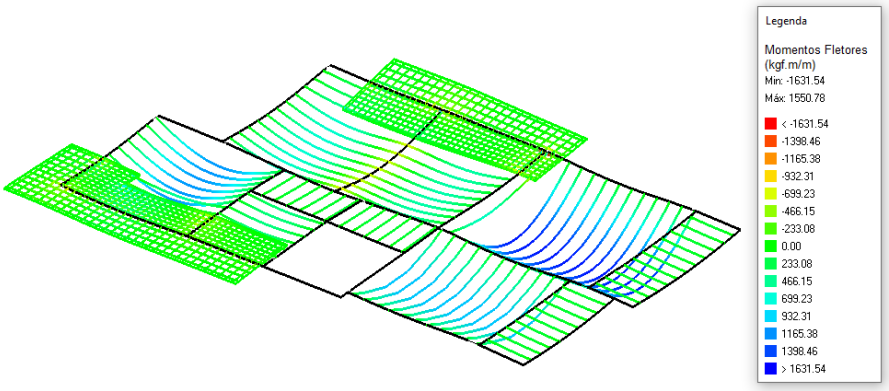
Figura 59 – Grelha das lajes do pavimento superior



Fonte: Elaboração própria (2026).

A grelha das lajes da cobertura (Figura 60) registrou momento fletor máximo de 1.550,78 kgf·m/m na laje L10.

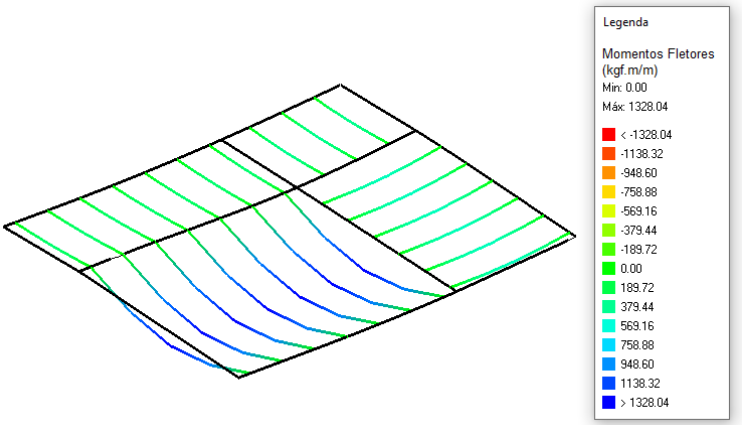
Figura 60 – Grelha das lajes do pavimento cobertura



Fonte: Elaboração própria (2026).

Por fim, a grelha das lajes do reservatório (Figura 61) apresentou momento fletor máximo de 1.328,04 kgf·m/m na L3, localizada na laje de fundo do reservatório, em razão do carregamento de água.

Figura 61 – Grelha das lajes do pavimento reservatório



Fonte: Elaboração própria (2026).

A análise dos deslocamentos elásticos da grelha, obtida para a mesma combinação, permitiu avaliar o comportamento das lajes quanto à deformação. No pavimento térreo o deslocamento máximo foi de 1,09 cm, no superior de 0,96 cm, mas lajes de maiores momentos fletores observada na grelha. As lajes do reservatório apresentaram o menor deslocamento entre os pavimentos, com máximo de 0,30 cm, em razão dos menores vãos envolvidos, enquanto a cobertura registrou deslocamento máximo de 1,09 cm.

d. Dimensionamento dos Elementos Estruturais

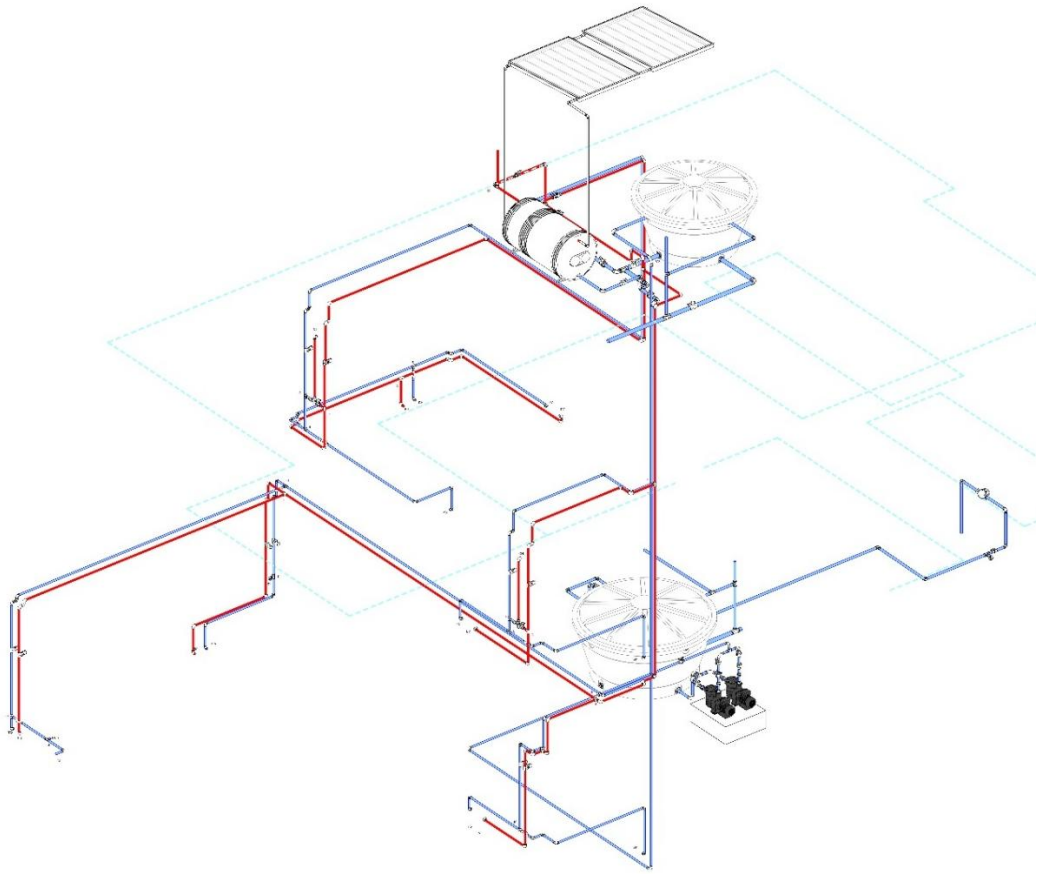
Concluída a análise estrutural, procedeu-se ao dimensionamento dos elementos, no qual o Eberick determinou as armaduras de pilares, vigas e lajes a partir dos esforços solicitantes. Posteriormente, foram realizados ajustes nos detalhamentos gerados pelo software, buscando racionalizar a montagem das armaduras e facilitar a execução da estrutura. Nas vigas, priorizou-se a redução do número de camadas de armadura adequando os diâmetros das barras e, quando necessário, das seções. Além disso, procurou-se limitar a utilização de bitolas a Ø16 mm na maior parte dos elementos, favorecendo a montagem, o dobramento e o posicionamento das armaduras em obra. As plantas de formas e os detalhamentos das armaduras resultantes do dimensionamento estrutural são apresentados no Apêndices B.

4.2 PROJETO HIDROSSANITÁRIO

O projeto hidrossanitário foi desenvolvido a partir do projeto arquitetônico e estrutural, considerando a localização das peças sanitárias, equipamentos, vigas, pilares e lajes.

Assim, foram definidos os traçados das redes de água fria, água quente, esgoto sanitário, ventilação e águas pluviais. O traçado de água fria e quente utilizado para os dimensionamentos pode ser visualizado na Figura 62.

Figura 62 – Isométrico Água Dimensionamento



Fonte: Elaboração própria (2026).

A definição do traçado das tubulações observou critérios de integração com a estrutura e de viabilidade construtiva. Em relação à estrutura, evitou-se o conflito com os pilares, contornados por desvios no percurso, e verificou-se o pé-direito disponível em cada trecho, dispondo-se as tubulações rentes à laje sempre que possível, de modo a preservar a altura livre dos ambientes e garantir o maior pé-direito útil. Quanto à racionalidade do traçado, priorizou-se o percurso rente às paredes, com o menor número de conexões e mudanças de direção, reduzindo as perdas de carga localizadas e conferindo maior liberdade ao rebaixamento em gesso e à execução dos forros.

Após realizou-se o dimensionamento dos sistemas, incluindo a determinação das vazões de projeto, dimensionamento das tubulações, verificação das pressões disponíveis e cálculo das perdas de carga.

As alturas de instalação dos pontos hidrossanitários, comuns aos sistemas de água fria, água quente e esgoto sanitário, são apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Alturas Pontos

Ambiente	Item	Sigla	Altura (m)		
			Água Fria	Água Quente	Esgoto
Banheiros e Lavabo	Registro Geral BWC	RG	1,80	1,80	-
	Registro Geral Lavabo	RG	1,80	1,80	-
	Lavatório	LV	0,60	0,60	0,50
	Chuveiro	CH	2,10	2,10	
	Monocomando Chuveiro	MO	1,10	1,10	-
	Banheira	BA	0,10	0,10	PISO
	Bacia Sanitária	BS	0,25	-	-
Cozinha	Registro Geral	RG	1,80	1,80	-
	Pia	PIA	0,60	0,60	0,50
	Filtro	FIL	1,10	-	-
Área de Serviço	Registro Geral	RG	1,80	-	-
	Máquina de Lavar Roupa	MLR	0,80	-	0,8
	Tanque	TQ	0,6	0,6	-

Fonte: Elaboração própria (2026).

Adota-se como diretriz a concentração das instalações em paredes comuns, quando possível, reduzindo conexões, mudanças de direção e extensões desnecessárias, o que resulta em menores perdas de carga, menor risco de interferências com a estrutura e maior racionalidade construtiva.

4.2.1 Água Fria

a. Consumo Predial e Reservação

Para Florianópolis, adota-se consumo per capita de 200 L/dia, conforme a Orientação Técnica nº 4 da Prefeitura Municipal, conforme Figura 63.

Figura 63 – Consumo diário de água

OCUPAÇÃO	CONSUMO DIÁRIO ÁGUA (L/d)	CONTRIBUIÇÃO DIÁRIA ESGOTO	CÁLCULO DA POPULAÇÃO
Residências unifamiliares	200 per capita	80% consumo diário de água	2 pessoas/dormitório
Residências coletivas [1; 2]	300 per capita	80% consumo diário de água	4 pessoas/dormitório[2]
Residências transitórias[1]	120 por hóspede	80% consumo diário de água	2 hóspedes/dormitório
Residências multifamiliares	200 per capita	80% consumo diário de água	2 pessoas/dormitório
Edificações para locais de reunião ou curta permanência [1]	5 per capita	80% consumo diário de água	1 pessoa/m² sentada 1 pessoa/0,5m² em pé
Estabelecimento de saúde com internação[1; 3]	120 por leito 50 por funcionário	80% consumo diário de água	----------
Estabelecimento de saúde sem internação[1; 3]	10 por paciente 50 por funcionário	80% consumo diário de água	----------
Estabelecimentos educacionais – por período (até 3)[1]	25 por pessoa/por período	80% consumo diário de água	De acordo com regulamentação específica do órgão de educação
Edificações para usos comerciais	50 per capita	80% consumo diário de água	1 pessoa/7,5 m²
Serviços de alimentação[1]	25 por refeição	80% consumo diário de água	-

Fonte: Prefeitura Municipal de Florianópolis (2021).

Adotou-se a estimativa de duas pessoas por dormitório, totalizando seis habitantes e assim, calculado o consumo diário (Cd) de 1.200 L/dia conforme:

$$Cd = P\ x\ C = 6\ hab\ x\ 200\ \frac{L}{hab} dia = 1200\ \frac{L}{dia} = 1{,}2\ \frac{L}{dia} \quad \textbf{(24)}$$

Onde:

C = consumo per capita (litros/dia);

P = população.

Adotou-se autonomia de dois dias como critério de projeto, de modo a assegurar o abastecimento da residência em eventuais interrupções do fornecimento da rede pública, obtendo-se um volume total de reservação de 2.400 litros, distribuídos entre um reservatório inferior de cerca de 1.440 litros (60%) e um superior de 960 litros (40%). Para adequar o projeto às capacidades disponíveis comercialmente, adotaram-se reservatórios de polietileno (PEAD) da marca Fortlev com capacidades nominais de 1.500 L para o inferior e 1.000 L para o superior, atendendo ao volume mínimo de reservação e assegurando a autonomia estabelecida em projeto, instalados conforme as recomendações do fabricante e a NBR 5626 (ABNT, 2020). O reservatório inferior foi locado abaixo da sala de estar, no pavimento térreo, e o superior na torre da caixa

d'água prevista no projeto arquitetônico, permitindo a distribuição por gravidade aos pontos de consumo da residência.

b. Dimensionamento do alimentador predial

O alimentador predial foi dimensionado para repor o volume de consumo diário em até 2 horas, prazo adotado por se tratar de residência unifamiliar, reduzindo a possibilidade de interrupções no fornecimento interno, com velocidade de 0,6 m/s (tópico 2.5.5.3). Dada a configuração com reservatório inferior para armazenamento e reservatório superior para distribuição por gravidade, o projeto considerou um sistema de recalque para elevar a água do reservatório inferior ao superior, composto por tubulação de sucção, conjunto de bombeamento e tubulação de recalque. Priorizou-se a instalação da bomba em condição afogada, evitando entrada de ar e perda de escorva, que podem ocorrer quando a sucção não está submersa. O diâmetro de recalque foi obtido pela equação (25).

$$D = 1{,}3 \cdot \sqrt{Q} \,.\, \sqrt{x} \qquad \textbf{(25)}$$

Onde:

D – diâmetro, em m

Q – vazão, em m³/s

X – horas de funcionamento/24h

O diâmetro do alimentador foi definido em função da vazão de abastecimento e da velocidade de escoamento. Adotando o cenário mais desfavorável, de pressão mínima, com velocidade de 0,6 m/s, os cálculos constam na Figura 64, resultando em diâmetro comercial final de 25 mm.

Figura 64 – Dimensionamento Alimentador

Tempo	**2**	horas
Velocidade	**0,6**	m/s
Q	0,00017	m³/s
A	0,00028	m²
Ø interno calculdo	0,01881	m
Ø comercial	**25**	mm

Fonte: Elaboração própria (2026).

c. Instalações Elevatórias

A seleção da bomba do sistema elevatório depende da altura manométrica total, obtida a partir das parcelas de sucção e de recalque. Inicialmente, determinaram-se os desníveis geométricos de 0,48 m na sucção e 10,05 m no recalque. Em seguida, calcularam-se as perdas de carga equivalentes na sucção (hs) e no recalque (hr), a partir do traçado das tubulações projetadas e de suas conexões para os diâmetros já definidos.

O valor de hs resultou da verificação dos comprimentos reais da tubulação de sucção somados aos comprimentos equivalentes das conexões presentes, aplicando-se a esse total a perda de carga unitária calculada conforme Figura 65.

Figura 65 – Perdas de Carga na Sucção

Ø sucção comercial adotado	32,00	mm
Comp. real sucção	**0,88**	m
Comp. equivalentes	18,5	m
j (perda de carga unitária)	0,0024	m/m
Comprimento total	19,38	m
HJ sucção	0,05	m
Desnível de sucção	**0,48**	m
Hman.sucção	**0,53**	m

Fonte: Elaboração própria (2026).

Comprimentos equivalentes considerados na sucção para diâmetro nominal (DN) de 32 mm conforme Figura 66.

Figura 66 – Comprimentos Equivalentes na Sucção DN 32

Ø SUCÃO comercial adotado	Conexões	Comp. Equiv
32,00	Válvula de pé e crivo	13,3 m
	Curva 90°	0,6 m
	Curva 90°	0,6 m
	Curva 90°	0,6 m
	TE 90°saída de lado	3,1 m
	Registro gaveta aberto	0,3 m

Fonte: Elaboração própria (2026).

Da mesma forma, realizou-se o processo para determinação de hr (Figura 67).

Figura 67 – Perdas de Carga no Recalque

Ø recalque comercial adotado	25,00	mm
Comp. real recalque	**19,99**	m
Comp. equivalentes	8,5	m
j (perda de carga unitária)	0,0081	m/m
Comprimento total	28,49	m
HJ recalque	0,230	m
Desnível de recalque	**10,05**	m
Hman.recalque	**10,280**	m

Fonte: Elaboração própria (2026).

Comprimentos equivalentes considerados na sucção para diâmetro nominal (DN) de 25 mm ilustrados na Figura 68.

Figura 68– Comprimentos Equivalentes no Recalque DN 25

Ø RECALQUE comercial adotado	Conexões	Comp. Equiv
25,00	Válvula de retenção tipo leve	2,7 m
	Registro gaveta aberto	0,2 m
	Curva 90°	0,5 m
	TE 90°saída de lado	2,4 m
	Curva 90°	0,5 m
	Registro gaveta aberto	0,2 m
	Curva 90°	0,5 m
	Curva 90°	0,5 m
	Curva 90°	0,5 m
	Curva 90°	0,5 m

Fonte: Elaboração própria (2026).

Adotando-se para a sucção o diâmetro comercial imediatamente superior. Os resultados de dimensionamento para a bomba encontram-se na Figura 69.

Figura 69 – Dimensionamento Instalação Elevatória

Tempo	**3**	h
Qbomba	0,400	m³/h
Ø recalque int. calcul.	0,008	m
Ø recalque comercial adotado	0,025	m
Ø recalque int. adotado	0,0216	m
Ø sucção comercial adotado	0,032	m
Ø sucção int. adotado	0,0278	m
Área recalque	0,00037	m²
Área sucção	0,00061	m²
Velocidade Recalque	0,30	m/s
Velocidade Sucção	0,18	m/s
Hman total	**10,81**	**m**
Pbomba	**0,03**	**CV**
Peso esp. Água	1000	kgf/m³
Rend.	60	%

Fonte: Elaboração própria (2026).

A escolha da bomba se deu a partir da altura manométrica de 10,81 m e da vazão de 0,00017 m³/s encontrou-se a bomba para o sistema utilizando-se o catálogo de Bombas Centrífugas Monoestágio da Schneider, Série BCR, o modelo BCR-2000 com

potência de ¼ CV. O empreendimento dispõe, ainda, de hidrômetro geral, de uso obrigatório, localizado na frente do lote e seguido de torneira de aferição.

d. Ramais e Sub-Ramais

Para o dimensionamento dos ramais e sub-ramais foi adotado limite máximo de velocidade na faixa de 1,0 m/s, visando prevenir o fenômeno do golpe de aríete e controlar a intensidade dos picos de sobrepressão.

A partir do traçado definido em projeto, montou-se o isométrico da rede de água fria, no qual cada ponto de derivação (“T”) foi identificado e numerado, delimitando os trechos de cálculo. Para cada trecho aplicou-se o método dos pesos relativos: da soma dos pesos das peças atendidas obteve-se a vazão de projeto e, na sequência, o diâmetro mínimo, o diâmetro comercial adotado, a área e a velocidade resultante, mantida dentro dos limites normativos. O dimensionamento completo, por trecho, é apresentado na Figura 70.

Figura 70 – Planilha de dimensionamento dos ramais e sub-ramais de água fria

Trecho	Ramal Sub-ramal	Soma dos pesos	Vazão Estimada [Q]	Diâmetro Mínimo [Ø]	Diâmetro Nominal [Ø]	Diâmetro Interno [Ø]	Área [A]	Veloc. [v]	Perda de carga unitária [J]	Diferença de cota Desce [+] Sobe [-]	Pressão Disponível	Comprimento da tubulação			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
												Real [L]	Equivalente [Leq]	Total	Tubulação	Outros	Total		
			L/s	mm	mm	mm	m²	m/s	KPa/m	m	KPa	m	m	m	m	m	m	Kpa	kPa
CX-1	Ramal	6,5	0,76	31,1	50	44,0	0,00152	0,50	0,084	0,00	0,00	0,57	3	3,57	0,30		0,30	-0,30	
1-3	Ramal	2	0,42	23,1	32	27,8	0,00061	0,69	0,263	4,34	43,10	14,45	12	26,45	6,96		6,96	36,14	
3-CH	Sub-ramal	0,4	0,20	16,0	25	21,6	0,00037	0,55	0,238	-1,00	26,14	1,00	3,6	4,60	1,10	4,77	5,86	25,04	10
3-4	Ramal	1,6	0,37	21,7	32	27,8	0,00061	0,61	0,211	0,50	41,14	0,50	0,9	1,40	0,30		0,30	40,84	
4-VS	Sub-ramal	0,3	0,15	13,8	25	21,6	0,00037	0,41	0,144	0,35	44,34	3,10	6	9,10	1,31		1,31	43,03	10
4-5	Ramal	1,3	0,34	20,8	25	21,6	0,00037	0,93	0,603	0,00	40,84	2,20	6	8,20	4,95		4,95	35,89	
5-BH	Sub-ramal	1	0,30	19,5	25	21,6	0,00037	0,82	0,485	0,50	40,89	0,50	3,6	4,10	1,99		1,99	38,91	10
5-LV	Sub-ramal	0,3	0,15	13,8	25	21,6	0,00037	0,41	0,144	0,00	35,89	2,40	5,6	8,00	1,15		1,15	34,74	10
1-6	Ramal	4,5	0,63	28,3	40	35,2	0,00097	0,65	0,174	2,77	27,40	3,25	13	16,25	2,84		2,84	24,56	
6-7	Ramal	1	0,30	19,5	25	21,6	0,00037	0,82	0,485	1,57	40,26	3,90	8,6	12,50	6,06		6,06	34,21	
7-CH	Sub-ramal	0,4	0,20	16,0	25	21,6	0,00037	0,55	0,238	-1,00	24,21	1,10	6	7,10	1,69	4,77	6,46	22,52	10
7-8	Ramal	0,6	0,23	17,1	25	21,6	0,00037	0,63	0,304	0,20	36,21	0,20	0,8	1,00	0,30		0,30	35,90	
8-LV	Sub-ramal	0,3	0,15	13,8	25	21,6	0,00037	0,41	0,144	0,30	38,90	1,30	4,8	6,10	0,88		0,88	38,02	10
8-VS	Sub-ramal	0,3	0,15	13,8	25	21,6	0,00037	0,41	0,144	0,65	42,40	2,70	8,4	11,10	1,60		1,60	40,80	10
6-9	Ramal	3,5	0,56	26,7	32	27,8	0,00061	0,92	0,436	2,90	53,56	3,60	3,9	7,50	3,27		3,27	50,30	
9-10	Ramal	0,6	0,23	17,1	25	21,6	0,00037	0,63	0,304	1,79	68,20	2,90	8,6	11,50	3,50		3,50	64,70	
10-LV	Sub-ramal	0,3	0,15	13,8	25	21,6	0,00037	0,41	0,144	0,36	68,30	1,30	4,8	6,10	0,88		0,88	67,42	10
10-VS	Sub-ramal	0,3	0,15	13,8	25	21,6	0,00037	0,41	0,144	0,71	71,80	2,70	8,4	11,10	1,60		1,60	70,20	10
9-11	Ramal	2,9	0,51	25,5	32	27,8	0,00061	0,84	0,370	0,00	50,30	6,50	0,9	7,40	2,74		2,74	47,56	
11-12	Ramal	0,8	0,26	18,2	25	21,6	0,00037	0,71	0,377	1,49	62,46	1,60	4,6	6,20	2,34		2,34	60,12	
12-FIL	Sub-ramal	0,1	0,10	11,3	25	21,6	0,00037	0,27	0,071	0,00	60,12	0,05	3,6	3,65	0,26		0,26	59,86	10
12-PIA	Sub-ramal	0,7	0,25	17,8	25	21,6	0,00037	0,68	0,352	0,50	65,12	1,50	4,4	5,90	2,08		2,08	63,04	10
11-13	Ramal	2,1	0,43	23,4	32	27,8	0,00061	0,71	0,274	1,79	65,46	6,00	7,9	13,90	3,81		3,81	61,65	
13-TQ	Sub-ramal	0,7	0,25	17,8	25	21,6	0,00037	0,68	0,352	0,20	63,65	0,20	2	2,20	0,77		0,77	62,87	10
13-14	Ramal	1,4	0,35	21,1	25	21,6	0,00037	0,96	0,635	0,00	61,65	0,50	2,4	2,90	1,84		1,84	59,81	
14-MLR	Sub-ramal	1	0,30	19,5	25	21,6	0,00037	0,82	0,485	0,00	59,81	0,05	2,4	2,45	1,19		1,19	58,62	10
14-TJ	Sub-ramal	0,4	0,25	17,8	25	21,6	0,00037	0,68	0,352	0,00	59,81	0,40	0,8	1,20	0,42		0,42	59,38	10

Fonte: Elaboração própria (2026).

As perdas de carga foram avaliadas trecho a trecho. As perdas distribuídas resultaram da perda de carga unitária (J), calculada pelo método de Flamant para tubos de PVC e aplicada ao comprimento real da tubulação. As perdas localizadas foram contabilizadas pelo comprimento equivalente das conexões, no qual cada singularidade (entrada de borda, registros de gaveta, tês e joelhos) é substituída por

um trecho reto de tubulação que produziria a mesma perda. O levantamento desses comprimentos equivalentes, por trecho, é exemplificado na Figura 71.

Figura 71 – Comprimentos equivalentes das conexões de água fria por trecho

Trecho	Diâmetro	Conexões	omp. Equ	Total
CX-1	50	Entrada de borda	2,3	3
		Registro gaveta aberto	0,7	
1-3	32	TE 90°passagem direta	0,9	12
		Joelho 90°	0,3	
		Registro gaveta aberto	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	0,3	
		Registro gaveta aberto		
3-CH	25	TE 90°saída de lado	2,4	3,6
		Joelho 90°	1,2	
3-4	32	TE 90°passagem direta	0,9	0,9
4-VS	25	TE 90°saída de lado	2,4	6
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
4-5	25	TE 90°saída de lado	2,4	6
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
5-BH	25	TE 90°saída de lado	2,4	3,6
		Joelho 90°	1,2	
5-LV	25	TE 90°passagem direta	0,8	5,6
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
1-6	40	TE 90°saída de lado	4,6	13
		TE 90°passagem direta		
		Joelho 90°	2	
		Joelho 90°	2	
		Registro gaveta aberto	0,4	
		Joelho 90°	2	
		Joelho 90°	2	
6-7	25	TE 90°saída de lado	2,4	8,6
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Registro gaveta aberto	0,2	
7-CH	25	TE 90°saída de lado	2,4	6
		Joelho 90°	1,2	
		TE 90°saída de lado	2,4	
7-8	25	TE 90°passagem direta	0,8	0,8
8-LV	25	TE 90°saída de lado	2,4	4,8
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
8-VS	25	TE 90°saída de lado	2,4	8,4
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
6-9	32	TE 90°passagem direta	0,9	3,9
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
9-10	25	TE 90°saída de lado	2,4	8,6
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Registro gaveta aberto	0,2	
10-LV	25	TE 90°saída de lado	2,4	4,8
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
10-VS	25	TE 90°saída de lado	2,4	8,4
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
9-11	32	TE 90°passagem direta	0,9	0,9
11-12	25	TE 90°passagem direta	0,8	4,6
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Registro gaveta aberto	0,2	
12-FIL	25	TE 90°saída de lado	2,4	3,6
		Joelho 90°	1,2	
12-PIA	25	TE 90°passagem direta	0,8	4,4
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
11-13	32	TE 90°saída de lado	3,1	7,9
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
		Registro gaveta aberto	0,3	
13-TQ	25	TE 90°passagem direta	0,8	2
		Joelho 90°	1,2	
13-14	25	TE 90°saída de lado	2,4	2,4
14-MLR	25	TE 90°saída de lado	2,4	2,4
14-TJ	25	TE 90°passagem direta	0,8	0,8

Fonte: Elaboração própria (2026).

Para cada trecho somam-se os comprimentos equivalentes de todas as conexões, obtendo-se o comprimento equivalente total. Esse comprimento equivalente é somado ao comprimento real da tubulação, fornecendo o comprimento total sobre o qual incide a perda de carga unitária, de modo que a perda localizada de cada conexão é assim incorporada à perda de carga total do trecho.

Partindo da pressão disponível na cota do reservatório superior, a pressão em cada ponto foi determinada acumulando-se, trecho a trecho, a diferença de cota e subtraindo-se as perdas de carga totais, verificando-se o atendimento à pressão dinâmica mínima de 10 kPa (1 mca) nos pontos de utilização. Da análise verificou-se que todos os pontos de utilização atenderam à pressão mínima requerida, com pressões disponíveis residuais positivas e velocidades inferiores ao limite normativo de 3,0 m/s, o que valida os diâmetros adotados para os ramais e sub-ramais.

4.2.2 Água Quente

O dimensionamento do sistema de água quente foi realizado para uma população de projeto de 6 pessoas, adotando-se aquecimento solar com apoio elétrico complementar. Foram consideradas três temperaturas de projeto: a temperatura da água fria de entrada, igual a 20 °C; a temperatura de consumo no ponto de utilização, igual a 45 °C; e a temperatura de armazenamento no reservatório térmico, igual a 60 °C.

a. Dimensionamento do reservatório de água quente

O volume diário de água quente foi calculado, em função do consumo per capita e da população de projeto.

$$V_{AQ} = q \cdot N \quad \textbf{(26)}$$

Onde:

V_{AQ} – volume diário de água quente, em L/dia

q – consumo per capita de água quente, em L/(pessoa dia)

N – população de projeto, em número de pessoas.

Adotou-se o consumo per capita de 50 L/(pessoa dia), valor referente a edificações residenciais de padrão médio (Creder, 2006), referenciado à temperatura de 60 °C. Substituindo os valores na Equação (26), obteve-se o valor de 300L/dia.

O volume de armazenamento do reservatório térmico relaciona o volume diário consumido à diferença entre as temperaturas de consumo e de armazenamento.

$$V_{arm} = V_{AQ} \,.\, (T_{cons} - T_{amb})/(T_{arm} - T_{amb}) \quad \textbf{(27)}$$

Onde:

V_{arm} – volume de armazenamento do reservatório, em L

T_{cons} – temperatura de consumo de referência, em °C

T_{arm} – temperatura de armazenamento, em °C

T_{amb} – temperatura da água fria de entrada, em °C

Substituindo os valores na Equação (27), obteve-se como V_{arm} = 165 L/dia. Embora o volume de armazenamento calculado seja de 165 L, adotou-se reservatório térmico (boiler) de capacidade comercial de 300 L, do tipo baixa pressão, com apoio elétrico integrado, proporcionando ampla folga de reserva (atende com margem a eventuais picos de consumo e dias nublados). Em razão dessa adoção, o dimensionamento do sistema de aquecimento foi conduzido para o volume efetivamente armazenado de 300 L, de modo a assegurar a manutenção de toda a reserva na temperatura de projeto.

b. Dimensionamento do sistema solar

A energia elétrica consumida para aquecer a água pode ser calculada com base na quantidade de calor necessária (Q) e na resistência (R) do aparelho. A demanda energética diária corresponde ao aquecimento da água de reposição do reservatório, da temperatura de entrada (20 °C) até a de armazenamento (60 °C), conforme a equação calorimétrica fundamental, Equação (28).

$$Q = m.c.\Delta T \quad \textbf{(28)}$$

Onde:

Q – energia térmica diária, em kJ/dia

m – massa diária de água aquecida (= V_arm · ρ), em kg/dia

c – calor específico da água, igual a 4,18 kJ/(kg·°C)

ΔT – elevação de temperatura no reservatório (T_arm − T_ent = 40 °C).

Com m = ρ · Varm = 1 · 300 = 300 kg/dia e ΔT = 60 − 20 = 40 °C, obteve-se o valor de 50.160 kJ/dia para Q que equivale a 50,16 MJ/dia ou 13,93 kWh/dia.

A parcela a ser fornecida pelos coletores solares foi obtida pela Equação (29), em função da fração solar de projeto.

$$Qsolar = FS \cdot Q \quad \textbf{(29)}$$

Onde:

Qsolar - energia diária fornecida pelo sistema solar, em kWh/dia

FS - fração solar adotada, adimensional

Q - energia térmica diária total, em kWh/dia

Adotou-se fração solar FS = 0,70 (70%), resultando em Qsolar = 9,75 kWh/dia. Optou-se por coletores solares de tubos a vácuo pelo melhor desempenho em climas mais frios e úmidos, como o de Florianópolis. (Aquakent, 2024) A área coletora necessária foi calculada pela Equação (30), a partir do balanço entre a energia solar requerida, a irradiação solar média local e o rendimento do sistema.

$$Ac = Qsolar \,/\, (H \cdot \eta) \quad \textbf{(30)}$$

Onde:

Ac = área coletora necessária, em m²;

Qsolar = energia diária fornecida pelo sistema solar, em kWh/dia;

H = irradiação solar média diária no plano dos coletores, em kWh/(m²·dia);

η = rendimento global do sistema, adimensional.

Para a irradiação solar média diária, adotou-se o valor de 4,25 kWh/(m²·dia), correspondente à média de Florianópolis/SC obtida na base de dados do CRESESB (2026). Para o rendimento global do sistema, tomou-se como referência o modelo de coletor a vácuo da Komeco (2026), de fabricação regional, cuja eficiência energética é da ordem de 88,7%. Considerando, ainda, as perdas térmicas inerentes ao reservatório, à tubulação e ao regime real de utilização, adotou-se, de forma conservadora, um rendimento global η = 0,60. Substituindo na Equação (30), resulta-

se em uma área de 3,82 m². A quantidade de coletores foi determinada pela Equação (31).

$$Ncol = Qc \,/\, acol \quad \textbf{(31)}$$

Onde:

Ncol = número de coletores, em unidades;

Ac = área coletora necessária, em m²;

acol = área útil unitária do coletor, em m².

Adotando-se coletores de tubos a vácuo com área útil de 2,0 m² cada (acol = 2,0 m²), obteve-se ≈ 2 unidades, totalizando 4,0 m² de área instalada, compatível com o espaço disponível na cobertura da torre.

O posicionamento dos coletores seguiu os critérios de orientação e inclinação que maximizam a captação da radiação solar. No Hemisfério Sul, recomenda-se a orientação da superfície coletora para o Norte geográfico, assegurando a maior exposição à radiação ao longo do dia. Quanto à inclinação, a NBR 15569 (ABNT, 2021) estabelece que o ângulo dos coletores deve corresponder à latitude do local acrescida de 10°, de modo a favorecer a captação no período de inverno, quando a demanda de água quente é maior e a disponibilidade solar, menor. Para Florianópolis, cuja latitude é de aproximadamente 27,6° S, resulta uma inclinação de projeto da ordem de 38° em relação à horizontal, com a face voltada para o Norte geográfico.

c. Dimensionamento do boiler elétrico

A energia complementar a ser suprida pelo apoio elétrico foi calculada pela Equação (32), de forma conservadora, considerando a fração solar de projeto de 70%.

$$Qelet = (1 - FS) \cdot Q \quad \textbf{(32)}$$

Assim, Qelet = 4,18 kWh/dia. A potência da resistência elétrica foi dimensionada pela Equação (33), considerando como condição crítica o aquecimento integral do reservatório adotado (300 L de 20 °C a 60 °C, equivalente a 13,93 kWh) em dias sem contribuição solar, dentro de um tempo de recuperação admissível.

$$P = Qres \,/\, trec \quad \textbf{(33)}$$

Adotando-se resistência comercial de 3 kW, o tempo de recuperação resulta em trec = 13,93 / 3 ≈ 4,6 h, representando uma redução da ordem de 70% no consumo de energia elétrica frente a um sistema exclusivamente elétrico. Considerando o aquecimento diário do volume armazenado, um sistema unicamente elétrico demandaria cerca de 5.084 kWh/ano, ao passo que o arranjo híbrido reduz esse consumo para aproximadamente 1.525 kWh/ano, resultando em uma economia da ordem de 3.559 kWh/ano de energia elétrica.

e. Ramais e Sub-Ramais

O dimensionamento dos ramais e sub-ramais de água quente seguiu a mesma metodologia adotada para a água fria: a partir do isométrico da rede, com os pontos de derivação ("T") identificados e numerados, cada trecho foi dimensionado pelo método dos pesos relativos, determinando-se a vazão de projeto, o diâmetro e a velocidade resultante, e avaliando-se as perdas de carga distribuídas pela perda de carga unitária aplicada ao comprimento real e localizadas pelos comprimentos equivalentes das conexões.

A rede de água quente foi prevista em polipropileno copolímero random (PPR), classe de pressão PN20, adequado às temperaturas de trabalho do sistema. Por essa razão, os diâmetros internos empregados no dimensionamento foram os correspondentes ao PPR PN20, inferiores aos do PVC para um mesmo diâmetro externo, em razão da maior espessura de parede dessa classe de pressão, o que se reflete diretamente nas áreas, velocidades e perdas de carga de cada trecho.

O dimensionamento completo dos ramais e sub-ramais de água quente, por trecho, com as vazões de projeto, os diâmetros internos do PPR PN20, as velocidades, as perdas de carga e as pressões disponíveis residuais, é apresentado na Figura 72.

Figura 72 – Planilha de dimensionamento dos ramais e sub-ramais de água quente (PPR PN20)

Trecho	Ramal Sub-ramal	Soma dos pesos	Vazão Estimada [Q]	Diâmetro Mínimo [Ø]	Material	Diâmetro Nominal [Ø]	Diâmetro Interno [Ø]	Velocidade [v]	Perda de carga unitária [J]	Diferença de cota Desce [+] Sobe [-]	Pressão Disponível	Comprimento da tubulação			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
												Real [L]	Equivalente [Leq]	Total	Tubulação	Outros	Total		
			L/s	mm		mm	mm	m/s	KPa/m	m	KPa	m	m	m	m	m	m	Kpa	kPa
R-1	Ramal	4,1	0,60	27,6	PPR PN 20	40	28,8	0,62	0,416	0,62	6,20	1,61	6,2	7,81	3,25		3,25	2,95	
1-2	Ramal	1,7	0,39	22,3	PPR PN 20	32	23,0	0,64	0,569	4,30	45,95	11,78	15,7	27,48	15,64		15,64	30,32	
2-CH	Sub-ramal	0,4	0,20	16,0	PPR PN 20	25	18,0	0,55	0,567	-1,00	20,32	1,20	6	7,20	4,08	9,88	13,96	16,24	10
2-3	Ramal	1,3	0,34	20,8	PPR PN 20	32	23,0	0,56	0,448	0,60	36,32	3,10	6,9	10,00	4,48		4,48	31,84	
3-BH	Sub-ramal	1	0,30	19,5	PPR PN 20	32	23,0	0,49	0,360	0,40	35,84	0,40	4,6	5,00	1,80		1,80	34,04	
3-LV	Sub-ramal	0,3	0,15	13,8	PPR PN 20	25	18,0	0,41	0,342	-0,10	30,84	2,95	6,8	9,75	3,34		3,34	27,50	10
1-4	Ramal	2,4	0,46	24,2	PPR PN 20	40	28,8	0,47	0,261	2,75	30,45	6,10	16,6	22,70	5,93		5,93	24,53	
4-5	Ramal	0,7	0,25	17,8	PPR PN 20	32	23,0	0,41	0,261	1,57	40,23	3,46	10,9	14,36	3,75		3,75	36,48	
5-CH	Sub-ramal	0,4	0,20	16,0	PPR PN 20	25	18,0	0,55	0,567	-1,00	26,48	1,20	6	7,20	4,08	9,88	13,96	22,40	10
5-LV	Sub-ramal	0,3	0,15	13,8	PPR PN 20	25	18,0	0,41	0,342	0,50	41,48	1,50	3,2	4,70	1,61		1,61	39,87	
4-6	Ramal	1,7	0,39	22,3	PPR PN 20	32	23,0	0,64	0,569	2,88	53,33	3,83	6,9	10,73	6,11		6,11	47,22	
6-LV	Sub-ramal	0,3	0,15	13,8	PPR PN 20	25	18,0	0,41	0,342	2,00	67,22	3,84	11	14,84	5,08		5,08	62,14	
6-7	Ramal	1,4	0,35	21,1	PPR PN 20	32	23,0	0,58	0,471	0,00	47,22	6,50	0,9	7,40	3,48		3,48	43,74	
7-PIA	Sub-ramal	0,7	0,25	17,8	PPR PN 20	25	18,0	0,68	0,837	2,15	65,24	2,95	8,2	11,15	9,34		9,34	55,90	
7-TQ	Sub-ramal	0,7	0,25	17,8	PPR PN 20	25	18,0	0,68	0,837	2,00	63,74	6,20	7,4	13,60	11,39		11,39	52,35	

Fonte: Elaboração própria (2026).

Da mesma forma, são verificadas as conexões por trecho para as perdas de cargas localizadas conforme Figura 73.

Figura 73 – Comprimentos equivalentes das conexões de água quente por trecho

Trecho	Diâmetro	Conexões	omp. Equi	Total
R-1	40	Entrada de borda	1,8	6,2
		Joelho 90°	2	
		Registro gaveta aberto	0,4	
		Joelho 90°	2	
1-2	32	TE 90°saída de lado	3,1	15,7
		Joelho 90°	1,5	
		Registro gaveta aberto	0,3	
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
		Registro gaveta aberto	0,3	
2-CH	25	TE 90°saída de lado	2,4	6
		TE 90°saída de lado	2,4	
		Joelho 90°	1,2	
2-3	32	TE 90°passagem direta	0,9	6,9
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
3-BH	32	TE 90°saída de lado	3,1	4,6
		Joelho 90°	1,5	
3-LV	25	TE 90°passagem direta	0,8	6,8
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
1-4	40	TE 90°saída de lado	4,6	16,6
		Joelho 90°	2	
		Joelho 90°	2	
		Joelho 90°	2	
		Joelho 90°	2	
		Joelho 90°	2	
		Joelho 90°	2	
4-5	32	TE 90°saída de lado	3,1	10,9
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
		Registro gaveta aberto	0,3	
5-CH	25	TE 90°saída de lado	2,4	6
		TE 90°saída de lado	2,4	
		Joelho 90°	1,2	
5-LV	25	TE 90°passagem direta	0,8	3,2
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
4-6	32	TE 90°passagem direta	0,9	6,9
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
		Joelho 90°	1,5	
6-LV	25	TE 90°saída de lado	2,4	11
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Registro gaveta aberto	0,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
6-7	32	TE 90°passagem direta	0,9	0,9
7-PIA	25	TE 90°passagem direta	0,8	8,2
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Registro gaveta aberto	0,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
7-TQ	25	TE 90°saída de lado	2,4	7,4
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Joelho 90°	1,2	
		Registro gaveta aberto	0,2	
		Joelho 90°	1,2	

Fonte: Elaboração própria (2026).

Verificou-se que todos os pontos de utilização de água quente atenderam à pressão mínima requerida, com pressões disponíveis residuais positivas e velocidades inferiores ao limite normativo de 3,0 m/s, validando os diâmetros de PPR PN20 adotados para os ramais e sub-ramais.

4.2.3 Redes de esgoto

O sistema de esgotamento sanitário foi dimensionado conforme a NBR 8160 (ABNT, 1999), em regime separador absoluto, sem qualquer interligação com a rede de águas pluviais, e com lançamento na rede coletora pública operada pela CASAN, o que dispensou a previsão de sistemas individuais de tratamento. Empregou-se o método das Unidades de Hunter de Contribuição (UHC), no qual cada aparelho sanitário recebe uma carga em UHC e o somatório dessas cargas, acumulado de jusante para montante, define o diâmetro de cada componente do sistema.

a. Concepção e componentes

O sistema inicia-se nos aparelhos sanitários, conectados a desconectores (sifões e caixas sifonadas) que mantêm o fecho hídrico e impedem a passagem de gases para os ambientes. A partir dos desconectores, os efluentes seguem pelos ramais de descarga e de esgoto até o tubo de queda e, deste, ao coletor predial. Como exigências de projeto, previu-se caixa de gordura (CG) simples, de 60 × 60 cm, para retenção dos resíduos gordurosos provenientes da pia de cozinha, evitando obstruções da canalização; caixa de retenção de sólidos grosseiros (CRS) dentro do lote, antecedendo a ligação à rede pública; e caixas de inspeção (CI) ou terminais de inspeção e limpeza (TIL) a cada mudança de direção, ramificação ou a intervalos regulares, garantindo a manutenção do sistema. Todos os encanamentos de esgoto dos cômodos foram direcionados a uma tubulação principal, que passa por caixa de inspeção antes do lançamento.

b. Ramais de descarga e de esgoto

Os ramais de descarga, que ligam cada aparelho ao desconector ou ao ramal de esgoto, foram dimensionados pelos diâmetros nominais mínimos estabelecidos pela NBR 8160 em função do aparelho, e os ramais de esgoto pelo somatório das UHC dos aparelhos a eles conectados. Os aparelhos do projeto, com as respectivas cargas em UHC e os diâmetros mínimos dos ramais de descarga, constam da Figura 74.

Figura 74 – Unidades de Hunter de contribuição e diâmetros dos ramais de descarga

Ambiente	Aparelho Sanitário	DN Mínimo de Descarga (mm)
Banheiro Master	Bacia Sanitária	100
	Banheira de residência	40
	Chuveiro de residência	40
	Lavatório de residência	40
Banheiro	Bacia Sanitária	100
	Chuveiro de residência	40
	Lavatório de residência	40
Lavabo	Bacia Sanitária	100
	Lavatório de residência	40
Cozinha	Pia de cozinha residencial	50
	Máquina de lavar louças (MLL)	50
Área de Serviço	Tanque de lavar roupas	40
	Máquina de lavar roupas (MLR)	50

Fonte: Elaboração própria (2026).

Para cada ramal de esgoto, adotou-se o maior valor entre o diâmetro mínimo do maior ramal de descarga conectado e o diâmetro correspondente ao somatório das UHC do trecho, conforme a NBR 8160. Em conformidade com a norma, evitou-se o emprego de joelhos de 90° nos condutos que conduzem dejetos, adotando-se nesses trechos joelhos de 45°; os joelhos de 90° foram reservados às tubulações por onde passa apenas água, reduzindo o risco de obstrução do escoamento.

c. Tubos de queda

Os tubos de queda, responsáveis pelo transporte vertical dos efluentes, foram dimensionados pelo somatório das UHC de todos os aparelhos neles descarregados, conforme a NBR 8160. Por receberem as bacias sanitárias, adotou-se diâmetro mínimo DN 100. O tubo de queda é prolongado acima da cobertura, constituindo a ventilação primária do sistema.

Figura 75 – Dimensionamento Tubos de Queda

Ambiente	Aparelho Sanitário	UHC/Aparelho	DN Mínimo de Descarga (mm)	Prumada	UHC Prumada	DN Prumada
Banheiro Master	Bacia Sanitária	6	100	TQ-01	11	100
	Banheira de residência	2	40			
	Chuveiro de residência	2	40			
	Lavatório de residência	1	40			
Banheiro	Bacia Sanitária	6	100	TQ-02	16	100
	Chuveiro de residência	2	40			
	Lavatório de residência	1	40			
Lavabo	Bacia Sanitária	6	100			
	Lavatório de residência	1	40			
Cozinha	Pia de cozinha residencial	3	50	TG-01	5	50
	Máquina de lavar louças (MLL)	2	50			
Área de Serviço	Tanque de lavar roupas	3	40	AS-01	6	50
	Máquina de lavar roupas (MLR)	3	50			

Fonte: Elaboração própria (2026).

d. Subcoletores e coletor predial

Os subcoletores e o coletor predial foram dimensionados pelo somatório das UHC e pela contribuição do aparelho de maior descarga (bacia sanitária), respeitado o diâmetro mínimo DN 100 estabelecido pela NBR 8160. Adotaram-se as declividades mínimas normativas: 2% para tubulações de diâmetro até DN 75, 1% para DN 100 e 0,5% para diâmetros iguais ou superiores a DN 150. O coletor predial conduz os efluentes à caixa de retenção de sólidos e, em seguida, à ligação com a rede pública da CASAN.

e. Ventilação

A ventilação tem por função equalizar as pressões internas das tubulações, preservar os fechos hídricos dos desconectores e impedir o retorno de gases aos ambientes. Para tanto, adotou-se uma coluna de ventilação independente, conduzida verticalmente até acima da cobertura dimensionada em DN 50, em função do número de UHC do trecho ventilado e do diâmetro do respectivo ramal de esgoto, conforme a NBR 8160 (ABNT, 1999). Também teve sua extremidade prolongada a, no mínimo, 0,30 m acima do telhado, atendendo à altura mínima para coberturas em telhado ou simples laje, com terminal apropriado que impede a entrada de águas pluviais.

Os diâmetros finais de cada tubo de queda, subcoletor e coletor predial decorrem do somatório das UHC acumuladas no respectivo trecho do isométrico, segundo as tabelas de dimensionamento da NBR 8160 (ABNT, 1999).

4.2.4 Redes Pluviais

O sistema predial de águas pluviais foi dimensionado conforme a ABNT NBR 10844, contemplando as superfícies de contribuição da edificação (telhado da torre da caixa d'água, terraço impermeabilizado, sacadas cobertas, piso coberto de acesso térreo e cobertura da garagem). Adotaram-se período de retorno T = 25 anos, recomendado para áreas em que o extravasamento ou a penetração de água na edificação não podem ser tolerados, duração de precipitação t = 5 min e intensidade pluviométrica de projeto I = 150 mm/h, valor a favor da segurança para Florianópolis/SC.

a. Áreas de contribuição

A área de contribuição é a soma das áreas das superfícies que, interceptando a chuva, conduzem a água a um determinado ponto de coleta. Cada área foi calculada de acordo com o tipo de superfície definido pela NBR 10844 conforme sua tipologia, as superfícies planas horizontais (terraço) foram computadas pela projeção horizontal integral, as superfícies planas inclinadas (telhado da caixa d'água e cobertura da garagem) tiveram acrescida à projeção a parcela decorrente da inclinação da chuva por ação do vento, etc. As áreas de contribuição resultantes, por superfície, são apresentadas na Figura 76.

Figura 76 – Áreas de Contribuição

Local	Tipo de Contribuição	Área de Contribuição
		m²
Telhado Caixa D'Água	Superfície plana inclinada	9
Terraço	Superfície plana horizontal	68
Sacada 1	Cobertura (face aberta)	4
Sacada 2	Cobertura (face aberta)	5
Acesso Térreo	Cobertura (face aberta)	5
Cobertura Garagem	Superfície plana inclinada	62
	Total	**153**

Fonte: elaboração própria (2026).

b. Vazões de projeto

A vazão de projeto de cada superfície foi determinada pela Equação (34), que relaciona a intensidade pluviométrica à área de contribuição.

$$Q = I \cdot A / 60 \quad \textbf{(34)}$$

Onde:

Q - vazão de projeto, em L/min;

I - intensidade pluviométrica, em mm/h;

A - área de contribuição, em m².

Para I = 150 mm/h, a expressão reduz-se a Q = 2,5 · A. As vazões são apresentadas na Figura 77.

Figura 77 – Vazões de Projeto Pluvial

Local	Área (m²)	Vazão Q = I·A/60 (L/min)
Telhado da caixa d'água	9	22
Terraço	68	170
Sacada 1	4	10
Sacada 2	5	13
Acesso térreo	5	13
Cobertura da garagem	62	155
Total	**153**	**383**

Fonte: elaboração própria (2026).

A vazão total de projeto do sistema é, portanto, de 383 L/min, correspondente a uma área total de contribuição de 153 m².

c. Dimensionamento dos condutores

Os condutores verticais (prumadas) são dimensionados a partir da vazão de projeto (Figura 77) e do ábaco da NBR 10844, que correlaciona a vazão à altura da lâmina de água na calha (H) e ao comprimento do condutor (L). Embora a norma estabeleça diâmetro mínimo de 70 mm, adotou-se, por critério de projeto, o diâmetro mínimo de 100 mm para os condutores verticais, reduzindo o risco de obstrução por folhas e detritos. Dessa forma, todas as prumadas recebem Ø 100 mm, valor que

atende com folga às vazões obtidas (≤ 170 L/min). O terraço e a cobertura da garagem drenam por meio de múltiplos ralos, cada um com sua respectiva prumada.

Os condutores horizontais (coletores que conduzem a água das prumadas ao destino final) foram dimensionados pela fórmula de Manning, conforme a NBR 10844, limitando-se a lâmina de água a 2/3 do diâmetro conforme a Equação (35).

$$Q = (60000/n) \cdot Am \cdot Rh^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad \textbf{(35)}$$

Onde:

Q - vazão do condutor, em L/min;

n - coeficiente de rugosidade de Manning (0,011 para PVC);

Am - área da seção molhada, em m²;

Rh - raio hidráulico, em m;

i - declividade do condutor, em m/m (mínima de 0,5%).

O raio hidráulico é a razão entre a área da seção molhada e o perímetro molhado, conforme a Equação (36).

$$Rh = Am / Pm \quad \textbf{(36)}$$

Onde:

Rh - raio hidráulico, em m;

Am - área da seção molhada, em m²;

Pm - perímetro molhado, em m.

Adotando-se n = 0,011 e lâmina de água igual a 2/3 do diâmetro, as capacidades de vazão calculadas para condutores comerciais, em função da declividade, são apresentadas na Figura 78.

Figura 78 – Capacidade de condutores horizontais (n = 0,011; lâmina 2/3 D), em L/min

Diâmetro interno (mm)	i = 0,5%	i = 1,0%	i = 2,0%
100	204	287	405
125	370	521	735
150	602	847	1.190

Fonte: elaboração própria (2026).

O coletor principal, que reúne a vazão total do sistema (383 L/min), supera a capacidade do Ø 125 mm a 0,5% (370 L/min) e, portanto, exige Ø 150 mm a 0,5% (602 L/min) ou, alternativamente, Ø 125 mm com declividade de 1,0% (521 L/min).

As pranchas que compõem o projeto hidrossanitário, incluindo os sistemas de abastecimento de água fria, água quente, esgoto sanitário e drenagem pluvial, podem ser visualizadas no Apêndice C.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os objetivos propostos foram plenamente alcançados, com o desenvolvimento integrado dos projetos estrutural e hidrossanitário da residência unifamiliar, desde a concepção até o detalhamento e a compatibilização entre as disciplinas, mediante a aplicação das diretrizes normativas e o emprego de ferramentas computacionais.

No âmbito estrutural, a análise pelo modelo de grelhas associado ao pórtico espacial confirmou o adequado comportamento global da edificação, classificada como de nós fixos, com γz máximo de 1,06 e deslocamentos horizontais devidos ao vento muito inferiores aos limites normativos. O pré-dimensionamento das vigas mostrou-se efetivo, atendendo às verificações de resistência sem alterações significativas. Os ajustes realizados decorreram, em sua maioria, das verificações de deslocamento e estabilidade conduzidas no Eberick, como os reforços na região da garagem, inserção de pilares e acréscimo de vigas, motivados pelo comportamento global do conjunto e não pela verificação isolada de seção.

Quanto ao consumo de materiais, a estrutura, incluindo as fundações, totalizou 69,4 m³ de concreto C35, 518,3 m² de formas e 4,96 toneladas de aço, sendo 3,98 t de armaduras moldadas in loco (CA-50 e CA-60) e 0,98 t referentes às treliças e armaduras de capa das lajes pré-moldadas, já acrescidas de 10%. Para a área construída de 378,15 m², esses valores correspondem a 0,184 m³/m² de concreto, 13,1 kg/m² de aço e 1,37 m²/m² de formas, com taxa média de armadura da ordem de 71 kg/m³, concentrada nos pavimentos superior (64,6 kg/m³) e cobertura (66,6 kg/m³) e menor no térreo (48,7 kg/m³) e nas fundações (34,4 kg/m). Esses índices situam-se em patamar adequado para edificações residenciais de pequeno porte, aproximando-se do limite inferior da faixa usual de 80 a 120 kg/m³ adotada como referência de orçamento (EngWhere, 2019) e da média de aproximadamente 67,7 kg/m³ obtida por Jablonski (2013) em projetos residenciais analisados em software estrutural, o que indica uma estrutura sem superdimensionamento de armaduras e com equilíbrio entre segurança e economia de materiais.

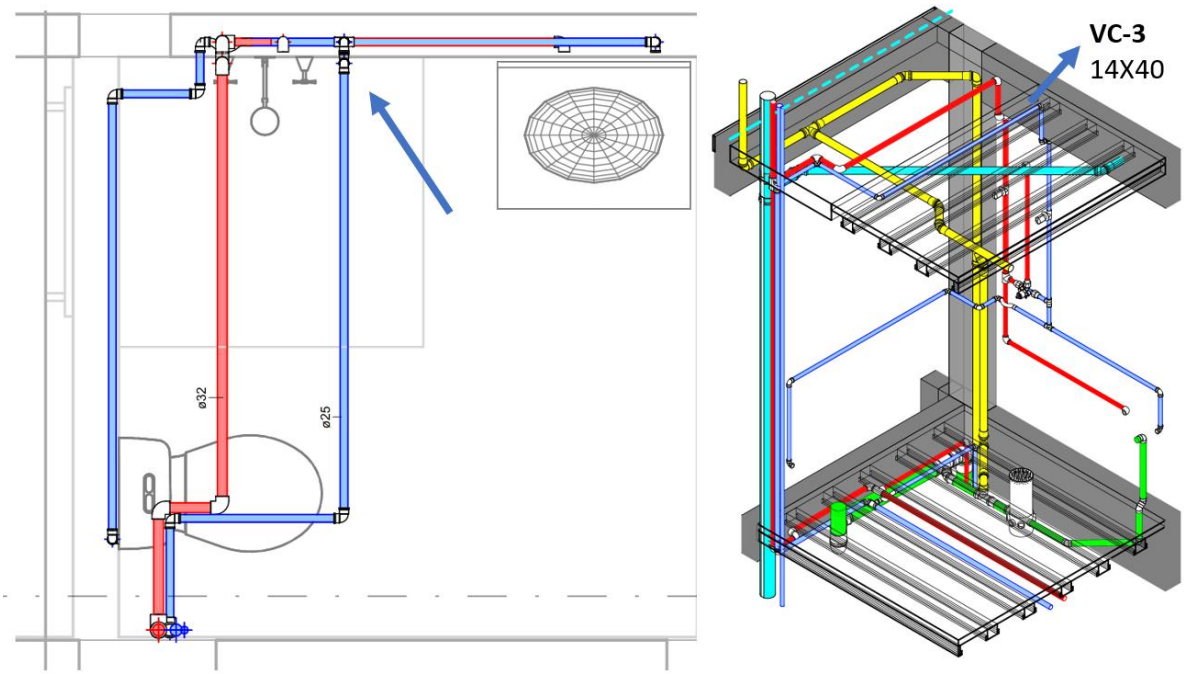
No âmbito hidrossanitário, os sistemas de água fria, água quente, esgoto sanitário, ventilação e águas pluviais foram dimensionados conforme as respectivas

normas, atendendo aos critérios de pressão e velocidade nos pontos de utilização. A solução de aquecimento em arranjo híbrido, com coletores solares de tubos a vácuo e apoio elétrico complementar, mostrou-se energeticamente eficiente, com redução da ordem de 70% no consumo de energia frente a um sistema exclusivamente elétrico.

O desenvolvimento integrado entre as disciplinas mostrou-se determinante já na definição do traçado das redes, revelando-se de forma clara na comparação entre o banheiro do pavimento superior e o lavabo do térreo. Embora esses ambientes ocupem a mesma projeção em planta, sobrepostos e com configuração equivalente, cada um foi condicionado por uma viga de altura distinta. Essa diferença decorre do próprio arranjo estrutural, a viga localizada no piso do pavimento superior, sobre a alvearia do lavabo apresentou uma altura mais alta (VS-6, 14 × 60 cm) do que a viga correspondente no pavimento superior, sobre o banheiro (VC-3, 14 × 40 cm). Assim, uma mesma configuração de ambiente exigiu soluções de traçado diferentes para integrar-se à estrutura sem prejudicar o pé-direito dos ambientes.

No banheiro, conforme pode ser visualizado na Figura 79, a menor altura da viga permitiu que a distribuição de água contornasse o elemento por baixo, acomodando-se no espaço entre a viga e o forro, sem comprometer a altura livre do ambiente.

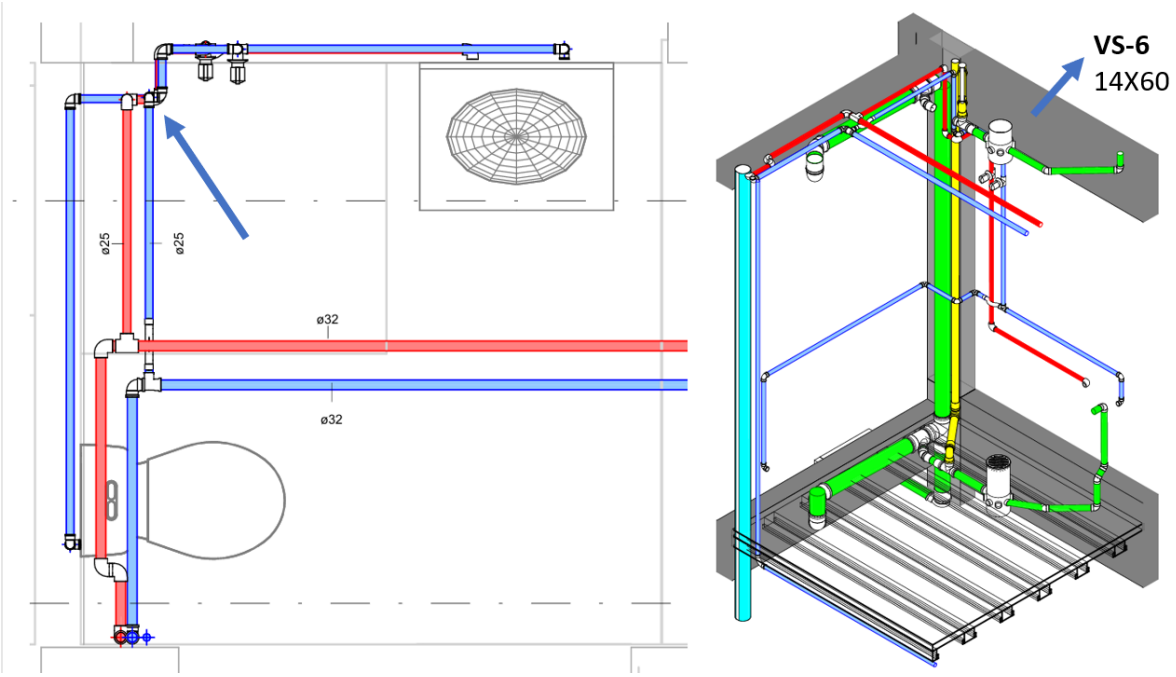
Figura 79 – Banheiro: planta e isométrico



Fonte: elaboração própria (2026).

Entretanto, no lavabo, conforme visualiza-se na Figura 80, a viga mais alta inviabilizaria essa mesma solução, pois a tubulação ficaria abaixo do forro do ambiente, desta forma, tornando-se aparente no ambiente. Optou-se, então, por concentrar a descida da água no mesmo volume já assumido para a passagem das prumadas de esgoto, contornando a viga na sequência, preservando o pé-direito também nesse ambiente.

Figura 80– Lavabo: planta e isométrico



Fonte: elaboração própria (2026).

A diferença essencial entre as duas soluções está, portanto, no movimento vertical adicional exigido no lavabo, ausente no banheiro. As conexões adicionais decorrentes desses desvios foram incorporadas ao dimensionamento por meio de seus comprimentos equivalentes, sendo computadas nas perdas de carga localizadas. Dessa forma, o desenvolvimento integrado não se restringiu à coordenação espacial entre as disciplinas, refletindo-se também no dimensionamento hidráulico das redes.

Confirmou-se, assim, que o desenvolvimento conjunto e compatibilizado das disciplinas, apoiado em ferramentas especializadas, traduz-se em maior eficiência, segurança e economia, evitando as adaptações em campo que comprometeriam o desempenho estrutural, a durabilidade da edificação e a funcionalidade das instalações. De modo geral, o trabalho evidenciou a

interdependência entre os sistemas estrutural e hidrossanitário e a contribuição da modelagem computacional para a qualidade do processo de projeto, consolidando a visão sistêmica necessária ao exercício profissional.

REFERÊNCIAS

ALVA, Gerson Moacyr Sisniegas. **Concepção estrutural de edifícios em concreto armado**. Apostila Disciplina ECC 1008 – Estruturas de Concreto. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2007, 24 f.

ALTOQI. Base de Conhecimento: Artigo 115001294234. Florianópolis: AltoQi, [2026?]. Disponível em: https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/115001294234 Acesso em: 24 jun. 2026.

AQUAKENT. Você sabe como funciona um coletor solar de tubo a vácuo [S. l.]: Aquakent, [2024?]. Disponível em: https://aquakent.com.br/blog/voce-sabe-como-funciona-um-coletor-solar-de-tubo-a-vacuo/. Acesso em: 24 jun. 2026.
ARAÚJO, José Milton de. **Projeto Estrutural de Edifícios de concreto armado**. Rio Grande: Editora Dunas, 3 ed., 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Sistemas prediais de água fria e água quente: projeto, execução, operação e manutenção.** 2.ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto: procedimento.** 4. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário: projeto e execução**. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120: Ações para o cálculo de estruturas de edificações**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 8681: **Ações e segurança nas estrutura**s – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16824: **Sistemas de distribuição de água em edificações — Prevenção de legionelose.** Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

AZEVEDO NETTO, J. M. de. **Manual de Hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Blucher, 1998

BACARJI, Edgar. **Análise de estruturas de edifícios: projeto de pilares**. 1993. 187f. Dissertação (Mestrado Engenharia de Estruturas) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1993. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-22102024-123604/. Acesso em: 03 nov. 2025.

BARROSO, Felipe Oscar Pinto. **Compatibilização de projetos na Engenharia Civil: a importância da integração entre os projetos**. In: Blog Universo Ateneu, 30 set. 2024. Disponível em: https://universo.uniateneu.edu.br/compatibilizacao-de-

projetos-na-engenharia-civil-a-importancia-da-integracao-entre-os-projetos/. Acesso em: 18 out. 2025.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Fundamentos do concreto armado**. Apostila Disciplina Estruturas de concreto I. Bauru: Unesp, 2023. 96f. Disponível em: wwwp.feb.unesp.br/pbastos. Acesso em: 19 out. 2025.

BATLOUNI NETO, J. **Diretrizes do projeto de estrutura para garantia do desempenho e custo**.Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações. Editor Geraldo C.Isaia, São Paulo, IBRACON. Cap.7, p. 200-231, 2005.

BRAGA, Lucas Dadona Chiaradia. **Compatibilização do projeto arquitetônico, estrutural e hidrossanitário de uma residência na plataforma BIM**. 2018. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/14322. Acesso em 18 out. 2025.

BRANDÃO, R. G. **Estudo de viabilidade da utilização de PVC, PEX e PPR em empreendimentos multifamiliares**. 2010. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/7041. Acesso em 18 out. 2025.

BROILO AQUECIMENTO. Disponível em: https://broilo.com.br/. Acesso 20 nov. 2025.

CAMPOS FILHO, Rodrigo Pereira. **Concepção e desenvolvimento do projeto de estruturas em concreto armado de um edifício de quatro pavimentos por meio do software Eberick®.** 2022. 195f.Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, 2022. Disponível em: https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/1548. Acesso em 18 out. 2025.

CARVALHO, Felipe Augusto**. Construção de sobrados: proposta de projeto arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e orçamento**. 2018. 146f.Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná., 2018.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). Manual do Empreendedor Módulo I – Loteamentos. 2024. Disponível em: https://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/manual-do-empreendedor#0. Acesso em 06 nov. 2025.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). Manual do Empreendedor Módulo II – Condomínios e Edificações. 2024. Disponível em: https://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/manual-do-empreendedor#0. Acesso em 06 nov. 2025.

CONFEA. **Engenheiro Civil: garantia de autoridade técnica**. 5 nov.2018. Disponível em: https://www.confea.org.br/engenheiro-civil-garantia-de-autoridade-tecnica. Acesso em: 18 out. 2025.

CREDER, H. **Instalações Hidráulicas e sanitárias**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2006.

CREPALDI, N. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 6. ed. São Paulo: Blucher, 2014.

CRESESB. Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. Rio de Janeiro: CEPEL, [2026]. Disponível em: https://cresesb.cepel.br/index.php#data. Acesso em: 24 jun. 2026.

DELATORRE, Joyce. **BIM na prática: como uma empresa construtora pode fazer uso da tecnologia BIM**. Autodesk University, 2011. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/347480987/BIM-Na-Pratica-Como-Uma-Empresa-Construtora-Pode-Fazer-Uso-Da-Tecnologia-BIM >. Acesso em: 19 out. 2025.

ENGWHERE. **Dicas ao orçamentista.** [S. l.], 2019. Disponível em: https://www.engwhere.com.br/chao-da-obra/dicas-ao-orcamentista/. Acesso em: 22 jun. 2026.

FRANZOLIN. **Construção civil: o que é, qual a importância e quais são as etapas de uma obra**. 11 fev. 2025. Disponível em: https://franzolin.eng.br/construcao-civil-o-que-e-qual-a-importancia-e-quais-sao-as-etapas-de-uma-obra/. Acesso em: 18 out. 2025.

GONÇALVES, Francisco de Assis Araújo Jr. **Os processos de compatibilização de projetos na construção civil e o BIM.** In**:** Blog Alto QI. 13 ago. 2019. Disponível em: https://blog.altoqi.com.br/bim/os-processos-de-compatibilizacao-de-projetos-na-construcao-civil-e-o-bim. Acesso em: 30 out. de 2025.

GRAZIANO, F. P. **Compatibilização de projetos**. São Paulo: Instituto de Pesquisa Tecnológica – IPT, 2003. Disponível em: https://www.ipt.br/. Acesso em: 18 out. 2025.

JABLONSKI, Luana. **Índices e taxas de consumo de materiais em função da tipologia estrutural.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2013. Disponível em: https://dspace.unipampa.edu.br/handle/riu/1660. Acesso em: 22 jun. 2026.

KEMCZINSKI, Pedro Gabriel. **Cálculo e detalhamento de estrutura de concreto armado de um edifício residencial**. 2015. 121 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

KOMECO. Coletor solar de tubos a vácuo Komeco 20 tubos – baixa pressão: especificações técnicas. [2026]. Disponível em: https://www.energyshop.com.br/coletor-solar/coletor-solar-de-tubos-a-vacuo-komeco-20-tubos-baixa-pressao. Acesso em: 20 jun. 2026.

KIMURA, Alio. **Informática aplicada em estruturas de concreto armado: cálculo de edifícios com o uso de sistemas computacionais**. 1. ed. São Paulo, Oficina de Textos, 2018.

LANÇA, Pedro. **Processos de construção: Pré-dimensionamento de Elementos Estruturais em Betão Armado. Beja** – Portugal: Escola Superior de Tecnologia e Gestão em Beja, Instituto Politécnico de Beja, [2006].

LIMA, Ricardo Clemente de. **Instalações Hidrossanitárias**. Notas de Aula. Curso de Engenharia Civil, Instituto Federal de Santa Catarina, 2024.

LIRA, José Luciano Aguiar. Água Quente em Instalações Hidráulicas. **Revista Tecnologia**, v. 12, n. 1, 1991.

LORIGGIO, Daniel Domingues. Reflexões sobre o projeto de estruturas de concreto armado utilizando recursos computacionais. **Revista Estrutura**, v.1, p. 62-68. jul. 2016. Disponível em: http://abece.com.br/Revista_estrutura/Edicao1 Acesso em: 30 out. de 2025.

MACINTYRE, A. J. **Instalações hidráulicas: prediais e industriais**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2010.

MARIANO, Mayara Aparecida da Cunha. **Aplicação e análise da utilização do software Eberick em um projeto residencial popular**. 2014. 80 f. Trabalho de Graduação (Curso de Engenharia Civil). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2014. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/c3f6efbb-81ae-46bc-ad17-a39b755f9099/content. Acesso em 18 out. 2025.

MENEGATTI, Bruna. **Compatibilização de projetos arquitetônico e estrutural de uma residência unifamiliar com auxílio da plataforma BIM**. 2015. 95f.Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/14491/3/PB_COECI_2015_2_35.pdf. Acesso em 18 out. 2025.

NASCIMENTO, Rafael Lucas do. **Compatibilização de Projetos.** 2015. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Curso de Engenharia Civil, Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, 2015. Disponível em: https://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10015761.pdf. Acesso em 18 out. 2025.

OLIVEIRA JUNIOR, Moacir. **Introdução Instalações Prediais e Água Fria**. Slides VIPTEC Informática, Univali, {S/D}Disponível em:

https://pt.slideshare.net/slideshow/6047-modulo-1-agua-fria-introducao-v04/50735611. Acesso em 20 n0v. 2025.

PACHECO, Fernanda. **Investigação da relação entre os parâmetros de projeto das estruturas de concreto armado visando à durabilidade**. 2016. 185f. Dissertação (Mestrado), Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, São Leopoldo RS, 2015. Disponível em: https://repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/5364/Fernanda%20Pacheco_.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 19 out. 2025.

PINHEIRO, Libânio Miranda; MUZARDO, Cassiane D.; SANTOS Sandro P. **Estruturas de concreto**. In: PINHEIRO, Libânio M. Apostila Fundamentos do concreto e projeto de edifícios. Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, 2007. Disponível em: https://arquitetonica.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/11/fundamentos-do-concreto-eesc-usp.pdf. Acesso em: 30 de out. de 2025.

PINHEIRO, Libânio Miranda; GIONGO, José Samuel. **Apostila Concreto armado: propriedades dos materiais**. São Carlos: EESC. 1986. 79f. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/000753342. Acesso em: 03 nov. 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS, Secretaria Municipal de Saúde, Diretoria de Vigilância em Saúde**. Orientação técnica: cálculo do consumo diário de água e de contribuição de esgoto**, 2021. Disponível em: https://www.pmf.sc.gov.br/entidades/vigsanitaria/index.php?cms=orientacoes+tecnicas&menu=4&submenuid=1662. Acesso em 06 nov. 2025.

SOLAREM. **Você sabe como funciona o sistema de aquecimento solar** Contagem: Solarem, [S.D]. Disponível em: https://solarem.com.br/voce-sabe-como-funciona-o-sistema-de-aquecimento-solar/
Acesso em: 24 jun. 2026.

SOUSA, André Luiz Vieira de. **Projeto estrutural em concreto armado de uma residência unifamiliar**. 2022. 256 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/243567. Acesso em 18 out. 2025.

SANTOS, Sâmua Buzeli. **Avaliação das técnicas de planejamento de projetos para a qualidade da construção civil**. 2023. 82f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) Instituto Federal da Bahia, 2023. Disponível em: https://portal.ifba.edu.br/eunapolis/textos-fixos-campus-eunapolis/informacoes-cursos/repositorio-engenharia-civil/trabalhos-de-conclusao-de-curso/2023-1-a-importancia-do-planejamento-de-projetos-na-qualidade-da-construcao-civil-samua-buzeli-santos.pdf/@@download/file/2023.1.%20A%20IMPORT%C3%82NCIA%20DO%20PLANEJAMENTO%20DE%20PROJETOS%20NA%20QUALIDADE%20DA%20CONS

TRU%C3%87%C3%83O%20CIVIL.%20S%C3%82MUA%20BUZELI%20SANTOS.pdf. Acesso em: 18 out. 2025.

SIENGE. **Tudo sobre a Engenharia Civil.** 2025. Disponível em: https://sienge.com.br/tudo-sobre-a-engenharia-civil/. Acesso em: 18 out. 2025.

SOUZA, Roberto de. **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte**. 1997. 357f.Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Engenharia de Construção Civil e Urbana, São Paulo, 1997. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-13032025-143813/pt-br.php. Acesso em: 18 out. 2025.

TECTONICA PROJETOS. **Projeto completo para obra: entenda por que a integração faz você Economizar e Evitar Problemas na Obra.** 20 mar. 2025. Disponível em: https://www.tectonicaprojetos.com.br/post/projetos-completo-na-obra-como-economizar-e-evitar-problemas-na-obra. Acesso em: 18 out. 2025.

TIGRE. **Manual Técnico:** Orientações Técnicas Instalações Hidráulicas Prediais. 2025. Disponível em: https://www.tigre.com.br/catalogos-tecnicos/categoria/catalogos-tecnicos. Acesso 20 nov. 2025.

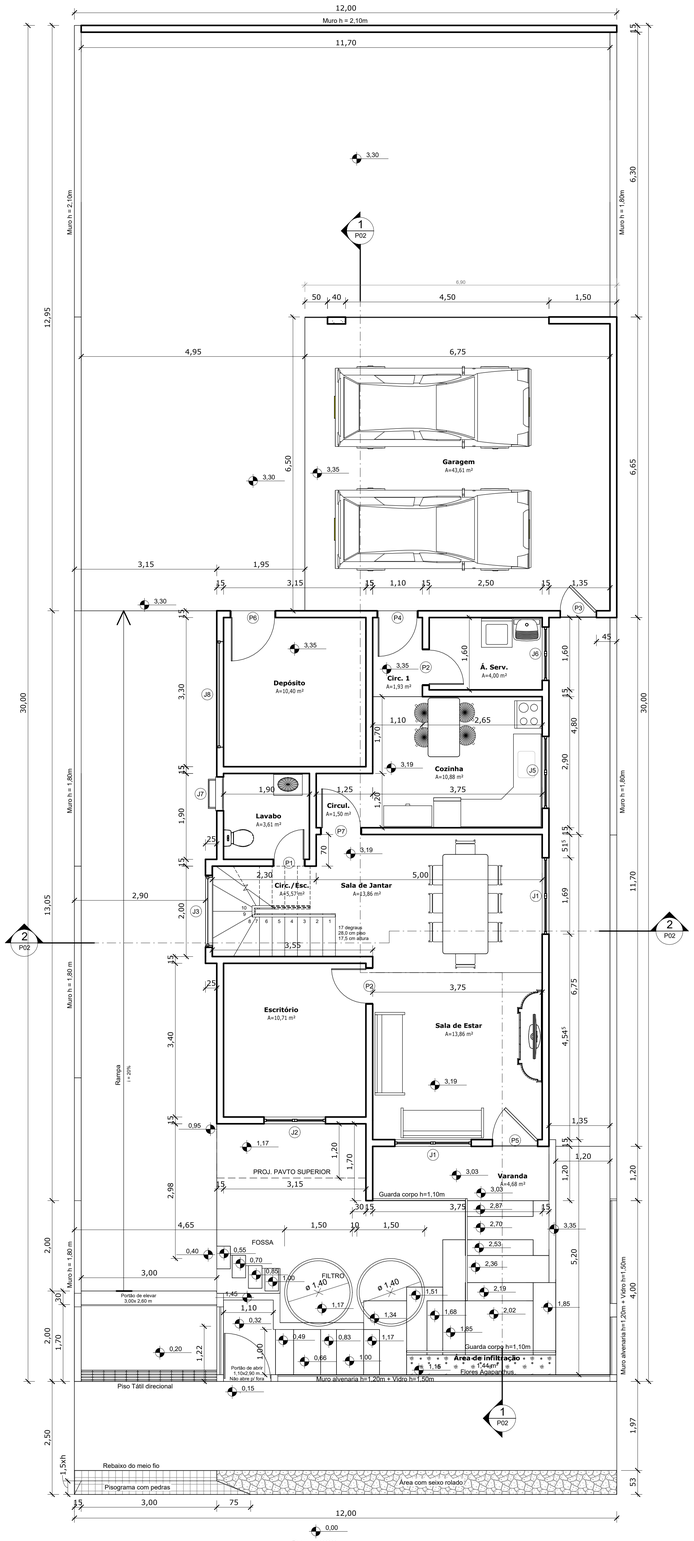
VASCONCELLOS, Juliano Caldas de. **Concreto armado Arquitetura Moderna Escola Carioca: levantamentos e notas**. 2004. 313f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação e Pesquisa em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/114673. Acesso em 18 ut. 2025.

XAVIER, Carlos Magno da Silva. **Metodologia de gerenciamento de projetos**. Rio de Janeiro: FGV Management, 2012. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56155397/07_metodologia_gerenciamento_de_projetos_carlos_magno_da_silva_xavier_2012-libre.pdf. Acesso em: 19 out. 2025.

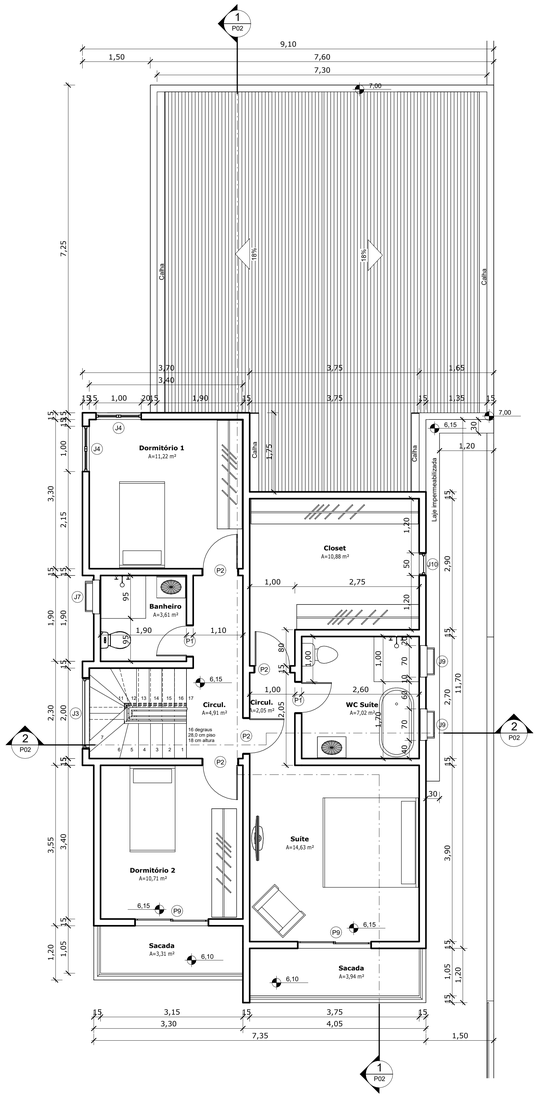
YIN, Robert K. **Estudo de Caso**: Planejamento e métodos. Bookman editora, 2015.

APÊNDICES

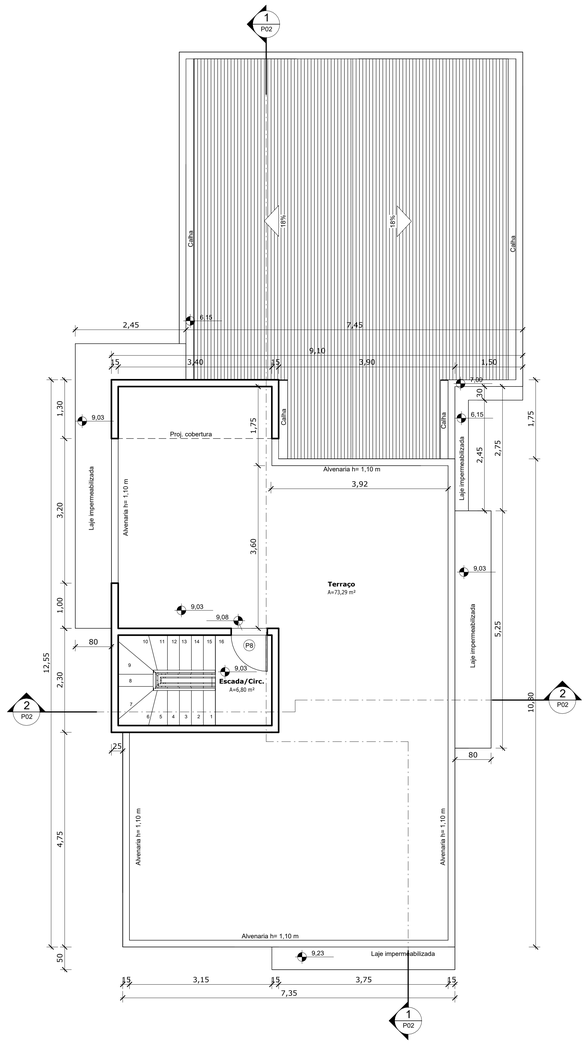
APÊNCIDE A – Projeto Arquitetônico



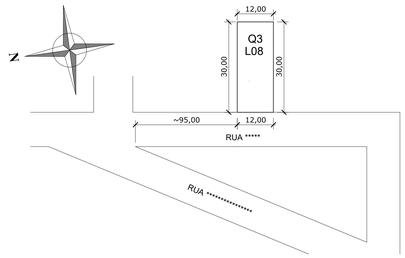
1 PLANTA BAIXA TÉRREO
ESCALA 1 : 50



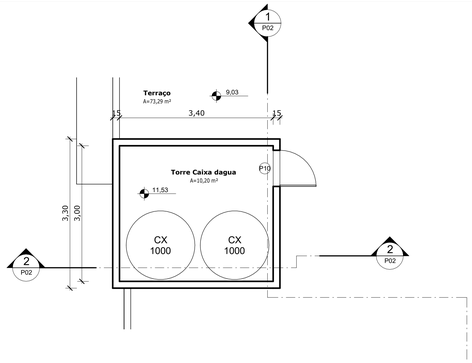
2 SUPERIOR
ESCALA 1 : 50



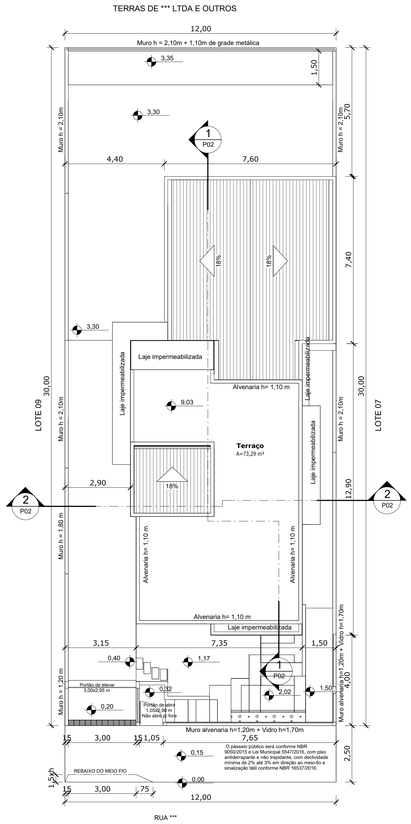
3 TERRAÇO
ESCALA 1 : 50



6 PLANTA DE SITUAÇÃO
ESCALA 1 : 750



5 TORRE CX DAGUA
ESCALA 1 : 50



4 LOCAÇÃO/COBERTURA
ESCALA 1 : 100

QUADRO DE JANELAS DE VIDRO E MADEIRA					
CÓD	QT	COMPRIMENTO	ALTURA	Altura do peitoril	DESCRIÇÃO
J1	2	1,690	1,370	1,000	Janela de correr com 2 fls móveis em vidro e forras de alumínio.
J2	1	1,360	1,360	1,000	Janela de correr com 2 fls móveis em vidro e forras de alumínio.
J3	1	1,570	2,800	1,770	Vidro temperado, fixo
J4	2	1,000	1,400	1,000	Janela de correr com 2 fls móveis em vidro, forras de alumínio e veneziana.
J5	1	1,590	1,170	1,170	Janela de correr com 2 fls móveis em vidro e forras de alumínio.
J6	1	1,180	1,180	1,040	Janela de correr com 2 fls móveis em vidro e forras de alumínio.
J7	2	0,750	0,650	1,600	Basculante, vidro jateado.
J8	1	2,400	0,400	1,800	Vidro temperado, fixo
J9	2	0,700	0,650	1,750	Basculante, vidro jateado.
J10	1	0,500	1,800	0,800	Basculante, vidro jateado.

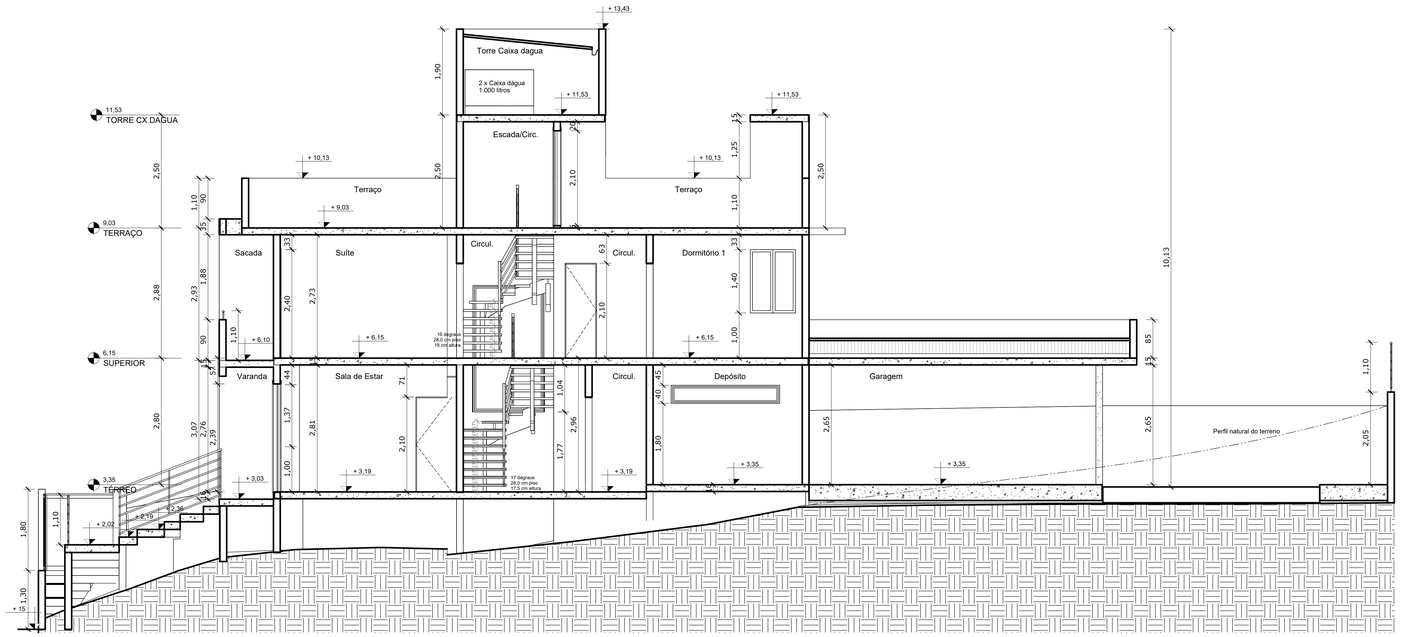
QUADRO DE PORTAS DE MADEIRA E GRADES DE FERRO				
CÓD	QT	COMPRIMENTO	ALTURA	DESCRIÇÃO
P1	3	0,700	2,100	Porta de madeira semioca com forras de madeira para Banheiro
P2	6	0,800	2,100	Porta interna de madeira semioca com forras de madeira.
P3	1	0,800	2,200	Porta externa de madeira maciça com forras de madeira.
P4	1	0,900	2,100	Porta externa de madeira maciça com forras de madeira.
P5	1	1,000	2,400	Porta externa de madeira maciça com forras de madeira
P6	1	1,000	2,100	Porta externa de madeira maciça com forras de madeira
P7	1	0,900	2,100	Porta interna de madeira semioca com forras de madeira
P8	1	0,800	2,100	Porta externa de veneziana com forras de madeira
P9	2	1,600	2,400	Porta de alumínio com 2 folhas de correr e bandeirola.
P10	1	0,800	1,100	Porta de alumínio com veneziana.

Tabela de Áreas		
Nível	Nome	Área
TÉRREO	Coberta aberta	4,86 m²
TÉRREO	Coberta aberta	45,08 m²
TÉRREO	Coberta fechada	86,02 m²
TÉRREO: 3		135,96 m²
SUPERIOR	Coberta aberta	3,96 m²
SUPERIOR	Coberta aberta	4,86 m²
SUPERIOR	Coberta fechada	80,10 m²
SUPERIOR: 3		88,92 m²
TERRAÇO	Coberta aberta	4,81 m²
TERRAÇO	Coberta fechada	8,51 m²
TERRAÇO	Descoberta	76,07 m²
TERRAÇO: 3		89,39 m²
TORRE CX DAGUA	Coberta fechada	12,21 m²
TORRE CX DAGUA: 1		12,21 m²
Total geral: 10		326,48 m²

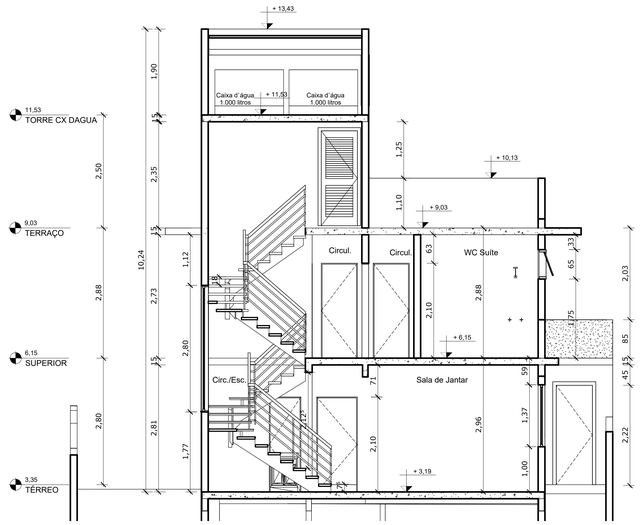
ÁREA TERRENO	PROJ. CONSTRUÇÃO	ÁREA CONSTRUÍDA	ÁREA INFILTRAÇÃO	ÍNDICE DE APROVEITAMENTO	TAXA DE OCUPAÇÃO	TAXA DE PERMEABILIDADE
360,00m²	139,92m²	326,48m²	36,48m²	90,69%	0,3887	10,13%

OBSERVAÇÕES:

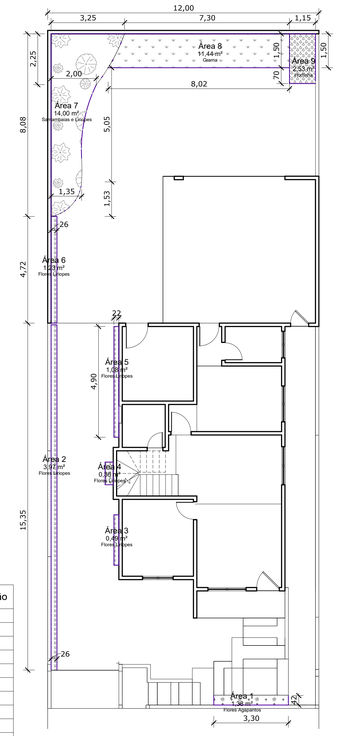
- O sistema de tratamento de esgoto e a lixeira atendem as normas da vigilância sanitária do município.
- Projeto de acordo com a NBR 15.575 - Edificações Habitacionais - Desempenho.
- O passeio público será conforme NBR 9050/2015 e Lei Municipal 5547/2016, com piso antiderrapante e não trepidante, com declividade mínima de 2% até 3% em direção ao meio-fio e sinalização tátil conforme NBR 16537/2016.
- Portão de abrir possui abertura não projetada para o passeio.



1 CORTE AA
ESCALA 1 : 50

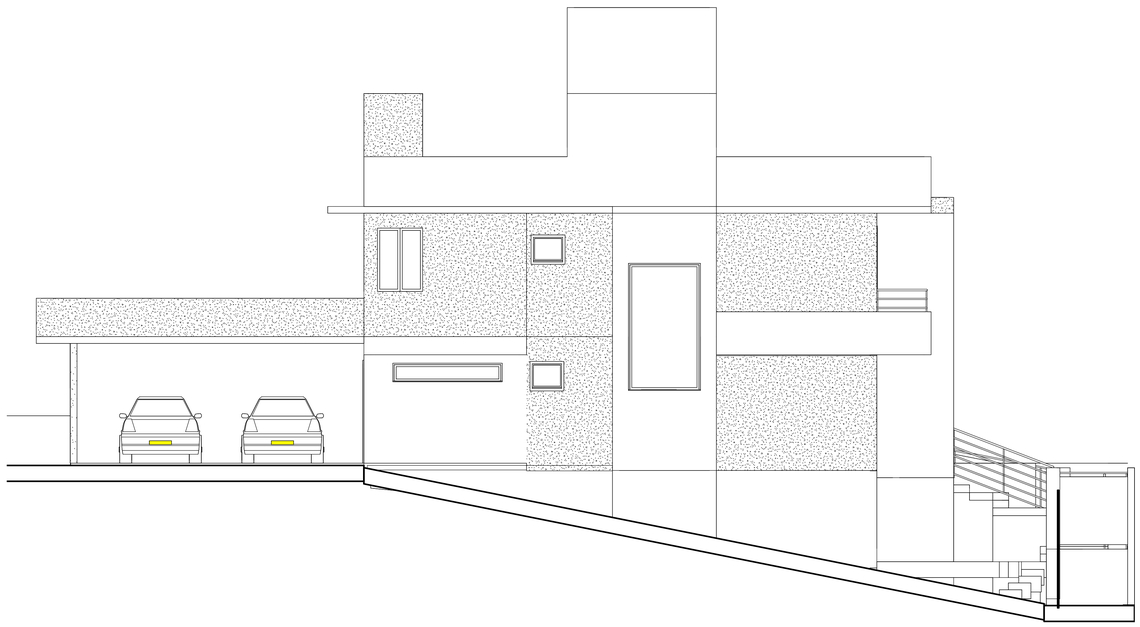


2 CORTE BB
ESCALA 1 : 50

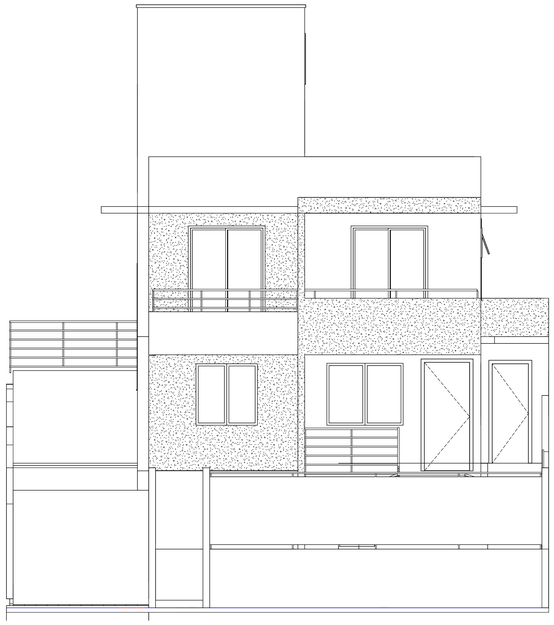


5 ÁREA DE INFILTRAÇÃO
ESCALA 1 : 100

Área de Impermeabilização	
Nome	Área
Área 1	1,38 m²
Área 2	3,97 m²
Área 3	0,49 m²
Área 4	0,36 m²
Área 5	1,08 m²
Área 6	1,23 m²
Área 7	14,00 m²
Área 8	11,44 m²
Área 9	2,53 m²
Total geral	36,48 m²



3 VISTA LAT. ESQUERDA
ESCALA 1 : 50



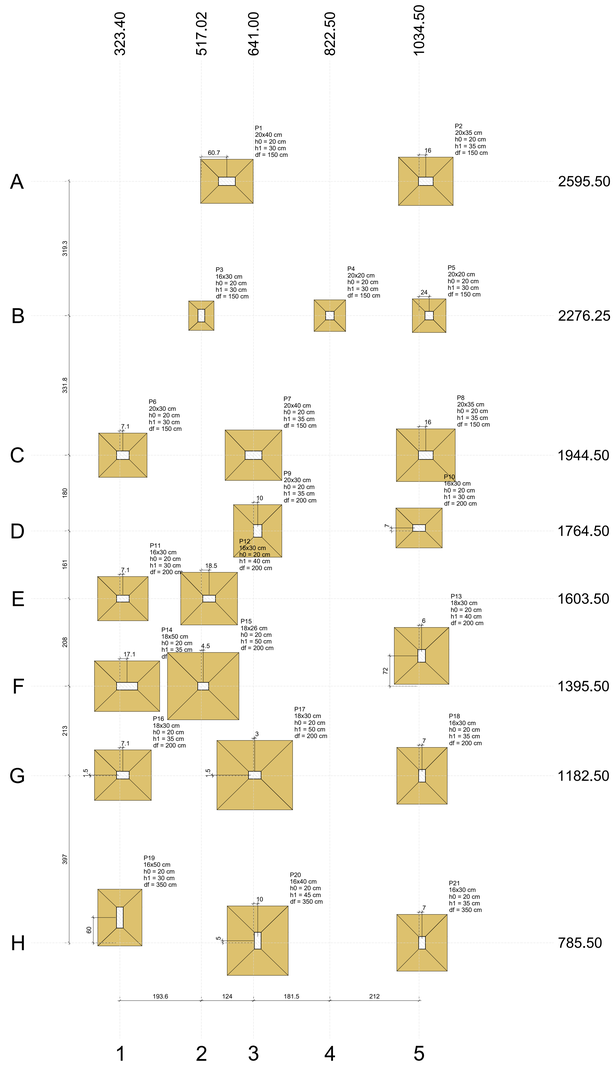
4 VISTA FRONTAL
ESCALA 1 : 50

RELAÇÃO DE REVESTIMENTOS E ACABAMENTOS

	Revestimentos											Pavimentação					Acabamentos		
	Chapisco	Reboco	Gesso	Epóxi	Fórmica	Papel de parede	Pint. Acrílica	Verniz	Esmalte	Massa Corrida	Texturizada	Azulejo 1/2 parede	Azulejo até o teto	Contrapiso	Cimentado	Madeira	Cerâmica	Carpete	Laminados	Soleira	Rodapé	Peitoril
Dormitórios	X	X					X							X			X			X	X	X
Sala	X	X					X							X			X			X	X	X
Cozinha	X	X											X	X			X			X	X	X
Banheiros	X	X											X	X			X			X	X	X
Circulação	X	X					X							X			X			X	X	X
Varanda	X	X					X							X			X			X		
Área de serviço	X	X											X	X			X			X	X	X
Garagem	X	X					X							X			X			X	X	
Calçada														X								
Parede externa	X	X					X															
Hall	X	X					X							X			X			X	X	X
Escada	X	X					X									X				X	X	
Sacada	X	X					X							X						X	X	X
Terraço	X	X					X							X						X	X	X
Escada externa														X						X	X	
Muros	X	X					X															

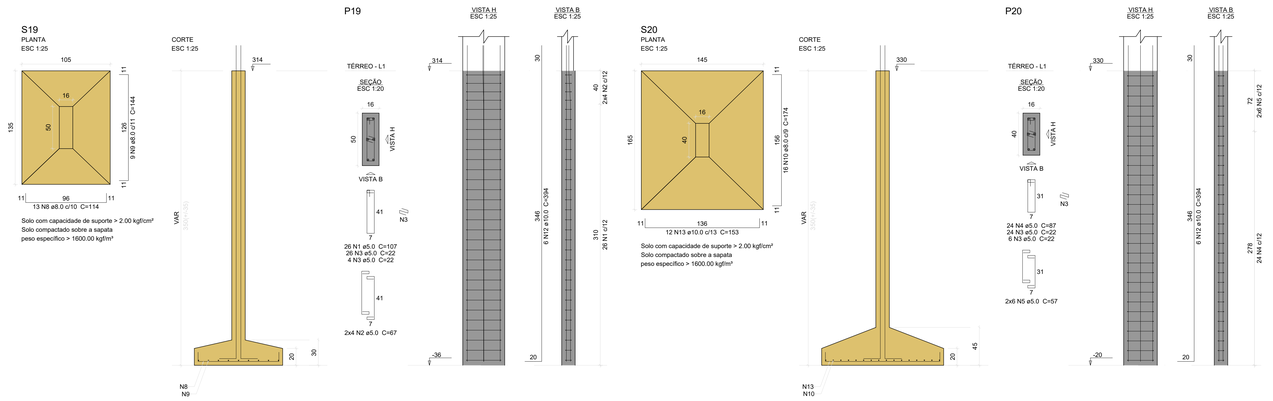
APÊNDICES

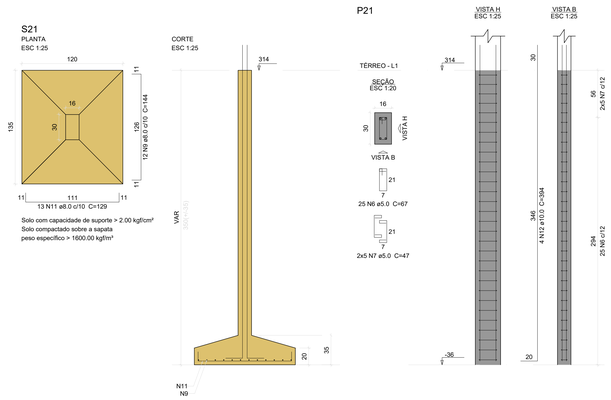
APÊNCIDE B – Projeto Estrutural



PLANTA DE LOCAÇÃO

Escala 1:50





Relação do aço

S19 S20 S21

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	26	107	2782
	2	5.0	8	67	536
	3	5.0	60	22	1320
	4	5.0	24	87	2088
	5	5.0	12	57	684
	6	5.0	25	67	1675
	7	5.0	10	47	470
CA50	8	8.0	13	114	1482
	9	8.0	21	144	3024
	10	8.0	16	174	2784
	11	8.0	13	129	1677
	12	10.0	16	394	6304
	13	10.0	12	153	1836

Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	8.0	89.7	38.9
	10.0	81.4	55.2
CA60	5.0	95.6	16.2

PESO TOTAL (kg)	
CA50	94.1
CA60	16.2

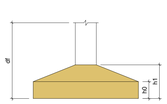
Volume de concreto (C-35) = 2.08 m³
Área de forma = 13.76 m²

Pilar													Fundação				
Nome	Seção (cm)	X (cm)	Y (cm)	Carga Máx. (tf)	Carga Mín. (tf)	Mx Máximo (kgf.m) Positivo	Mx Máximo (kgf.m) Negativo	My Máximo (kgf.m) Positivo	My Máximo (kgf.m) Negativo	Fx Máximo (tf) Positivo	Fx Máximo (tf) Negativo	Fy Máximo (tf) Positivo	Fy Máximo (tf) Negativo	Lado B (cm)	Lado H (cm)	h0 / ha (cm)	h1 / hb (cm)	df (cm)
P1	20x40	577.71	2595.50	20.6	17.0	0	0	0	0	0.6	-0.5	0.0	-0.7	105	125	20	30	150
P2	20x35	1050.50	2595.50	23.7	19.3	0	0	0	0	0.3	-0.7	0.3	-0.3	115	130	20	35	150
P3	16x30	517.02	2276.25	5.7	3.8	0	0	0	0	0.2	-0.3	0.7	-0.5	60	70	20	30	150
P4	20x20	822.50	2276.25	8.0	5.1	0	0	0	0	0.4	-0.3	0.4	-0.3	75	75	20	30	150
P5	20x20	1058.50	2276.25	9.2	6.1	0	0	0	0	0.0	-0.6	0.4	-0.4	80	80	20	30	150
P6	20x30	330.50	1944.50	18.2	14.1	0	0	0	0	0.5	-0.6	0.7	0.0	105	115	20	30	150
P7	20x40	641.00	1944.50	25.9	20.9	0	0	0	0	0.8	-1.8	0.4	-0.1	120	135	20	35	150
P8	20x35	1050.50	1944.50	27.7	21.9	0	0	0	0	1.4	-0.2	0.2	-0.4	125	140	20	35	150
P9	20x30	651.00	1764.50	20.8	17.3	0	0	0	0	0.0	-1.0	1.3	-0.2	115	125	20	35	200
P10	18x30	1034.50	1771.50	15.7	13.5	0	0	0	0	1.3	0.0	0.3	-0.3	95	110	20	30	200
P11	16x30	330.50	1603.50	19.0	10.1	0	0	0	0	1.1	-1.0	0.2	-0.5	105	120	20	30	200
P12	16x30	535.50	1603.50	25.5	19.2	0	0	0	0	0.7	-1.6	0.4	0.0	125	135	20	40	200
P13	18x30	1040.50	1467.50	27.2	23.2	0	0	0	0	1.2	0.0	0.4	-0.6	130	135	20	40	200
P14	18x50	340.50	1395.50	28.3	13.9	0	0	0	0	3.1	-2.6	0.2	-0.4	120	155	20	35	200
P15	18x26	521.50	1395.50	42.7	28.6	0	0	0	0	0.7	-1.4	0.1	-0.4	160	170	20	50	200
P16	18x30	330.50	1184.00	24.2	19.4	0	0	0	0	0.4	-1.3	0.6	0.0	120	135	20	35	200
P17	18x30	644.00	1184.00	45.4	38.5	0	0	0	0	1.0	-0.8	0.4	-0.4	165	180	20	50	200
P18	18x30	1041.50	1182.50	23.7	20.0	0	0	0	0	0.5	-0.1	0.9	0.0	120	135	20	35	200
P19	16x50	323.40	845.50	18.2	15.0	0	0	0	0	0.3	-0.5	0.1	-0.9	105	135	20	30	350
P20	16x40	651.00	790.50	31.7	25.9	0	0	0	0	0.2	-0.7	0.1	-1.3	145	165	20	45	350
P21	16x30	1041.50	785.50	21.2	17.6	0	0	0	0	0.6	-0.1	0.0	-0.7	120	135	20	35	350

Os esforços indicados nesta tabela são os valores máximos obtidos pela envoltória de todas as combinações definidas para as fundações. Para análises complementares, deve-se consultar o relatório de esforços na fundação, que apresenta os valores calculados para cada combinação.

Locação no eixo X	
Coordenadas (cm)	Nome
323.40	P19
330.50	P6, P11, P16
340.50	P14
517.02	P3
521.50	P15
535.50	P12
577.71	P1
641.00	P7
644.00	P17
651.00	P9, P20
822.50	P4
1034.50	P10
1040.50	P13
1041.50	P18, P21
1050.50	P2, P8
1058.50	P5

Locação no eixo Y	
Coordenadas (cm)	Nome
2595.50	P1; P2
2276.25	P3, P4, P5
1944.50	P6, P7, P8
1771.50	P10
1764.50	P9
1603.50	P11, P12
1467.50	P13
1395.50	P14, P15
1184.00	P16, P17
1182.50	P18
845.50	P19
790.50	P20
785.50	P21



INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Florianópolis

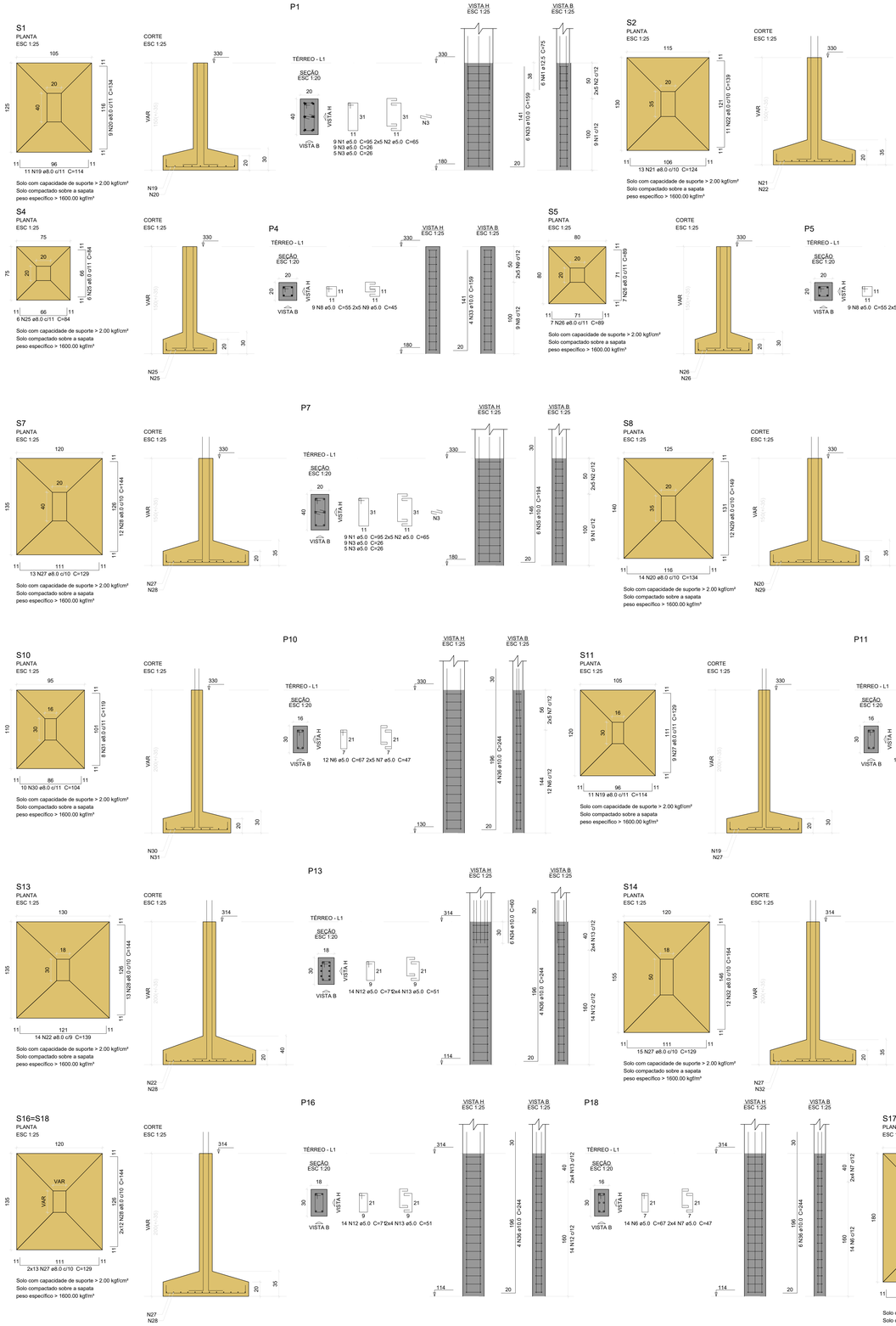
PROJETO ESTRUTURAL

ENDEREÇO DA OBRA
Residência Unifamiliar, Centro, Florianópolis- SC

PROJETISTA	CPF/CNPJ	ASSINATURA
Pietra Fritsch de Araujo		
PROJETISTA	CREA	ASSINATURA
Projetista		

DISCRIMINAÇÃO
Locação e Fundação

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO	COMPUTAÇÃO GRÁFICA	CÓDIGO	DATA	PRANCHA
	Autor	**01**	**07/07/2026**	**01 / 02**
CO-AUTOR DO PROJETO	ESCALA	REVISÃO	CLASSE	
	Como indicado		**de 01**	



Solo com capacidade de suporte > 2.00 kgf/cm²
Solo compactado sobre a sapata
peso específico > 1600.00 kgf/m³

Relação do aço

S1	S2	S3
S4	S5	S6
S7	S8	S9
S10	S11	S12
S13	S14	S15
S16	S17	

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	18	95	1710
	2	5.0	20	65	1300
	3	5.0	42	26	1092
	4	5.0	18	85	1530
	5	5.0	20	60	1200
	6	5.0	59	67	3953
	7	5.0	52	47	2444
	8	5.0	18	55	990
	9	5.0	20	45	900
	10	5.0	21	75	1575
	11	5.0	22	55	1210
	12	5.0	39	71	2769
	13	5.0	28	51	1428
	14	5.0	13	111	1443
	15	5.0	10	71	710
	16	5.0	18	24	432
	17	5.0	12	63	756
	18	5.0	12	47	564
CA50	19	8.0	32	114	3648
	20	8.0	48	134	6432
	21	8.0	34	124	4216
	22	8.0	25	139	3475
	23	8.0	7	69	483
	24	8.0	6	79	474
	25	8.0	12	84	1008
	26	8.0	14	89	1246
	27	8.0	63	129	8127
	28	8.0	61	144	8784
	29	8.0	12	149	1788
	30	8.0	10	104	1040
	31	8.0	8	119	952
	32	8.0	12	164	1968
	33	10.0	18	159	2862
	34	10.0	12	60	720
	35	10.0	20	194	3880
	36	10.0	44	244	10736
	37	10.0	13	168	2184
	38	10.0	12	178	2136
	39	10.0	15	173	2595
	40	10.0	12	188	2256
	41	12.5	6	75	450

Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	8.0	436.5	189.4
	10.0	273.7	185.6
	12.5	4.5	4.8
CA60	5.0	260.1	44.1
PESO TOTAL (kg)			
CA50	379.8		
CA60	44.1		

Volume de concreto (C-35) = 8.78 m³
Área de forma = 42.71 m²

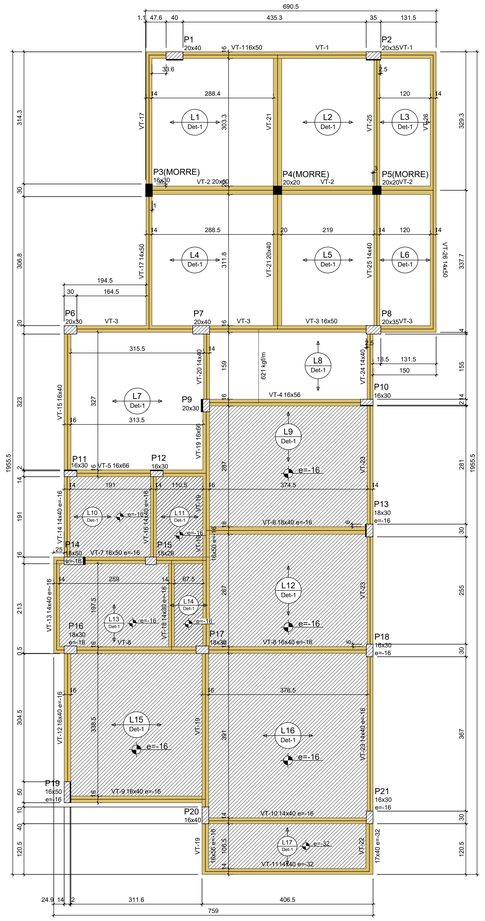
INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Florianópolis

PROJETO ESTRUTURAL

ENDEREÇO DA OBRA: Residência Unifamiliar, Centro, Florianópolis- SC		
PROJETISTA: Pietra Fritsch de Araujo	CPF/CNPJ	ASSINATURA
PROJETISTA: Projetista	CREA	ASSINATURA

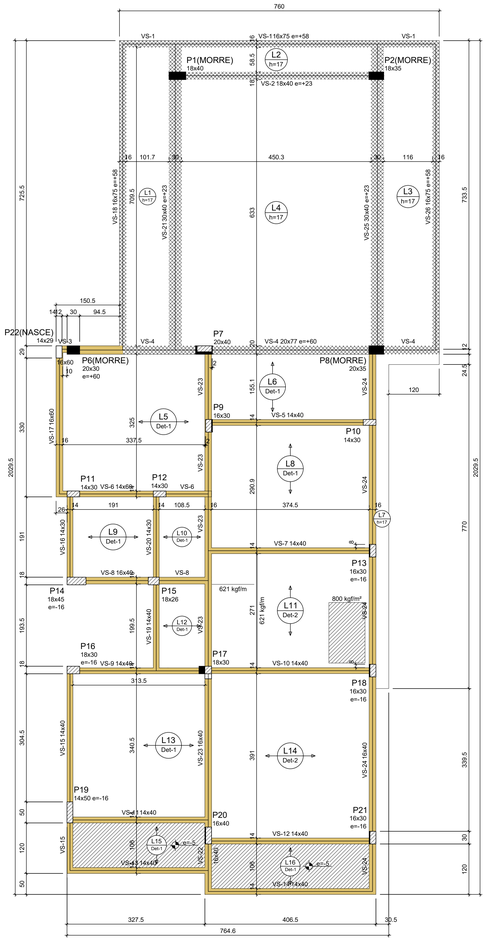
DISCRIMINAÇÃO: **Locação e Fundação**

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO	COMPUTAÇÃO GRÁFICA	CÓDIGO	DATA	PRANCHA
	Autor	01	07/07/2026	02 / 02
CO-AUTOR DO PROJETO	ESCALA: Como indicado	REVISÃO	CLASSE: de 01	



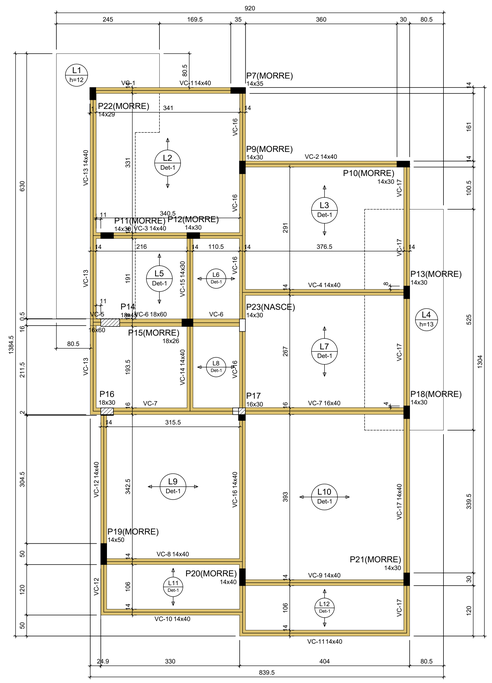
FORMA DO PAVIMENTO TÉRREO (NÍVEL 330)

Escala 1:50



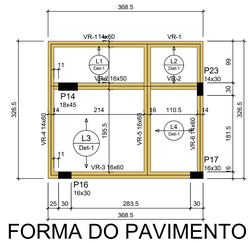
FORMA DO PAVIMENTO SUPERIOR (NÍVEL 610)

Escala 1:50



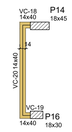
FORMA DO PAVIMENTO COBERTURA (NÍVEL 898)

Escala 1:50



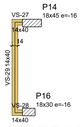
FORMA DO PAVIMENTO RESERVATÓRIO (NÍVEL 1148)

Escala 1:50



FORMA INTERMEDIÁRIA DO PAVIMENTO COBERTURA (NÍVEL 770)

Escala 1:50



FORMA INTERMEDIÁRIA DO PAVIMENTO SUPERIOR (NÍVEL 499)

Escala 1:50

Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
VR-1	14x60	0	1148
VR-2	16x50	0	1148
VR-3	16x60	0	1148
VR-4	14x60	0	1148
VR-5	16x60	0	1148
VR-6	14x60	0	1148

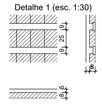
Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P14	18x45	0	1148
P16	16x30	0	1148
P17	16x30	0	1148
P23	14x30	0	1148

Lajes								
		Dados				Sobrecarga (kgf/m²)		
Nome	Tipo	Altura (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)	Peso próprio (kgf/m²)	Adicional	Acidental	Localizada
L1	Treliçada 1D	13	0	1148	284	1355	150	-
L2	Treliçada 1D	13	0	1148	284	1355	150	-
L3	Treliçada 1D	13	0	1148	284	1355	150	-
L4	Treliçada 1D	13	0	1148	284	1355	150	-

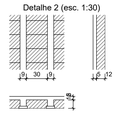
Área de lajes			
Tipo	Altura (cm)	Bloco de Enchimento	Área (m²)
Treliçada 1D	13	B8/25/20	9.09

Blocos de enchimento						
Detalhe	Tipo	Nome	Dimensões(cm)			Quantidade
			hb	bx	by	
1	Lajota cerâmica	B8/25/20	8	25	20	120

Detalhe 1 (esc. 1:30)



Detalhe 2 (esc. 1:30)



Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
VT-1	16x50	0	330
VT-2	20x50	0	330
VT-3	16x50	0	330
VT-4	16x56	0	330
VT-5	16x66	0	330
VT-6	18x40	-16	314
VT-7	16x50	-16	314
VT-8	16x40	-16	314
VT-9	16x40	-16	314
VT-10	14x40	-16	314
VT-11	14x40	-32	298
VT-12	16x40	-16	314
VT-13	14x40	-16	314
VT-14	14x40	-16	314
VT-15	16x40	0	330
VT-16	14x40	-16	314
VT-17	14x50	0	330
VT-18	14x30	-16	314
VT-19	16x56	-16	314
	16x50	-16	314
	16x66	0	330
VT-20	14x40	0	330
VT-21	20x40	0	330
VT-22	17x40	-32	298
VT-23	14x40	-16	314
VT-24	14x40	0	330
VT-25	14x40	0	330
VT-26	14x50	0	330

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	20x40	0	330
P2	20x35	0	330
P3	16x30	0	330
P4	20x20	0	330
P5	20x20	0	330
P6	20x30	0	330
P7	20x40	0	330
P8	20x35	0	330
P9	20x30	0	330
P10	16x30	0	330
P11	16x30	0	330
P12	16x30	0	330
P13	18x30	-16	314
P14	18x50	-16	314
P15	18x26	0	330
P16	18x30	-16	314
P17	18x30	0	330
P18	16x30	-16	314
P19	16x50	-16	314
P20	16x40	0	330
P21	16x30	-16	314

Lajes								
		Dados				Sobrecarga (kgf/m²)		
Nome	Tipo	Altura (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)	Peso próprio (kgf/m²)	Adicional	Acidental	Localizada
L1	Treliçada 1D	13	0	330	284	123	300	-
L2	Treliçada 1D	13	0	330	284	123	300	-
L3	Treliçada 1D	13	0	330	284	123	300	-
L4	Treliçada 1D	13	0	330	284	123	300	-
L5	Treliçada 1D	13	0	330	284	123	300	-
L6	Treliçada 1D	13	0	330	284	123	300	-
L7	Treliçada 1D	13	0	330	284	154	150	-
L8	Treliçada 1D	13	0	330	284	154	150	sim
L9	Treliçada 1D	13	-16	314	284	154	150	-
L10	Treliçada 1D	13	-16	314	284	154	150	-
L11	Treliçada 1D	13	-16	314	284	154	150	-
L12	Treliçada 1D	13	-16	314	284	154	150	-
L13	Treliçada 1D	13	-16	314	284	154	150	-
L14	Treliçada 1D	13	-16	314	284	154	150	-
L15	Treliçada 1D	13	-16	314	284	154	150	-
L16	Treliçada 1D	13	-16	314	284	154	150	-
L17	Treliçada 1D	13	-32	298	284	154	150	-

Área de lajes			
Tipo	Altura (cm)	Bloco de Enchimento	Área (m²)
Treliçada 1D	13	B8/25/20	116.94

Blocos de enchimento						
Detalhe	Tipo	Nome	Dimensões(cm)			Quantidade
			hb	bx	by	
1	Lajota cerâmica	B8/25/20	8	25	20	1652

Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
VS-1	16x75	58	668
VS-2	18x40	23	633
VS-3	16x60	0	610
VS-4	20x77	60	670
VS-5	14x40	0	610
VS-6	14x60	0	610
VS-7	14x40	0	610
VS-8	16x40	0	610
VS-9	14x40	0	610
VS-10	14x40	0	610
VS-11	14x40	0	610
VS-12	14x40	0	610
VS-13	14x40	0	610
VS-14	14x40	0	610
VS-15	14x40	0	610
VS-16	14x30	0	610
VS-17	16x60	0	610
VS-18	16x75	58	668
VS-19	14x40	0	610
VS-20	14x30	0	610
VS-21	30x40	23	633
VS-22	16x40	0	610
VS-23	16x40	0	610
VS-24	16x40	0	610
VS-25	30x40	23	633
VS-26	16x75	58	668
VS-27	14x40	-111	499
VS-28	14x40	-111	499
VS-29	14x40	-111	499

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	18x40	0	610
P2	18x35	0	610
P6	20x30	60	670
P7	20x40	0	610
P8	20x35	0	610
P9	16x30	0	610
P10	14x30	0	610
P11	14x30	0	610
P12	14x30	0	610
P13	16x30	-16	594
P14	18x45	-16	594
P15	18x26	0	610
P16	18x30	-16	594
P17	18x30	0	610
P18	16x30	-16	594
P19	14x50	-16	594
P20	16x40	0	610
P21	16x30	-16	594
P22	14x29	0	610

Lajes								
		Dados				Sobrecarga (kgf/m²)		
Nome	Tipo	Altura (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)	Peso próprio (kgf/m²)	Adicional	Acidental	Localizada
L1	Maciça	17	0	610	425	154	150	-
L2	Maciça	17	0	610	425	154	150	-
L3	Maciça	17	0	610	425	154	150	-
L4	Maciça	17	0	610	425	154	150	-
L5	Treliçada 1D	13	0	610	284	154	150	-
L6	Treliçada 1D	13	0	610	284	154	150	-
L7	Maciça	17	0	610	425	154	150	-
L8	Treliçada 1D	13	0	610	284	154	150	-
L9	Treliçada 1D	13	0	610	284	154	150	-
L10	Treliçada 1D	13	0	610	284	154	150	-
L11	Treliçada 1D	17	0	610	360	154	150	sim
L12	Treliçada 1D	13	0	610	284	154	150	-
L13	Treliçada 1D	13	0	610	284	154	150	-
L14	Treliçada 1D	17	0	610	360	154	150	-
L15	Treliçada 1D	13	-5	605	284	154	150	-
L16	Treliçada 1D	13	-5	605	284	154	150	-

Área de lajes			
Tipo	Altura (cm)	Bloco de Enchimento	Área (m²)
Maciça	17	-	49.31
Treliçada 1D	13	B8/25/20	53.53
Treliçada 1D	17	B12/30/20	24.79

Blocos de enchimento						
Detalhe	Tipo	Nome	Dimensões(cm)			Quantidade
			hb	bx	by	
1	Lajota cerâmica	B8/25/20	8	25	20	754
2	Lajota cerâmica	B12/30/20	12	30	20	320

Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
VC-1	14x40	0	898
VC-2	14x40	0	898
VC-3	14x40	0	898
VC-4	14x40	0	898
VC-5	16x60	0	898
VC-6	18x60	0	898
VC-7	16x40	0	898
VC-8	14x40	0	898
VC-9	14x40	0	898
VC-10	14x40	0	898
VC-11	14x40	0	898
VC-12	14x40	0	898
VC-13	14x40	0	898
VC-14	14x40	0	898
VC-15	14x30	0	898
VC-16	14x40	0	898
VC-17	14x40	0	898
VC-18	14x40	-128	770
VC-19	14x40	-128	770
VC-20	14x40	-128	770

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P7	14x35	0	898
P9	14x30	0	898
P10	14x30	0	898
P11	14x30	0	898
P12	14x30	0	898
P13	14x30	0	898
P14	18x45	0	898
P15	18x26	0	898
P16	18x30	0	898
P17	16x30	0	898
P18	14x30	0	898
P19	14x50	0	898
P20	14x40	0	898
P21	14x30	0	898
P22	14x29	0	898
P23	14x30	0	898

Lajes								
		Dados				Sobrecarga (kgf/m²)		
Nome	Tipo	Altura (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)	Peso próprio (kgf/m²)	Adicional	Acidental	Localizada
L1	Maciça	12	0	898	300	154	150	-
L2	Treliçada 1D	13	0	898	284	154	150	-
L3	Treliçada 1D	13	0	898	284	154	150	-
L4	Maciça	13	0	898	325	154	150	-
L5	Treliçada 1D	13	0	898	284	154	150	-
L6	Treliçada 1D	13	0	898	284	154	150	-
L7	Treliçada 1D	13	0	898	284	154	150	-
L8	Treliçada 1D	13	0	898	284	154	150	-
L9	Treliçada 1D	13	0	898	284	154	150	-
L10	Treliçada 1D	13	0	898	284	154	150	-
L11	Treliçada 1D	13	0	898	284	154	150	-
L12	Treliçada 1D	13	0	898	284	154	150	-

Área de lajes			
Tipo	Altura (cm)	Bloco de Enchimento	Área (m²)
Maciça	12	-	6.39
Maciça	13	-	4.23
Treliçada 1D	13	B8/25/20	73.59

Blocos de enchimento						
Detalhe	Tipo	Nome	Dimensões(cm)			Quantidade
			hb	bx	by	
1	Lajota cerâmica	B8/25/20	8	25	20	891

Legenda dos pilares
Pilar que morre
Pilar que passa
Pilar que nasce
Pilar com mudança de seção

Características dos materiais	
fck (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm²)
350	294029

Dimensão máxima do agregado = 19 mm

Legenda das vigas e paredes
Viga
Viga chata ou invertida

Legenda das lajes
Laje
Laje com elevação negativa

CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL E COBRIMENTO DAS ARMADURAS	
PEÇA ESTRUTURAL	COBRIMENTO
PILARES E VIGAS INTERNAS	3,5 cm
PILARES E VIGAS EXTERNAS	2,5 cm
VIGAS EM CONTATO COM O SOLO	4,0 cm
PILARES EM CONTATO COM O SOLO E SAPATAS	4,5 cm

FOI CONSIDERADO, ∆c=5mm NA DEFINIÇÃO DOS COBRIMENTOS ACIMA CONFORME ORIENTAÇÃO TABELA 7.2 NBR 6118:2026

CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL
TABELA 6.1 DA NBR 6118-2026
CAA III AGRESSIVIDADE FORTE

INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Florianópolis

PROJETO ESTRUTURAL

ENDEREÇO DA OBRA
Residência Unifamiliar, Centro, Florianópolis- SC

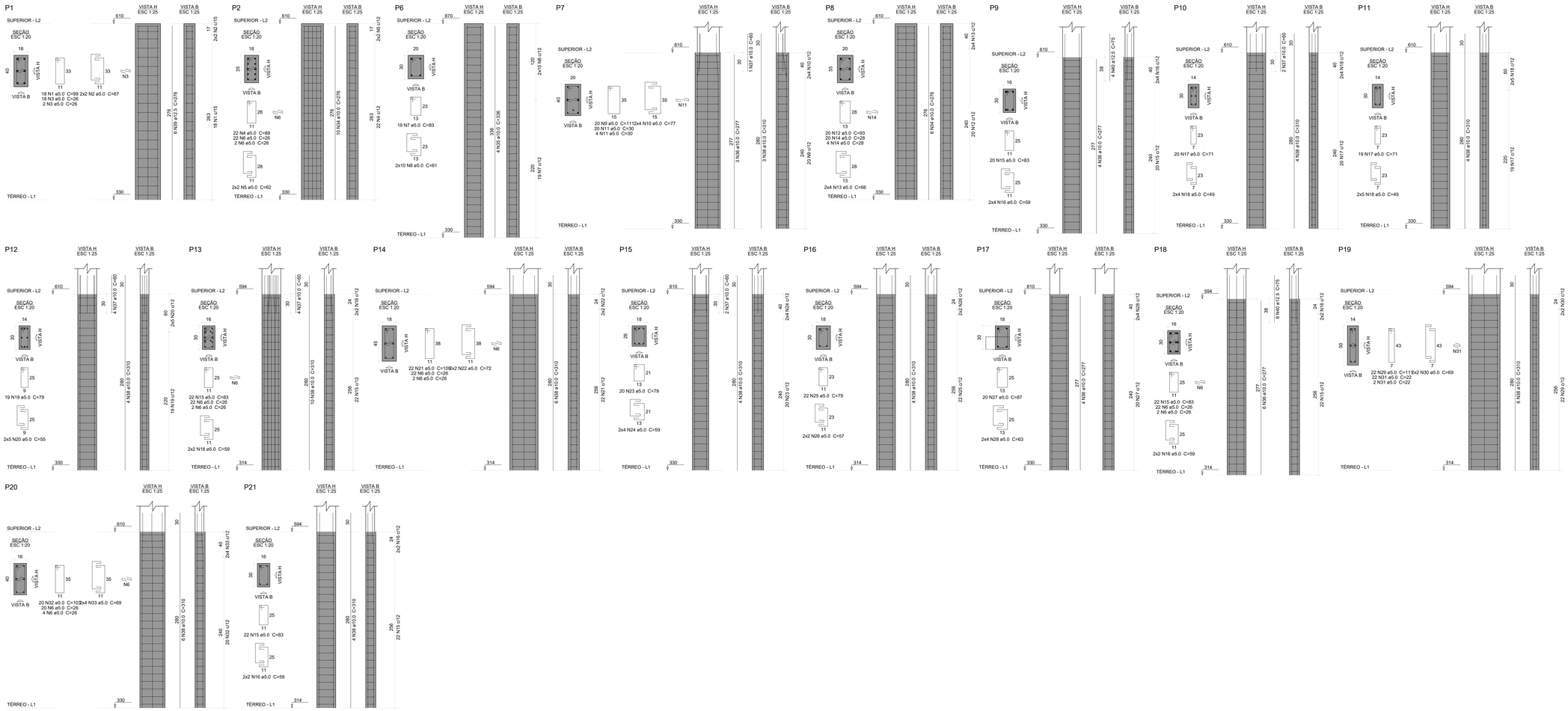
PROJETISTA: **Pietra Fritsch de Araujo** | CPF/CNPJ: | ASSINATURA:

PROJETISTA: **Projetista** | CREA: | ASSINATURA:

DESENHADO: **Formas**

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: | COMPUTAÇÃO GRÁFICA: **Autor** | CÓDIGO: **01** | DATA: **07/07/2026** | PRANCHA: **01 / 01**

CO-AUTOR DO PROJETO: | ESCALA: **Como indicado** | REVISÃO: | CLASSE: **de 01**



Relação do aço

P1	P2	P6
P7	P8	P9
P10	P11	P12
P13	P14	P15
P16	P17	P18
P19	P20	P21

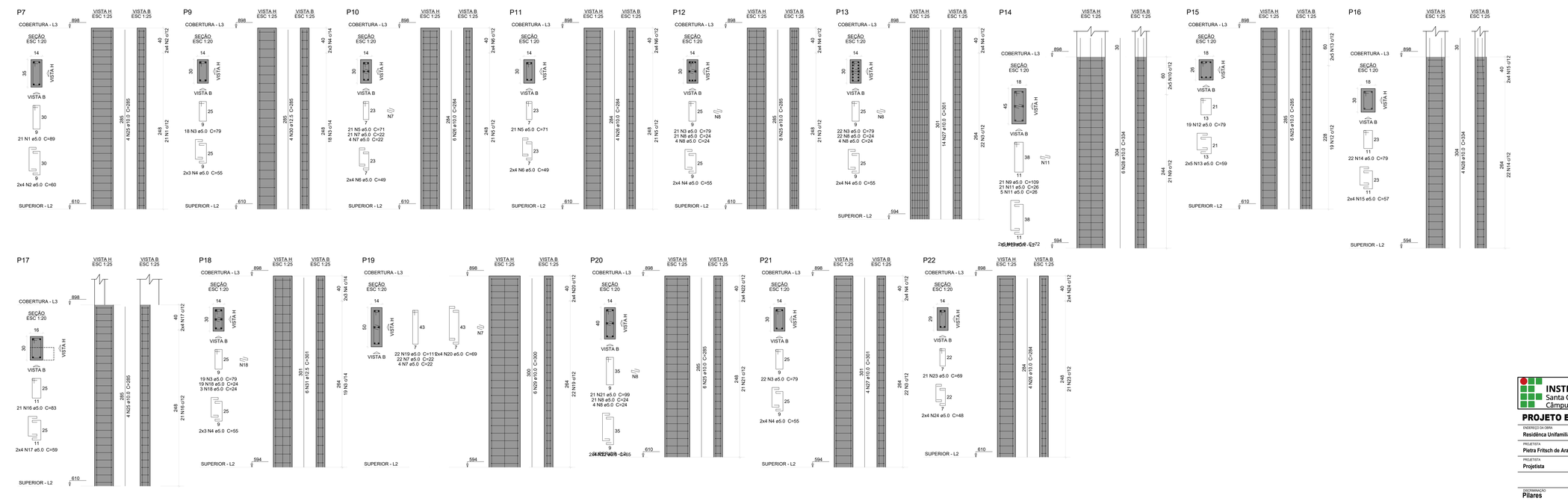
AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	18	99	1782
	2	5.0	4	67	268
	3	5.0	20	26	520
	4	5.0	22	89	1958
	5	5.0	4	62	248
	6	5.0	120	26	3120
	7	5.0	19	83	1577
	8	5.0	20	61	1220
	9	5.0	20	111	2220
	10	5.0	8	77	616
	11	5.0	24	30	720
	12	5.0	20	93	1860
	13	5.0	8	66	528
	14	5.0	24	28	672
	15	5.0	86	83	7138
	16	5.0	20	59	1180
	17	5.0	39	71	2769
	18	5.0	18	49	882
	19	5.0	19	79	1501
	20	5.0	10	55	550
	21	5.0	22	109	2398
	22	5.0	4	72	288
	23	5.0	20	79	1580
	24	5.0	8	59	472
	25	5.0	22	79	1738
	26	5.0	4	57	228
	27	5.0	20	87	1740
	28	5.0	8	63	504
	29	5.0	22	111	2442
	30	5.0	4	69	276
	31	5.0	24	22	528
	32	5.0	20	103	2060
	33	5.0	8	69	552
CA50	34	10.0	16	276	4416
	35	10.0	4	336	1344
	36	10.0	17	277	4709
	37	10.0	13	60	780
	38	10.0	55	310	17050
	39	12.5	6	276	1656
	40	12.5	10	75	750

Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	10.0	283	191.9
	12.5	24.1	25.5
CA60	5.0	461.4	78.2

PESO TOTAL (kg)	
CA50	217.4
CA60	78.2

Volume de concreto (C-35) = 2.93 m³
Área de forma = 51.84 m²



Relação do aço

P7	P9	P10
P11	P12	P13
P14	P15	P16
P17	P18	P19
P20	P21	P22

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	21	89	1869
	2	5.0	8	60	480
	3	5.0	102	79	8058
	4	5.0	36	55	1980
	5	5.0	42	71	2982
	6	5.0	16	49	784
	7	5.0	51	22	1122
	8	5.0	76	24	1824
	9	5.0	21	109	2289
	10	5.0	10	72	720
	11	5.0	26	26	676
	12	5.0	19	79	1501
	13	5.0	10	59	590
	14	5.0	22	79	1738
	15	5.0	8	57	456
	16	5.0	21	83	1743
	17	5.0	8	59	472
	18	5.0	22	24	528
	19	5.0	22	111	2442
	20	5.0	8	69	552
	21	5.0	21	99	2079
	22	5.0	8	65	520
	23	5.0	21	69	1449
	24	5.0	8	48	384
CA50	25	10.0	28	285	7980
	26	10.0	14	284	3976
	27	10.0	18	301	5418
	28	10.0	10	334	3340
	29	10.0	6	300	1800
	30	12.5	4	285	1140
	31	12.5	6	301	1806

Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	10.0	225.2	152.7
	12.5	29.5	31.2
CA60	5.0	372.4	63.1

PESO TOTAL (kg)	
CA50	183.9
CA60	63.1

Volume de concreto (C-35) = 2.18 m³
Área de forma = 42.4 m²

INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Florianópolis

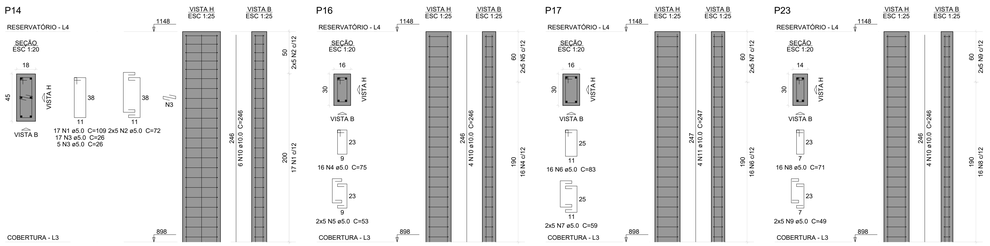
PROJETO ESTRUTURAL

ENDEREÇO DA OBRA
Residência Unifamiliar, Centro, Florianópolis- SC

PROJETISTA	CPF/CNPJ	ASSINATURA
Pietra Fritsch de Araujo		
PROJETISTA	CREA	ASSINATURA
Projetista		

ESPECIFICAÇÃO
Pilares

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO	COMPUTAÇÃO GRÁFICA	CÓDIGO	DATA	PRANCHA
	Autor	**01**	**07/07/2026**	**01 / 02**
CO-AUTOR DO PROJETO	ESCALA	REVISÃO	CLASSE	
	Como indicado		**de 01**	



Relação do aço

P14
P16
P17
P23

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	17	109	1853
	2	5.0	10	72	720
	3	5.0	22	26	572
	4	5.0	16	75	1200
	5	5.0	10	53	530
	6	5.0	16	83	1328
	7	5.0	10	59	590
	8	5.0	16	71	1136
	9	5.0	10	49	490
CA50	10	10.0	14	246	3444
	11	10.0	4	247	988

Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	10.0	44.4	30.1
CA60	5.0	84.2	14.3

PESO TOTAL (kg)

CA50	30.1
CA60	14.3

Volume de concreto (C-35) = 0.55 m³
Área de forma = 9.95 m²

INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Florianópolis

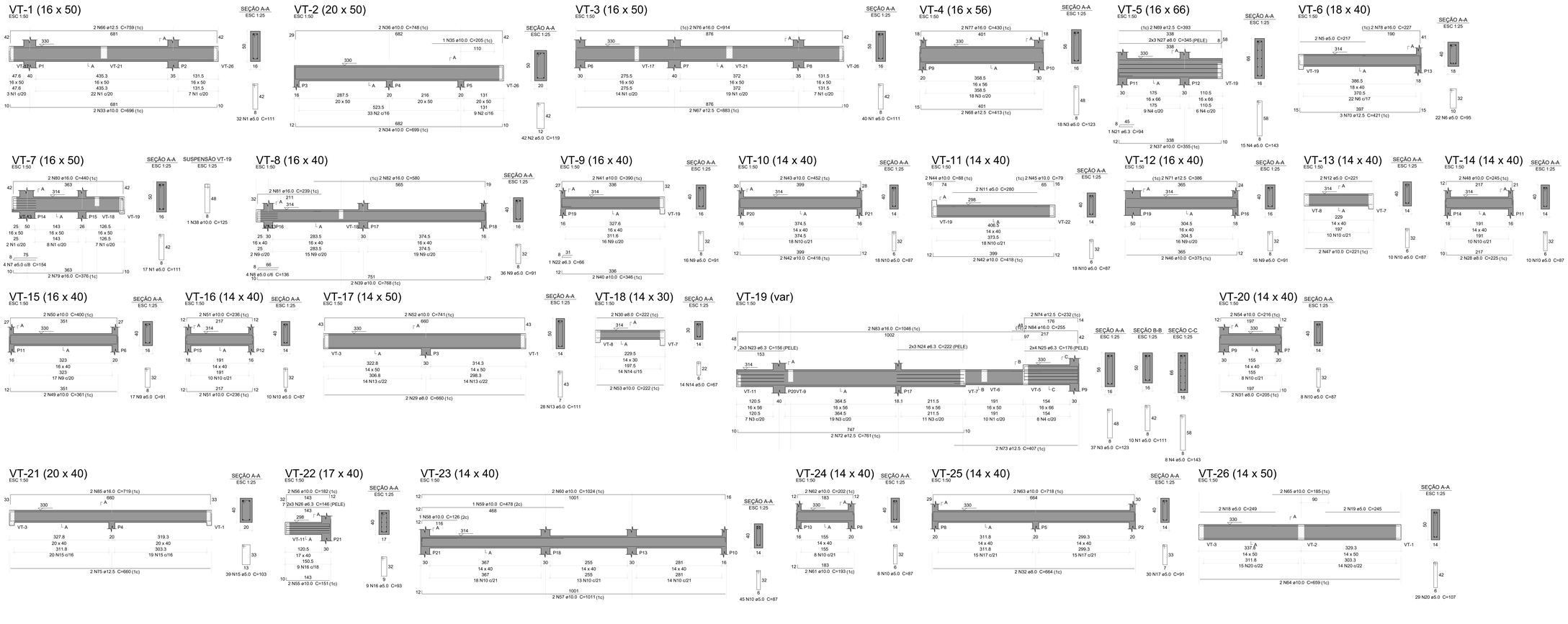
PROJETO ESTRUTURAL

ENDEREÇO DA OBRA
Residência Unifamiliar, Centro, Florianópolis- SC

PROJETISTA	CPF/CNPJ	ASSINATURA
Pietra Fritsch de Araujo		
PROJETISTA **Projetista**	CREA	ASSINATURA

DISCRIMINAÇÃO
Pilares

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO	COMPUTAÇÃO GRÁFICA	CÓDIGO	DATA	PRANCHA
	Autor	**01**	**07/07/2026**	**02 / 02**
CO-AUTOR DO PROJETO	ESCALA **Como indicado**	REVISÃO	CLASSE **de 01**	



Relação do aço

VT-1		VT-2		VT-3	
VT-4		VT-5		VT-6	
VT-7		VT-8		VT-9	
VT-10		VT-11		VT-12	
VT-13		VT-14		VT-15	
VT-16		VT-17		VT-18	
VT-19		VT-20		VT-21	
VT-22		VT-23		VT-24	
VT-25		VT-26			

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	99	111	10989
	2	5.0	42	119	4998
	3	5.0	55	123	6765
	4	5.0	23	143	3289
	5	5.0	2	217	434
	6	5.0	22	95	2090
	7	5.0	4	154	616
	8	5.0	4	136	544
	9	5.0	85	91	7735
	10	5.0	127	87	11049
	11	5.0	2	280	560
	12	5.0	2	221	442
	13	5.0	28	111	3108
	14	5.0	14	67	938
	15	5.0	39	103	4017
	16	5.0	9	93	837
	17	5.0	30	91	2730
	18	5.0	2	249	498
	19	5.0	2	245	490
	20	5.0	29	107	3103
CA50	21	6.3	1	94	94
	22	6.3	1	66	66
	23	6.3	6	156	936
	24	6.3	6	222	1332
	25	6.3	8	176	1408
	26	6.3	6	146	876
	27	8.0	6	345	2070
	28	8.0	2	225	450
	29	8.0	2	660	1320
	30	8.0	2	222	444
	31	8.0	2	205	410
	32	8.0	2	664	1328
	33	10.0	2	696	1392
	34	10.0	2	699	1398
	35	10.0	1	205	205
	36	10.0	2	748	1496
	37	10.0	2	355	710
	38	10.0	1	125	125
	39	10.0	2	768	1536
	40	10.0	2	346	692
	41	10.0	2	390	780
	42	10.0	4	418	1672
	43	10.0	2	452	904
	44	10.0	2	88	176
	45	10.0	2	79	158
	46	10.0	2	375	750
	47	10.0	2	221	442
	48	10.0	2	245	490
	49	10.0	2	361	722
	50	10.0	2	400	800
	51	10.0	4	236	944
	52	10.0	2	741	1482
	53	10.0	2	222	444
	54	10.0	2	216	432
	55	10.0	2	151	302
	56	10.0	2	182	364
	57	10.0	2	1011	2022
	58	10.0	1	126	126
	59	10.0	1	478	478
	60	10.0	2	1024	2048
	61	10.0	2	193	386
	62	10.0	2	202	404
	63	10.0	2	718	1436
	64	10.0	2	659	1318
	65	10.0	2	185	370
	66	12.5	2	759	1518
	67	12.5	2	883	1766
	68	12.5	2	413	826
	69	12.5	2	393	786
	70	12.5	3	421	1263
	71	12.5	2	386	772
	72	12.5	2	761	1522
	73	12.5	2	407	814
	74	12.5	2	232	464
	75	12.5	2	660	1320
	76	16.0	2	914	1828
	77	16.0	2	430	860
	78	16.0	2	227	454
	79	16.0	2	376	752
	80	16.0	2	440	880
	81	16.0	2	239	478
	82	16.0	2	580	1160
	83	16.0	2	1046	2092
	84	16.0	2	255	510
	85	16.0	2	719	1438

Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	6.3	47.2	12.7
	8.0	60.3	26.1
	10.0	270.1	183.1
	12.5	110.6	117.1
	16.0	104.6	181.5
CA60	5.0	652.4	110.6

PESO TOTAL (kg)	
CA50	520.5
CA60	110.6

Volume de concreto (C-35) = 8.17 m³
Área de forma = 98.82 m²

INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Florianópolis

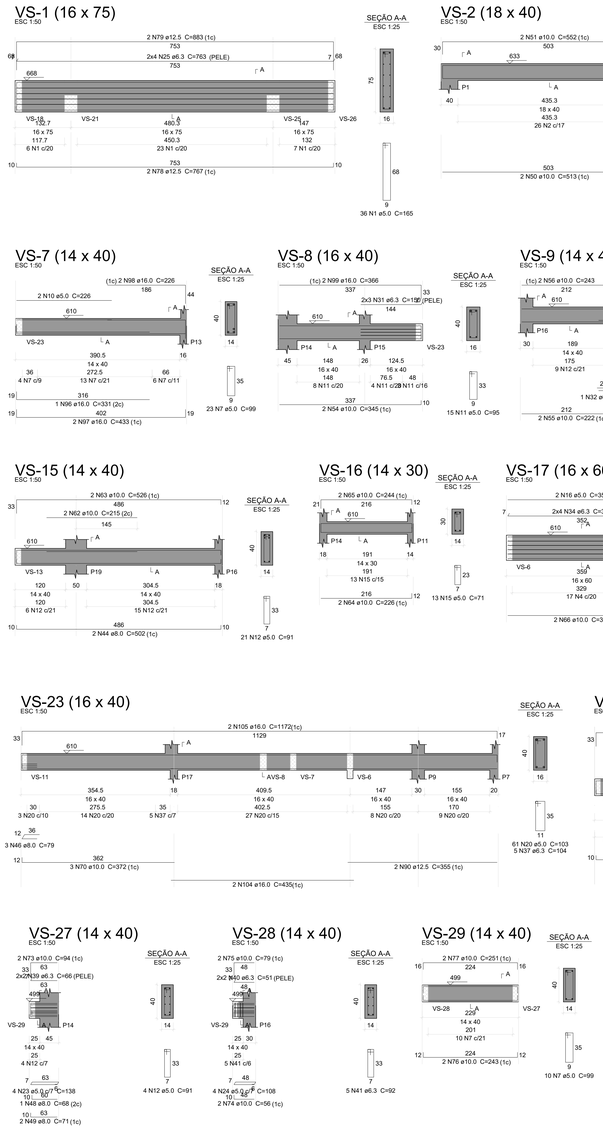
PROJETO ESTRUTURAL

ENDEREÇO DA OBRA
Residência Unifamiliar, Centro, Florianópolis- SC

PROJETISTA	CPF/CNPJ	ASSINATURA
Pietra Fritsch de Araujo		
PROJETISTA	CREA	ASSINATURA
Projetista		

DESCRIMINAÇÃO
Vigas

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO	COMPUTAÇÃO GRÁFICA	CÓDIGO	DATA	PRANCHA
	Autor	**01**	**07/07/2026**	**01 / 03**
CO-AUTOR DO PROJETO	ESCALA	REVISÃO	CLASSE	
	Como indicado		**de 01**	



Relação do aço

VS-1		VS-2	VS-3
VS-4		VS-5	VS-6
VS-7		VS-8	VS-9
VS-10		VS-11	VS-12
VS-13		VS-14	VS-15
VS-16		VS-17	VS-18
VS-19		VS-20	VS-21
VS-22		VS-23	VS-24
VS-25		VS-26	VS-27
VS-28		VS-29	

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	108	165	17820
	2	5.0	26	99	2574
	3	5.0	4	114	456
	4	5.0	21	135	2835
	5	5.0	5	69	345
	6	5.0	102	177	18054
	7	5.0	61	99	6039
	8	5.0	4	137	548
	9	5.0	19	131	2489
	10	5.0	2	226	452
	11	5.0	133	95	12635
	12	5.0	124	91	11284
	13	5.0	2	337	674
	14	5.0	2	400	800
	15	5.0	26	71	1846
	16	5.0	2	352	704
	17	5.0	4	651	2604
	18	5.0	2	382	764
	19	5.0	80	123	9840
	20	5.0	67	103	6901
	21	5.0	4	367	1468
	22	5.0	62	107	6634
	23	5.0	4	138	552
	24	5.0	4	108	432
CA50	25	6.3	8	763	6104
	26	6.3	3	107	321
	27	6.3	8	52	416
	28	6.3	1	95	95
	29	6.3	10	884	8840
	30	6.3	6	373	2238
	31	6.3	6	150	900
	32	6.3	1	61	61
	33	6.3	4	135	540
	34	6.3	8	362	2896
	35	6.3	16	753	12048
	36	6.3	4	135	540
	37	6.3	10	104	1040
	38	6.3	6	786	4716
	39	6.3	4	66	264
	40	6.3	4	51	204
	41	6.3	5	92	460
	42	8.0	2	390	780
	43	8.0	2	416	832
	44	8.0	2	502	1004
	45	8.0	2	195	390
	46	8.0	3	79	237
	47	8.0	6	94	564
	48	8.0	1	68	68
	49	8.0	2	71	142
	50	10.0	2	513	1026
	51	10.0	2	552	1104
	52	10.0	4	108	432
	53	10.0	2	378	756
	54	10.0	2	345	690
	55	10.0	2	222	444
	56	10.0	2	243	486
	57	10.0	2	123	246
	58	10.0	2	347	694
	59	10.0	2	443	886
	60	10.0	2	337	674
	61	10.0	2	400	800
	62	10.0	2	215	430
	63	10.0	2	526	1052
	64	10.0	4	226	904
	65	10.0	2	244	488
	66	10.0	2	352	704
	67	10.0	2	225	450
	68	10.0	2	248	496
	69	10.0	2	235	470
	70	10.0	3	372	1116
	71	10.0	2	852	1704
	72	10.0	2	522	1044
	73	10.0	2	94	188
	74	10.0	2	56	112
	75	10.0	2	79	158
	76	10.0	2	243	486
	77	10.0	2	251	502
	78	12.5	2	767	1534
	79	12.5	2	883	1766
	80	12.5	2	424	848
	81	12.5	2	433	866
	82	12.5	2	276	552
	83	12.5	2	463	926
	84	12.5	2	412	824
	85	12.5	1	261	261
	86	12.5	2	580	1160
	87	12.5	4	127	508
	88	12.5	2	91	182
	89	12.5	2	169	338
	90	12.5	2	355	710
	91	12.5	2	674	1348
	92	12.5	2	758	1516
	93	16.0	2	71	142
	94	16.0	2	884	1768
	95	16.0	2	983	1966
	96	16.0	1	331	331
	97	16.0	2	433	866
	98	16.0	2	226	452
	99	16.0	2	366	732
	100	16.0	2	774	1548
	101	16.0	2	681	1362
	102	16.0	1	200	200
	103	16.0	2	264	528
	104	16.0	2	435	870
	105	16.0	2	1172	2344
	106	16.0	2	1197	2394
	107	16.0	2	229	458
	108	16.0	4	194	776
	109	16.0	4	254	1016
	110	16.0	2	758	1516
	111	20.0	2	114	228
	112	20.0	2	237	474

Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	6.3	416.9	112.2
	8.0	40.2	17.4
	10.0	185.5	125.8
	12.5	133.4	141.3
	16.0	192.7	334.5
	20.0	7.1	19
CA60	5.0	1087.5	184.4

PESO TOTAL (kg)	
CA50	750.3
CA60	184.4

Volume de concreto (C-35) = 10.53 m³
Área de forma = 114.57 m²

INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Florianópolis

PROJETO ESTRUTURAL

ENDEREÇO DA OBRA
Residência Unifamiliar, Centro, Florianópolis- SC

PROJETISTA	CPF/CNPJ	ASSINATURA
Pietra Fritsch de Araujo		
PROJETISTA	CREA	ASSINATURA
Projetista		

DESENHO/ASSUNTO
Vigas

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO	COMPUTAÇÃO GRÁFICA	CÓDIGO	DATA	PRANCHA
	Autor	**01**	**07/07/2026**	**02 / 03**
CO-AUTOR DO PROJETO	ESCALA	REVISÃO	CLASSE	
	Como indicado		**de 01**	

Relação do aço

VC-1	VC-2	VC-3
VC-4	VC-5	VC-6
VC-7	VC-8	VC-9
VC-10	VC-11	VC-12
VC-13	VC-14	VC-15
VC-16	VC-17	VC-18
VC-19	VC-20	

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	322	91	29302
	2	5.0	4	135	540
	3	5.0	2	296	592
	4	5.0	4	142	568
	5	5.0	2	135	270
	6	5.0	21	139	2919
	7	5.0	5	71	355
	8	5.0	4	137	548
	9	5.0	2	232	464
	10	5.0	37	95	3515
	11	5.0	2	233	466
	12	5.0	2	337	674
	13	5.0	2	397	794
	14	5.0	20	99	1980
	15	5.0	13	71	923
	16	5.0	4	138	552
	17	5.0	4	108	432
CA50	18	6.3	8	51	408
	19	6.3	4	138	552
	20	6.3	12	66	792
	21	6.3	8	343	2744
	22	6.3	4	791	3164
	23	6.3	1	61	61
	24	10.0	2	363	726
	25	10.0	2	395	790
	26	10.0	2	398	796
	27	10.0	2	431	862
	28	10.0	2	377	754
	29	10.0	2	143	286
	30	10.0	4	71	284
	31	10.0	2	352	704
	32	10.0	4	108	432
	33	10.0	2	767	1534
	34	10.0	1	140	140
	35	10.0	2	498	996
	36	10.0	2	105	210
	37	10.0	2	347	694
	38	10.0	2	128	256
	39	10.0	2	408	816
	40	10.0	2	425	850
	41	10.0	2	337	674
	42	10.0	2	397	794
	43	10.0	2	503	1006
	44	10.0	2	771	1542
	45	10.0	2	815	1630
	46	10.0	2	233	466
	47	10.0	2	250	500
	48	10.0	2	226	452
	49	10.0	2	235	470
	50	10.0	2	527	1054
	51	10.0	2	192	384
	52	10.0	2	1130	2260
	53	10.0	2	94	188
	54	10.0	2	56	112
	55	10.0	2	79	158
	56	10.0	2	243	486
	57	10.0	2	251	502
	58	12.5	1	226	226
	59	12.5	2	422	844
	60	12.5	1	409	409
	61	12.5	2	417	834
	62	12.5	2	113	226
	63	12.5	2	527	1054
	64	12.5	1	225	225
	65	12.5	1	245	245
	66	12.5	2	1198	2396
	67	12.5	2	208	416
	68	12.5	2	1162	2324
	69	16.0	1	346	346
	70	16.0	1	354	354
	71	16.0	1	378	378
	72	16.0	2	386	772
	73	16.0	2	589	1178

Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	6.3	77.3	20.8
	10.0	238.1	161.5
	12.5	92	97.5
	16.0	30.3	52.6
CA60	5.0	449	76.1

PESO TOTAL (kg)	
CA50	332.3
CA60	76.1

Volume de concreto (C-35) = 4.56 m³
Área de forma = 59.29 m²

VR-1 (14 x 60)
ESC 1:50
2 N1 ø5.0 C=362
2x3 N6 ø6.3 C=372 (PELE)
2 N12 ø10.0 C=362 (1c)
16 N2 ø5.0 C=131

VR-2 (16 x 50)
ESC 1:50
(1c) 2 N14 ø10.0 C=105
2 N27 ø20.0 C=316 (1c)
2x3 N7 ø6.3 C=66 (PELE)
2 N13 ø10.0 C=40 (1c)
2 N24 ø12.5 C=320 (1c)

VR-3 (16 x 60)
ESC 1:50
2 N25 ø12.5 C=431 (1c)
2x4 N9 ø6.3 C=365 (PELE)
2 N18 ø10.0 C=372 (1c)
17 N5 ø5.0 C=135

VR-4 (14 x 60)
ESC 1:50
2 N26 ø12.5 C=420 (1c)
2x3 N11 ø6.3 C=330 (PELE)
2 N19 ø10.0 C=335 (1c)
15 N2 ø5.0 C=131

VR-5 (16 x 60)
ESC 1:50
2 N21 ø10.0 C=396 (1c)
2x4 N11 ø6.3 C=330 (PELE)
2 N20 ø10.0 C=337 (1c)
15 N5 ø5.0 C=135

VR-6 (14 x 60)
ESC 1:50
2 N23 ø10.0 C=392 (1c)
2x3 N11 ø6.3 C=330 (PELE)
2 N22 ø10.0 C=328 (1c)
14 N2 ø5.0 C=131

SEÇÃO A-A
ESC 1:25
SUSPENSÃO VR-4
ESC 1:25
2 N16 ø10.0 C=133
SUSPENSÃO VR-5
ESC 1:25
1 N15 ø10.0 C=192

Relação do aço

VR-1	VR-2	VR-3
VR-4	VR-5	VR-6

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	2	362	724
	2	5.0	45	131	5895
	3	5.0	4	145	580
	4	5.0	15	115	1725
	5	5.0	32	135	4320
CA50	6	6.3	6	372	2232
	7	6.3	6	66	396
	8	6.3	5	116	580
	9	6.3	8	365	2920
	10	6.3	1	63	63
	11	6.3	20	330	6600
	12	10.0	2	362	724
	13	10.0	2	40	80
	14	10.0	2	105	210
	15	10.0	1	192	192
	16	10.0	2	133	266
	17	10.0	1	77	77
	18	10.0	2	372	744
	19	10.0	2	335	670
	20	10.0	2	337	674
	21	10.0	2	396	792
	22	10.0	2	328	656
	23	10.0	2	392	784
	24	12.5	2	320	640
	25	12.5	2	431	862
	26	12.5	2	420	840
	27	20.0	2	316	632

Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	6.3	128	34.4
	10.0	58.7	39.8
	12.5	23.5	24.8
	20.0	6.4	17.1
CA60	5.0	132.5	22.5

PESO TOTAL (kg)	
CA50	116.2
CA60	22.5

Volume de concreto (C-35) = 1.63 m³
Área de forma = 21.19 m²

INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Florianópolis

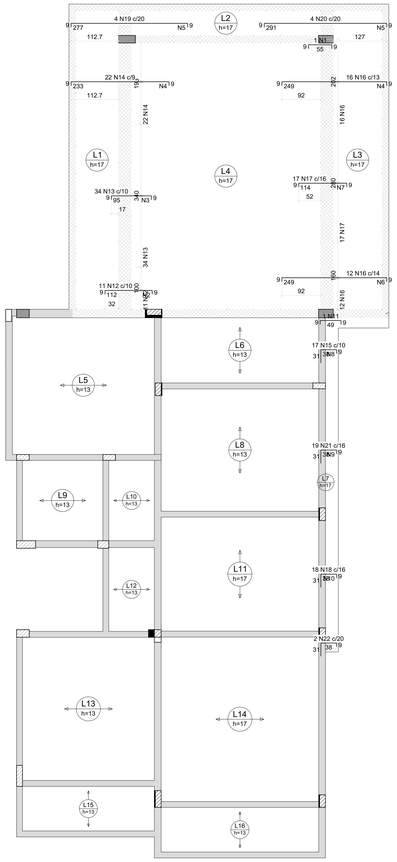
PROJETO ESTRUTURAL

ENDEREÇO DA OBRA
Residência Unifamiliar, Centro, Florianópolis- SC

PROJETISTA	CPF/CNPJ	ASSINATURA
Pietra Fritsch de Araujo		
PROJETISTA	CREA	ASSINATURA
Projetista		

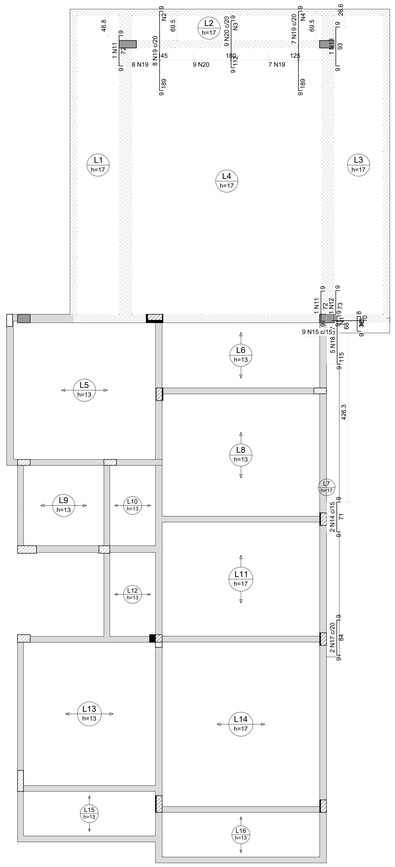
DISCRIMINAÇÃO
Vigas

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO	COMPUTAÇÃO GRÁFICA	CÓDIGO	DATA	PRANCHA
	Autor	**01**	**07/07/2026**	**03 / 03**
CO-AUTOR DO PROJETO	ESCALA	REVISÃO	CLASSE	
	Como indicado		**de 01**	



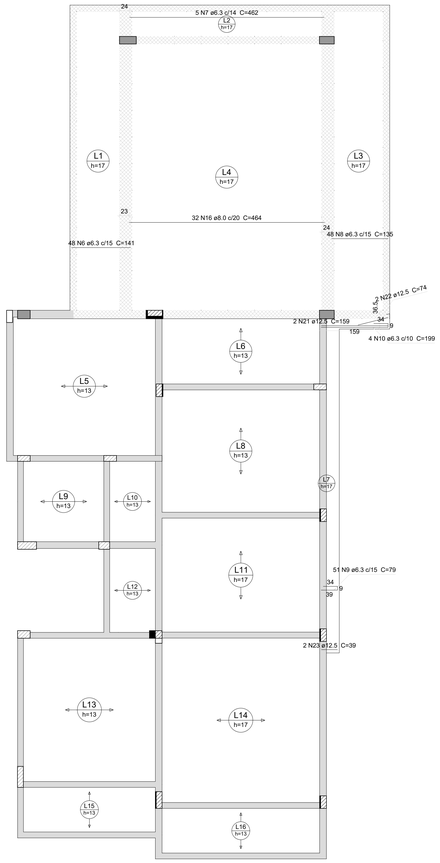
ARMAÇÃO NEGATIVA DAS LAJES DO PAVIMENTO SUPERIOR (EIXO X)

Escala 1:50



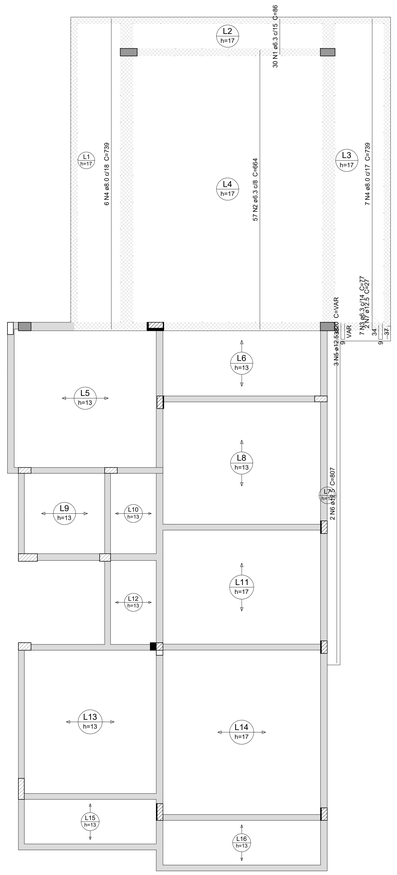
ARMAÇÃO NEGATIVA DAS LAJES DO PAVIMENTO SUPERIOR (EIXO Y)

Escala 1:50



ARMAÇÃO POSITIVA DAS LAJES DO PAVIMENTO SUPERIOR (EIXO X)

Escala 1:50



ARMAÇÃO POSITIVA DAS LAJES DO PAVIMENTO SUPERIOR (EIXO Y)

Escala 1:50

Relação do aço

Negativos X

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	1	70	70
	2	5.0	8	110	880
	3	5.0	7	340	2380
	4	5.0	33	202	6666
	5	5.0	39	76	2964
	6	5.0	17	170	2890
	7	5.0	8	280	2240
	8	5.0	3	VAR	VAR
	9	5.0	3	305	915
	10	5.0	3	285	855
CA50	11	6.3	1	64	64
	12	6.3	11	127	1397
	13	6.3	34	110	3740
	14	6.3	22	248	5456
	15	6.3	17	75	1275
	16	8.0	28	263	7364
	17	8.0	17	128	2176
	18	8.0	18	74	1332
	19	10.0	4	290	1160
	20	10.0	4	304	1216
	21	10.0	19	73	1387
	22	12.5	2	72	144

Armaduras de distribuição	
Armadura	Armadura de distribuição
N12	8 N2 ø5.0 c/15 C=110
N13	7 N3 ø5.0 c/15 C=340
N14	16 N4 ø5.0 c/15 C=202
N19	19 N5 ø5.0 c/15 C=76
N20	20 N5 ø5.0 c/15 C=76
N16	17 N6 ø5.0 c/15 C=170
N17	8 N7 ø5.0 c/15 C=280
N16	17 N4 ø5.0 c/15 C=202
N15	3 N8 ø5.0 c/15 C=VAR
N21	3 N9 ø5.0 c/15 C=305
N18	3 N10 ø5.0 c/15 C=285

Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	6.3	119.4	32.1
	8.0	108.8	47.2
	10.0	37.7	25.5
	12.5	1.5	1.5
CA60	5.0	203.8	34.5
PESO TOTAL (kg)			
CA50	106.4		
CA60	34.5		

Relação do aço

Negativos Y Positivos X

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	23	31	713
	2	5.0	13	160	2080
	3	5.0	8	180	1440
	4	5.0	13	140	1820
	5	5.0	3	VAR	VAR
CA50	6	6.3	48	141	6768
	7	6.3	5	462	2310
	8	6.3	48	135	6480
	9	6.3	51	79	4029
	10	6.3	4	199	796
	11	8.0	2	86	172
	12	8.0	1	87	87
	13	8.0	1	107	107
	14	8.0	2	85	170
	15	8.0	9	124	1116
	16	8.0	32	464	14848
	17	10.0	2	97	194
	18	12.5	5	127	635
	19	12.5	15	201	3015
	20	12.5	9	124	1116
	21	12.5	2	159	318
	22	12.5	2	74	148
	23	12.5	2	39	78

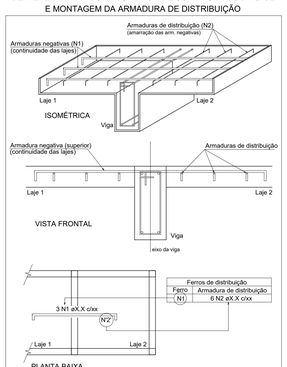
Armaduras de distribuição	
Armadura	Armadura de distribuição
N18	23 N1 ø5.0 c/5 C=31
N19	13 N2 ø5.0 c/15 C=160
N20	8 N3 ø5.0 c/15 C=180
N19	13 N4 ø5.0 c/15 C=140
N15	3 N5 ø5.0 c/15 C=VAR

Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	6.3	203.9	54.9
	8.0	165	71.6
	10.0	2	1.3
	12.5	53.1	56.3
CA60	5.0	64.7	11
PESO TOTAL (kg)			
CA50	184.1		
CA60	11		

Volume de concreto (C-35) = 13.47 m³
Área de forma = 50.8 m²

DETALHE DA ARMADURA SUPERIOR DE CONTINUIDADE DA LAJE E MONTAGEM DA ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO



NOTA: A ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO DAS CONTINUIDADES DEVE SER ININTERRUPTA E COM TRASPASSE (CASO HAJA EMENDAS).

DETALHE DA ARMADURA DE BORDO LIVRE DA LAJE

Relação do aço

Positivos Y

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA50	1	6.3	30	86	2580
	2	6.3	57	664	37848
	3	6.3	7	77	539
	4	8.0	13	739	9607
	5	12.5	3	VAR	VAR
	6	12.5	2	807	1614
	7	12.5	2	27	54

Resumo do aço

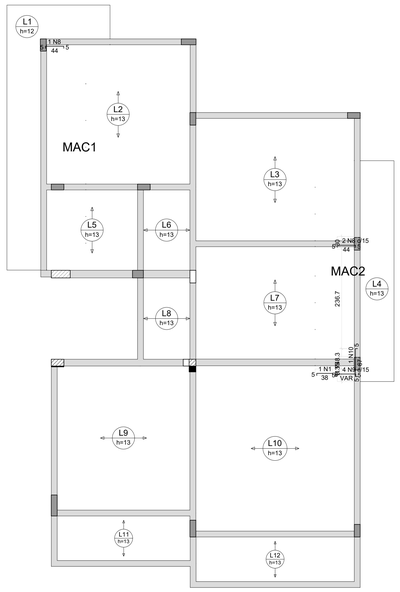
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	6.3	409.7	110.3
	8.0	96.1	41.7
	12.5	19.1	20.2
PESO TOTAL (kg)			
CA50	172.1		

INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Florianópolis

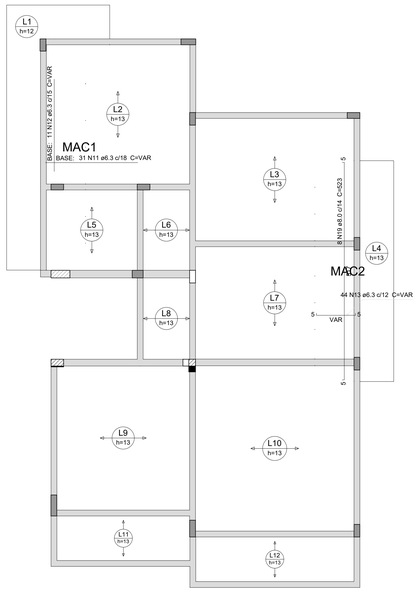
PROJETO ESTRUTURAL

ENDEREÇO DA OBRA: **Residência Unifamiliar, Centro, Florianópolis- SC**		
PROJETISTA: **Pietra Fritsch de Araujo**	CPF/CNPJ	ASSINATURA
PROJETISTA: **Projetista**	CREA	ASSINATURA
DISCRIMINAÇÃO: **Lajes**		
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO	COMPUTAÇÃO GRÁFICA: **Autor**	CÓDIGO: **01**
CO-AUTOR DO PROJETO	ESCALA: **Como indicado**	REVISÃO

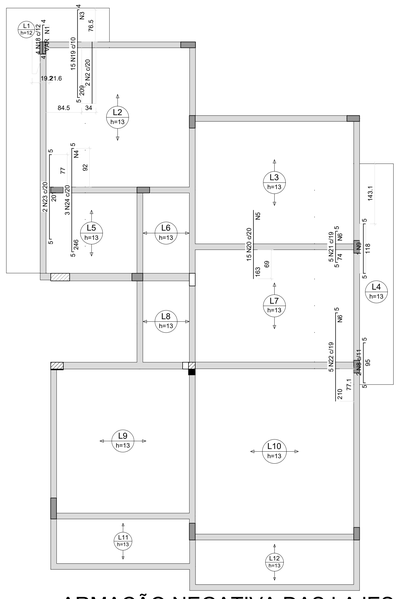
DATA: **07/07/2026**
PRANCHA: **01 / 03**
CLASSE: **de 01**



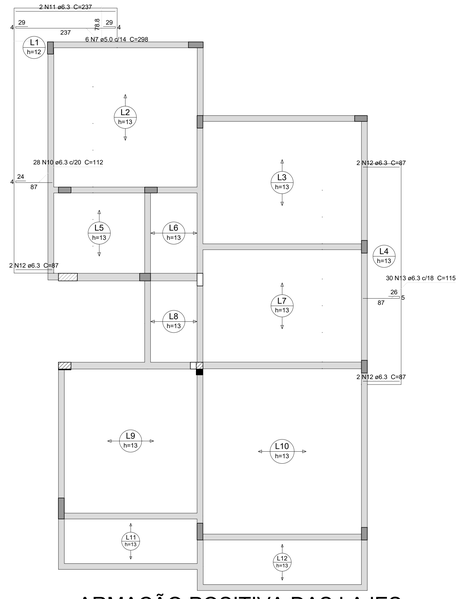
ARMAÇÃO NEGATIVA DAS REGIÕES MACIÇAS
DO PAVIMENTO COBERTURA
Escala 1:50



ARMAÇÃO POSITIVA DAS REGIÕES MACIÇAS
DO PAVIMENTO COBERTURA
Escala 1:50



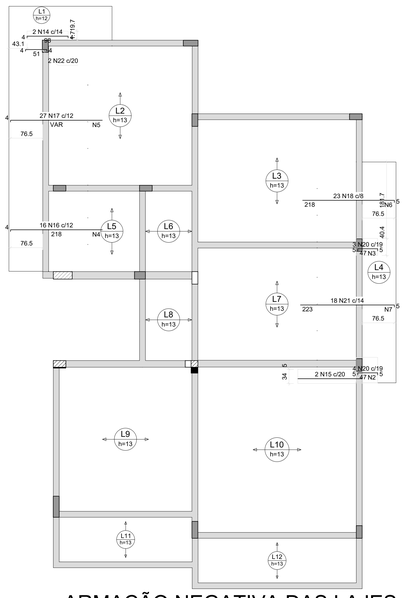
ARMAÇÃO NEGATIVA DAS LAJES
DO PAVIMENTO COBERTURA (EIXO Y)
Escala 1:50



ARMAÇÃO POSITIVA DAS LAJES
DO PAVIMENTO COBERTURA (EIXO X)
Escala 1:50

DETALHE DA ARMADURA DE MALHA BASE

Detalhe em planta



ARMAÇÃO NEGATIVA DAS LAJES
DO PAVIMENTO COBERTURA (EIXO X)
Escala 1:50

Relação do aço

Maciços negativos Maciços positivos Negativos X

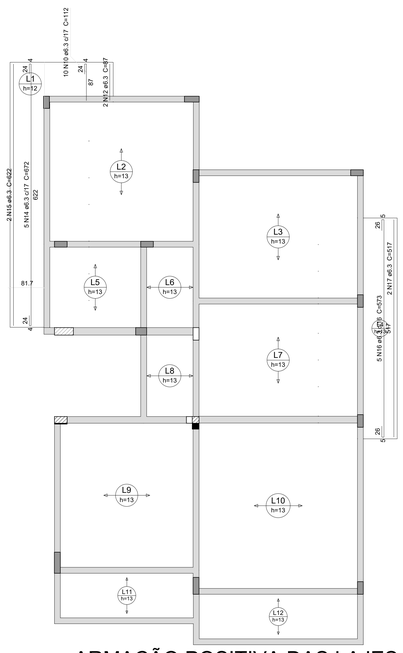
AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	1	45	45
	2	5.0	3	61	183
	3	5.0	3	40	120
	4	5.0	11	198	2178
	5	5.0	11	VAR	VAR
	6	5.0	11	183	2013
	7	5.0	12	255	3060
CA50	8	6.3	3	51	153
	9	6.3	4	VAR	VAR
	10	6.3	1	74	74
	11	6.3	31	VAR	VAR
	12	6.3	11	VAR	VAR
	13	6.3	44	VAR	VAR
	14	6.3	2	103	206
	15	6.3	2	153	306
	16	6.3	16	221	3536
	17	6.3	27	VAR	VAR
	18	6.3	23	222	5106
	19	8.0	8	523	4184
	20	8.0	7	53	371
	21	8.0	18	226	4068
	22	10.0	2	54	108

Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	6.3	272.5	73.3
	8.0	86.3	37.4
	10.0	1.1	0.7
CA60	5.0	111.6	18.9

PESO TOTAL (kg)	
CA50	111.5
CA60	18.9

Armaduras de distribuição	
Armadura	Armadura de distribuição
N20	3 N2 ø5.0 c/20 C=61
N20	3 N3 ø5.0 c/20 C=40
N16	11 N4 ø5.0 c/20 C=198
N17	11 N5 ø5.0 c/20 C=VAR
N18	11 N6 ø5.0 c/20 C=183
N21	12 N7 ø5.0 c/20 C=255



ARMAÇÃO POSITIVA DAS LAJES
DO PAVIMENTO COBERTURA (EIXO Y)
Escala 1:50

Relação do aço

Negativos Y Positivos X Positivos Y

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	4	VAR	VAR
	2	5.0	2	146	292
	3	5.0	11	152	1672
	4	5.0	16	64	1024
	5	5.0	9	291	2619
	6	5.0	15	100	1500
	7	5.0	6	298	1788
CA50	8	6.3	2	102	204
	9	6.3	1	125	125
	10	6.3	38	112	4256
	11	6.3	2	237	474
	12	6.3	8	87	696
	13	6.3	30	115	3450
	14	6.3	5	672	3360
	15	6.3	2	622	1244
	16	6.3	5	573	2865
	17	6.3	2	517	1034
	18	8.0	4	VAR	VAR
	19	8.0	15	214	3210
	20	8.0	15	163	2445
	21	8.0	5	80	400
	22	8.0	5	213	1065
	23	12.5	2	205	410
	24	12.5	3	250	750

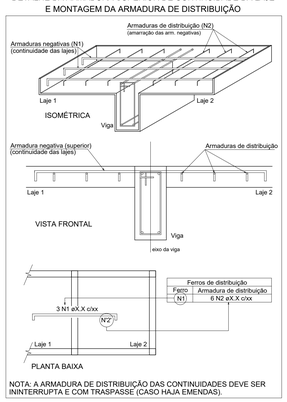
Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	6.3	177.1	47.7
	8.0	74.1	32.2
	12.5	11.6	12.3
CA60	5.0	90	15.3

PESO TOTAL (kg)	
CA50	92.1
CA60	15.3

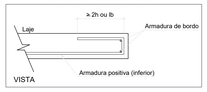
Volume de concreto (C-35) = 6.63 m³
Área de forma = 12.76 m²

DETALHE DA ARMADURA SUPERIOR DE CONTINUIDADE DA LAJE
E MONTAGEM DA ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO



NOTA: A ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO DAS CONTINUIDADES DEVE SER ININTERRUPTA E COM TRASPASSE (CASO HAJA EMENDAS).

DETALHE DA ARMADURA
DE BORDO LIVRE DA LAJE



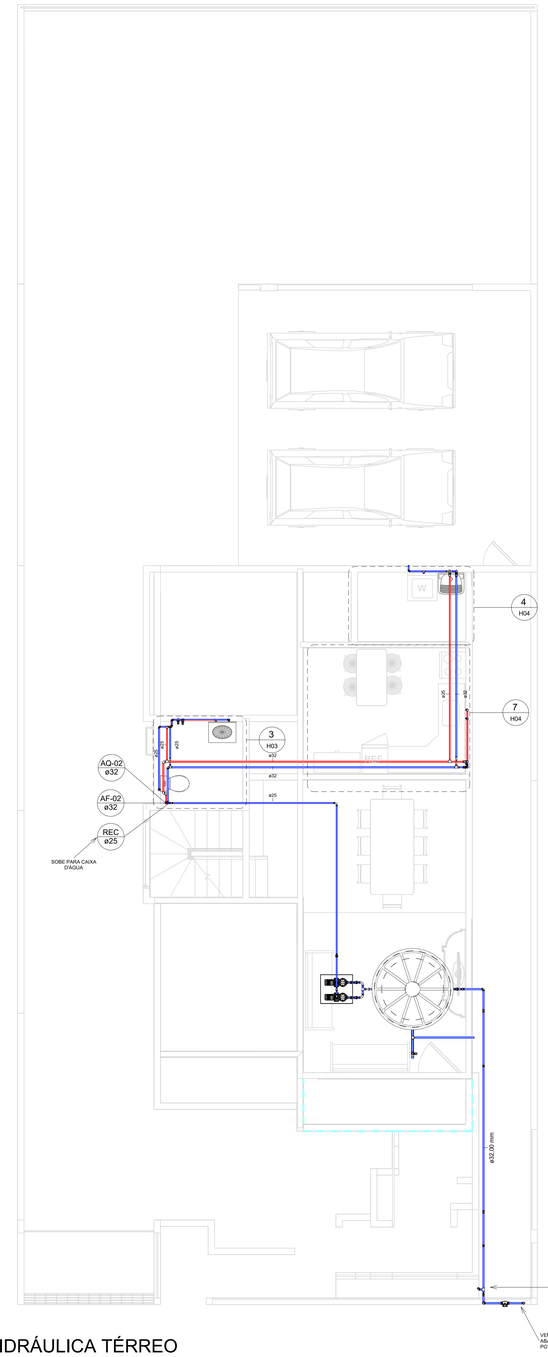
INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Florianópolis

PROJETO ESTRUTURAL

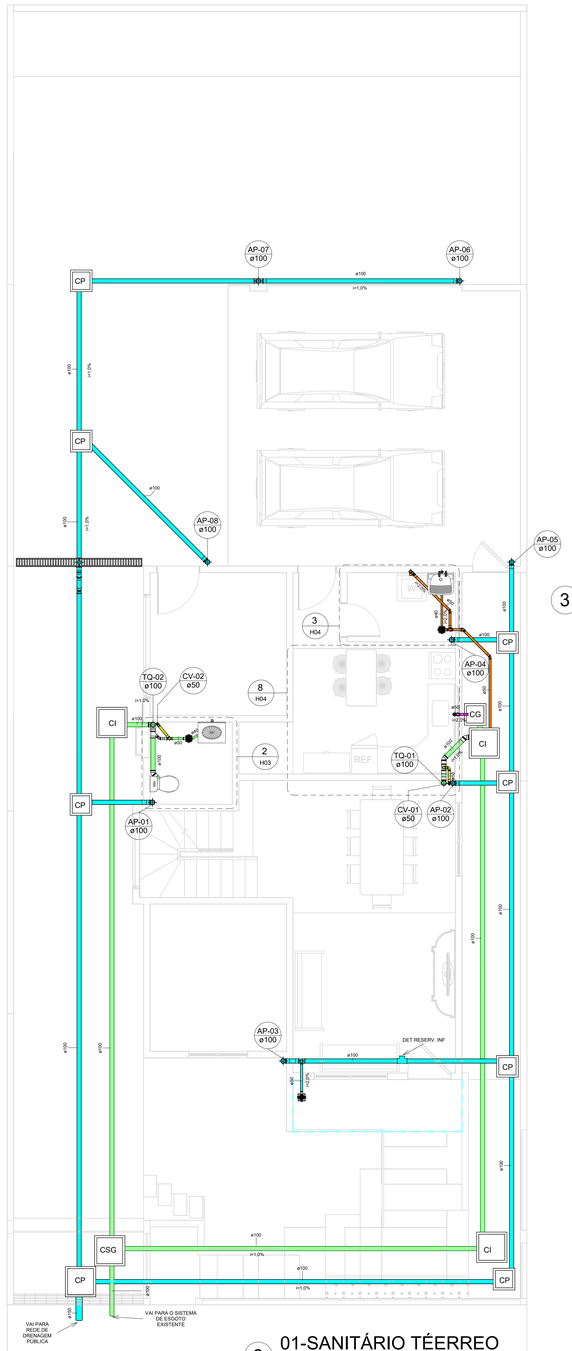
ENDEREÇO DA OBRA: **Residência Unifamiliar, Centro, Florianópolis- SC**		
PROJETISTA: **Pietra Fritsch de Araujo**	CPF/CNPJ	ASSINATURA
PROJETISTA: **Projetista**	CREA	ASSINATURA
DISCRIMINAÇÃO: **Lajes**		
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO	COMPUTAÇÃO GRÁFICA: **Autor**	CODIGO: **01** / DATA: **07/07/2026** / PRANCHA: **02 / 03**
CO-AUTOR DO PROJETO	ESCALA: **Como indicado** / REVISÃO	CLASSE: **de 01**

APÊNDICES

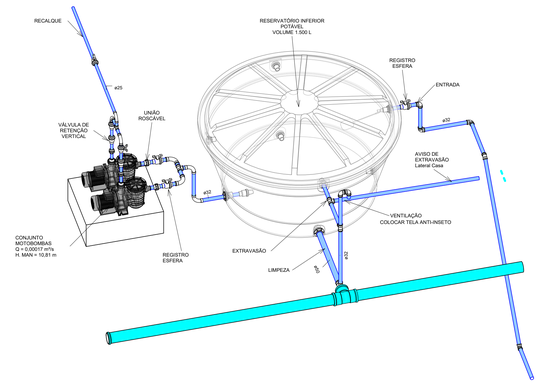
APÊNCIDE B – Projeto Hidrossanitário



1 01-HIDRÁULICA TÉRREO
1 : 50

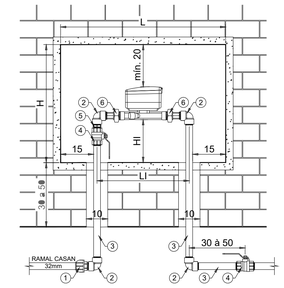


2 01-SANITÁRIO TÉERREO
1 : 50



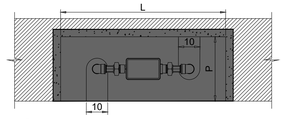
3 ISOMÉTRICO RESERVATÓRIO INFERIOR

LIGAÇÃO 1" + HD 1"



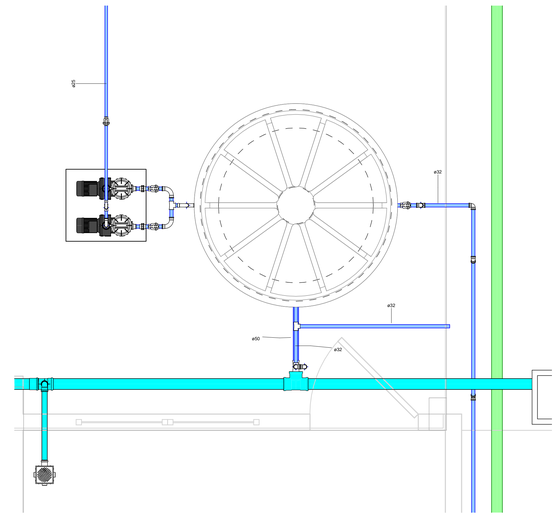
1 VISTA FRONTAL

DIÂMETRO	DIMENSÕES (cm)				
	H	L	Hl	Ll	P
1"	55	77	20	43	30

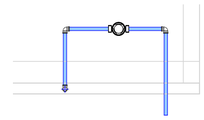


2 VISTA SUPERIOR

HIDRÔMETRO CASAN



5 DET RESERV. INFERIOR
1 : 20



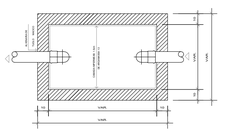
6 VISTA CAVALETE
1 : 20

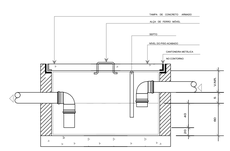
Esgoto
Gordura
Água Servida
Ventilação
Pluvial
Água Fria
Água Quente

2% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO IGUAL OU INFERIOR À 75mm
1% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO IGUAL OU SUPERIOR À 100mm

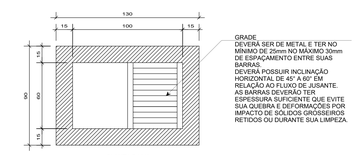
ABREVIAÇÕES			
SIGLA	PEÇA	AP	TUBO DE QUEDA PLUVIAL
AF	COLUNA ÁGUA FRIA	CI	CAIXA DE INSPEÇÃO ESGOTO
AQ	COLUNA ÁGUA QUENTE	CG	CAIXA DE GORDURA
TQ	TUBO DE QUEDA ESGOTO	CSG	CAIXA DE RETENÇÃO SÓLIDOS GROSSEIROS
CV	COLUNA DE VENTILAÇÃO	CP	CAIXA PLUVIAL

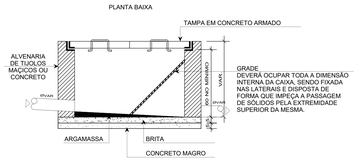
ALTURA ESPERAS DOS EQUIPAMENTOS			
SIGLA	PEÇA	ÁGUA	ESGOTO
AQC	AQUECEDOR DE PASSAGEM	125cm	-
BB	BEBEDOURO	50 cm	-
BN	BANHEIRA	80 cm	-
CH	CHUVEIRO	220 cm	-
DH	DUCHA HIGIÊNICA	30cm	-
F/L	FILTRO DE ÁGUA	110cm	-
LV	LAVATÓRIO	60cm	50cm
MIC	MICTÓRIO	105cm	50cm
MLL	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA	50cm	30cm
MLR	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA	70cm	50cm
MN	MISTURADOR MONOCOMANDO DE ÁGUA QUENTE E FRIA	110cm	-
PIA	PIA DE COZINHA	60cm	50cm
RE	REGISTRO ESFERA	-	-
RG	REGISTRO GAVETA	180cm	-
RP	REGISTRO DE PRESSÃO	110cm	-
TJ	TORNEIRA DE JARDIM	60cm	-
TN	TANQUE	110cm	50cm
VS	VASO SANITÁRIO	20/25cm	-



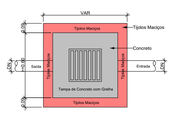


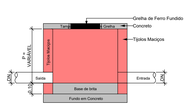
CAIXA DE GORDURA



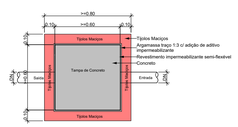


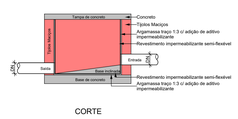
CAIXA DE RETENÇÃO SÓLIDOS GROSSEIROS



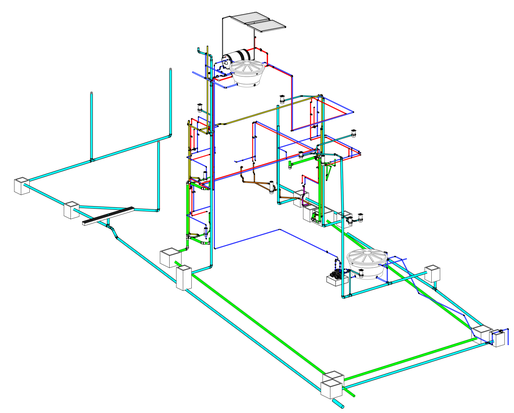


CAIXA PLUVIAL COM GRELHA





CAIXA DE INSPEÇÃO ESGOTO



ISOMÉTRICO GERAL

INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Florianópolis

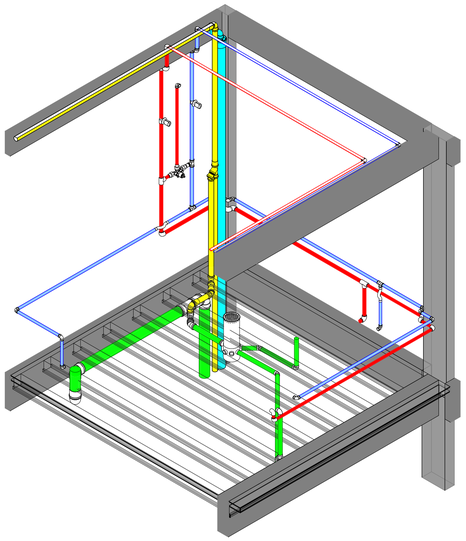
PROJETO HIDROSSANITÁRIO

ENDEREÇO DA OBRA:
Residência Unifamiliar, Centro, Florianópolis- SC

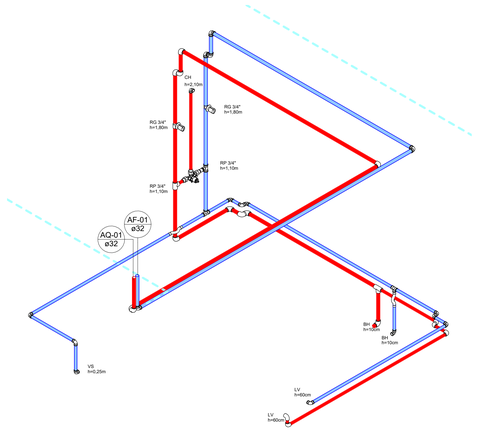
PROJETISTA	CPF/CNPJ	ASSINATURA
Pietra Fritsch de Araujo		
PROJETISTA	CREA	ASSINATURA

DESCRIMINAÇÃO:
Térreo e Detalhes

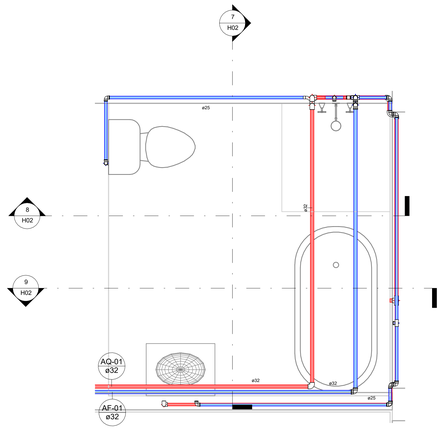
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO	COMPUTAÇÃO GRÁFICA	CÓDIGO	DATA	PRANCHA
	Autor	**01**	**07/07/2026**	**H01**
CO-AUTOR DO PROJETO	ESCALA	REVISÃO	CLASSE	
	Como indicado		**do 01**	



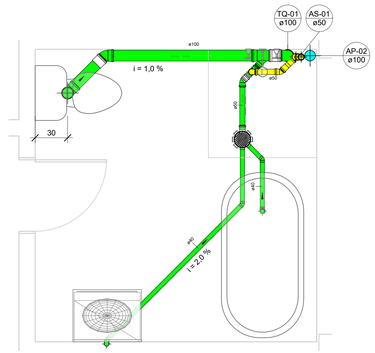
3 Isométrico GER BWC Master



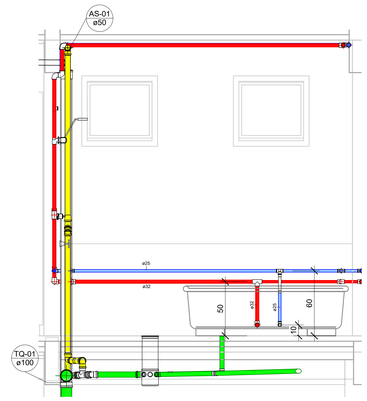
5 Isométrico HID WC Master



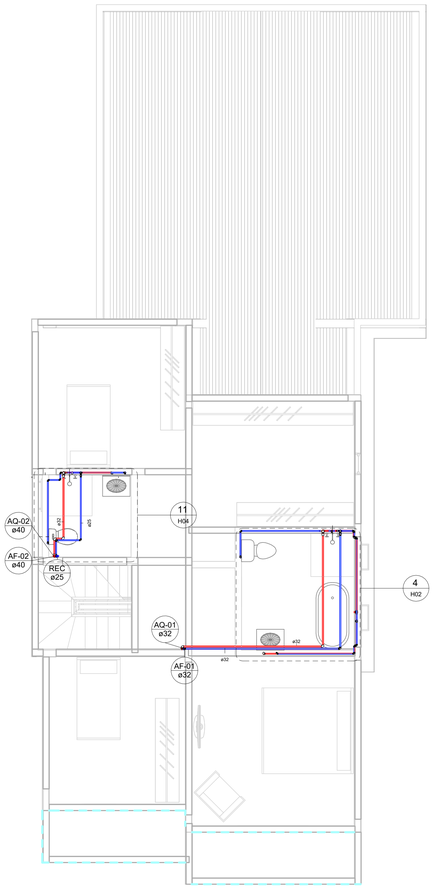
4 DET HID BWC MASTER
1 : 20



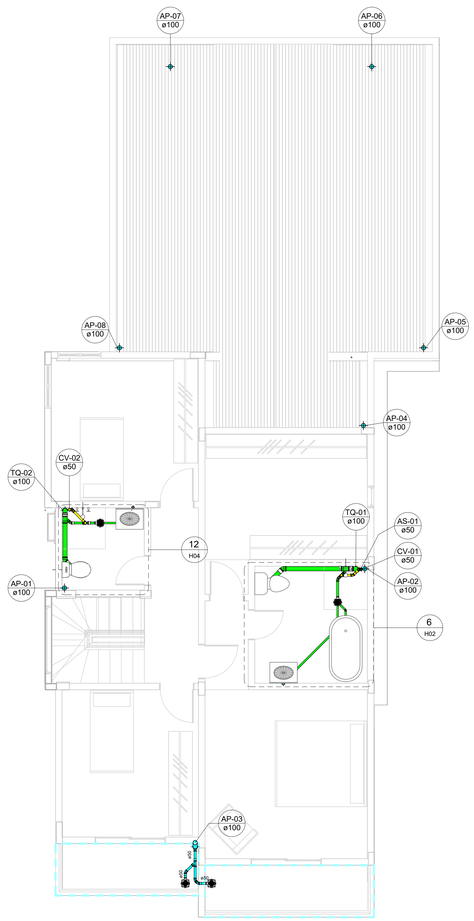
6 DET SAN BWC MASTER
1 : 20



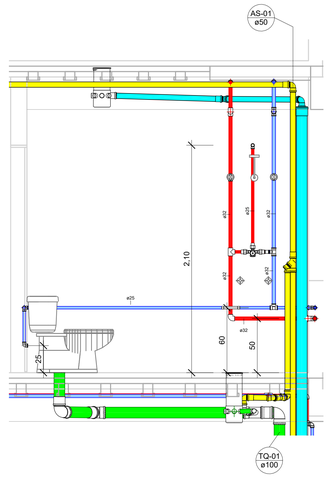
7 VISTA BWC MASTER 1
1 : 20



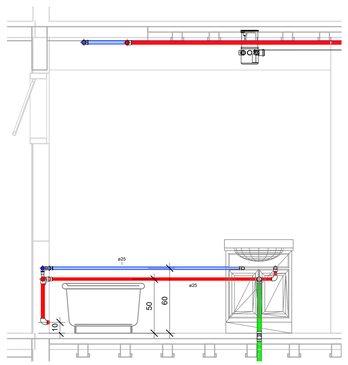
1 03-HIDRÁULICA SUPERIOR
1 : 50



2 03-SANITÁRIO SUPERIOR
1 : 50



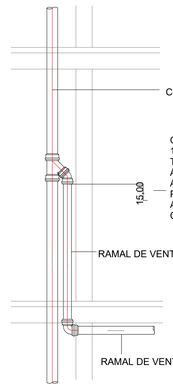
8 VISTA BWC MASTER 2
1 : 20



9 VISTA BWC MASTER 3
1 : 20

SAÍDA DA VENTILAÇÃO
ACIMA DA COBERTURA

OS TERMINAIS DE VENTILAÇÃO DEVEM SER PROLONGADOS ATÉ A COBERTURA COM DISTÂNCIA DE, NO MÍNIMO, 0,30 M NO CASO DE TELHADO E 2,00 M NO CASO DE LAJE UTILIZADA PARA OUTROS FINS ALÉM DA COBERTURA, DEVENDO SER DEVIDAMENTE PROTEGIDOS CONTRA CHOQUES OU ACIDENTES QUE POSSAM DANIFICÁ-LOS.



DETALHE GERAL VENTILAÇÃO

Esgoto
Gordura
Água Servida
Ventilação
Pluvial
Água Fria
Água Quente

2% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO IGUAL OU INFERIOR À 75mm
1% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO IGUAL OU SUPERIOR À 100mm

ABREVIAÇÕES			
SIGLA	PEÇA	AP	TUBO DE QUEDA PLUVIAL
AF	COLUNA ÁGUA FRIA	CI	CAIXA DE INSPEÇÃO ESGOTO
AQ	COLUNA ÁGUA QUENTE	CG	CAIXA DE GORDURA
TQ	TUBO DE QUEDA ESGOTO	CSG	CAIXA DE RETENÇÃO SÓLIDOS GROSSEIROS
CV	COLUNA DE VENTILAÇÃO	CP	CAIXA PLUVIAL

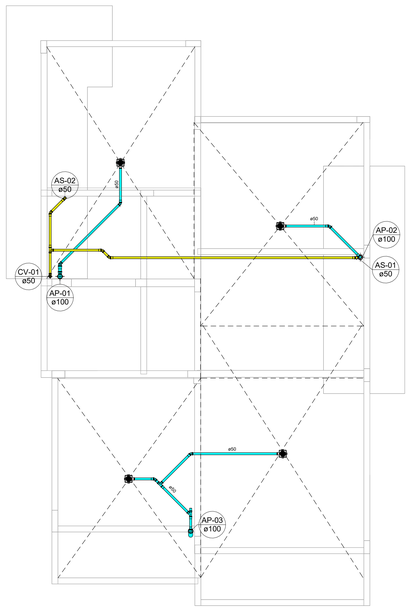
ALTURA ESPERAS DOS EQUIPAMENTOS			
SIGLA	PEÇA	ÁGUA	ESGOTO
AQC	AQUECEDOR DE PASSAGEM	125cm	-
BB	BEBEDOURO	50 cm	-
BN	BANHEIRA	80 cm	-
CH	CHUVEIRO	220 cm	-
DH	DUCHA HIGIÊNICA	30cm	-
FIL	FILTRO DE ÁGUA	110cm	-
LV	LAVATÓRIO	60cm	50cm
MIC	MICTÓRIO	105cm	50cm
MLL	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA	50cm	30cm
MLR	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA	70cm	50cm
MN	MISTURADOR MONOCOMANDO DE ÁGUA QUENTE E FRIA	110cm	-
PIA	PIA DE COZINHA	60cm	50cm
RE	REGISTRO ESFERA	-	-
RG	REGISTRO GAVETA	180cm	-
RP	REGISTRO DE PRESSÃO	110cm	-
TJ	TORNEIRA DE JARDIM	60cm	-
TN	TANQUE	110cm	50cm
VS	VASO SANITÁRIO	20/25cm	-

INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Florianópolis

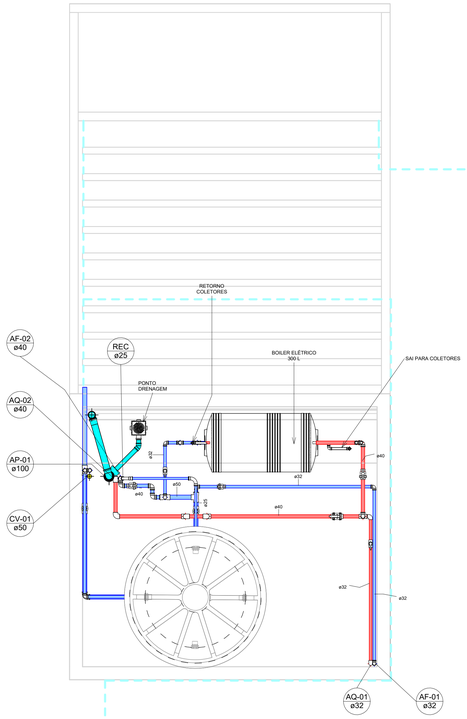
PROJETO HIDROSSANITÁRIO

ENDEREÇO DA OBRA **Residência Unifamiliar, Centro, Florianópolis- SC**		
PROJETISTA **Pietra Fritsch de Araujo**	CPF/CNPJ	ASSINATURA
PROJETISTA **Projetista**	CREA	ASSINATURA

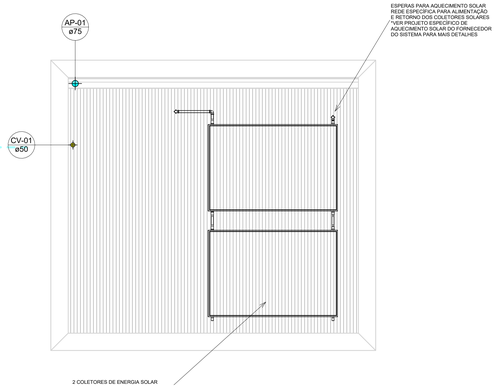
COORDENAÇÃO **Superior e Detalhes**				
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO	COMPUTAÇÃO GRÁFICA **Autor**	CÓDIGO **01**	DATA **07/07/2026**	PRANCHA
CO-AUTOR DO PROJETO	ESCALA **Como indicado**	REVISÃO	CLASSE **do 01**	**H02**



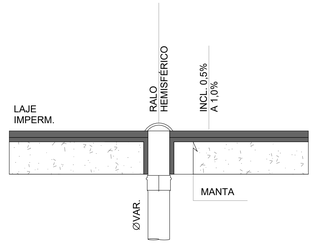
4 04-TERRAÇO
1 : 50



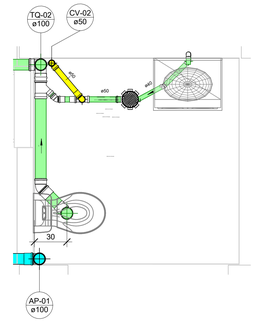
1 05-CAIXA D'ÁGUA
1 : 25



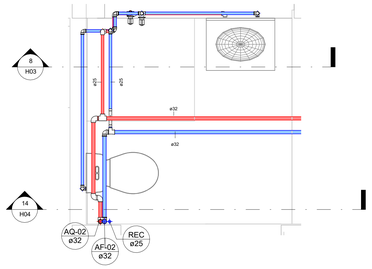
12 06-COBERTURA CAIXA D'ÁGUA
1 : 25



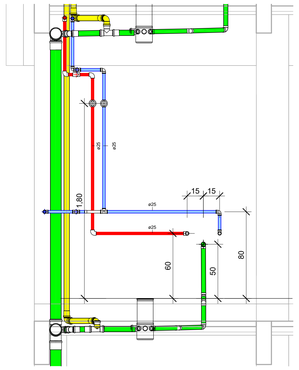
DETALHE RALO HEMISFÉRICO



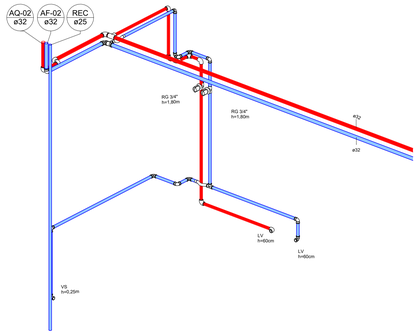
2 DET SAN LAVABO
1 : 20



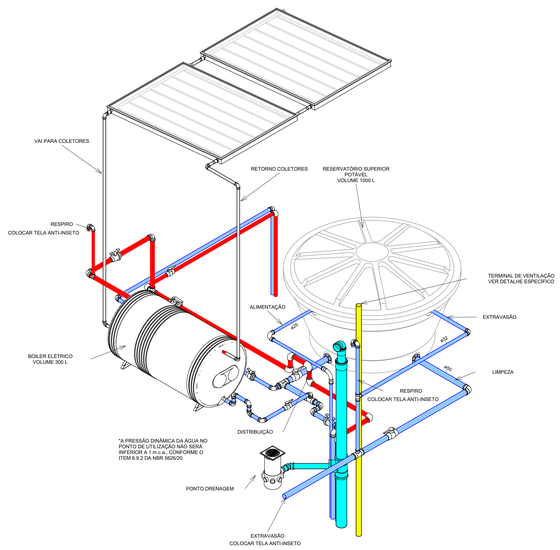
3 DET HID LAVABO
1 : 20



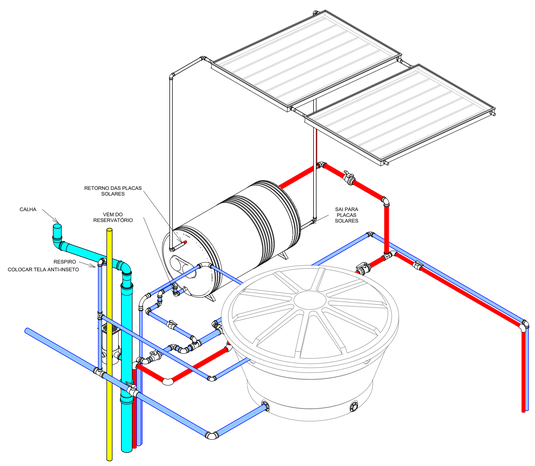
8 VISTA LAVABO
1 : 20



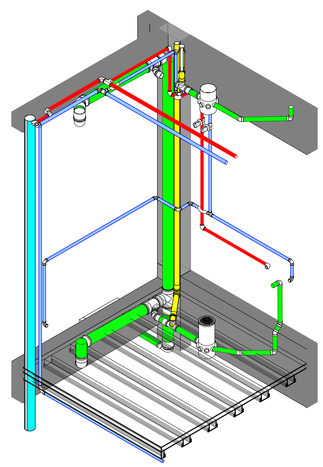
9 Isométrico HID Lavabo



13 Reservatório Superior 1



14 Reservatório Superior 2



6 Isométrico GER Lavabo

Esgoto
Gordura
Água Servida
Ventilação
Pluvial
Água Fria
Água Quente

2% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO IGUAL OU INFERIOR À 75mm
1% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO IGUAL OU SUPERIOR À 100mm

ABREVIAÇÕES			
SIGLA	PEÇA	AP	TUBO DE QUEDA PLUVIAL
AF	COLUNA ÁGUA FRIA	CI	CAIXA DE INSPEÇÃO ESGOTO
AQ	COLUNA ÁGUA QUENTE	CG	CAIXA DE GORDURA
TQ	TUBO DE QUEDA ESGOTO	CSG	CAIXA DE RETENÇÃO SÓLIDOS GROSSEIROS
CV	COLUNA DE VENTILAÇÃO	CP	CAIXA PLUVIAL

ALTURA ESPERAS DOS EQUIPAMENTOS			
SIGLA	PEÇA	ÁGUA	ESGOTO
AQC	AQUECEDOR DE PASSAGEM	125cm	-
BB	BEBEDOURO	50 cm	-
BN	BANHEIRA	80 cm	-
CH	CHUVEIRO	220 cm	-
DH	DUCHA HIGIÊNICA	30cm	-
FIL	FILTRO DE ÁGUA	110cm	-
LV	LAVATÓRIO	60cm	50cm
MIC	MICTÓRIO	105cm	50cm
MLL	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA	50cm	30cm
MLR	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA	70cm	50cm
MN	MISTURADOR MONOCOMANDO DE ÁGUA QUENTE E FRIA	110cm	-
PIA	PIA DE COZINHA	60cm	50cm
RE	REGISTRO ESFERA	-	-
RG	REGISTRO GAVETA	180cm	-
RP	REGISTRO DE PRESSÃO	110cm	-
TJ	TORNEIRA DE JARDIM	60cm	-
TN	TANQUE	110cm	50cm
VS	VASO SANITÁRIO	20/25cm	-

INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Florianópolis

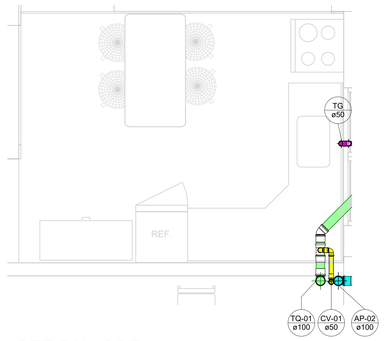
PROJETO HIDROSSANITÁRIO

ENDEREÇO DA OBRA
Residência Unifamiliar, Centro, Florianópolis- SC

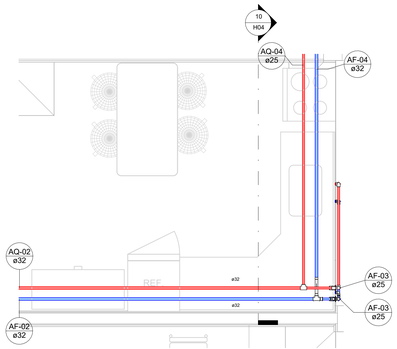
PROJETISTA	CPF/CNPJ	ASSINATURA
Pietra Fritsch de Araujo		
PROJETISTA	CREA	ASSINATURA
Projetista		

DESCRIMINAÇÃO
Caixa D'Água e Detalhes

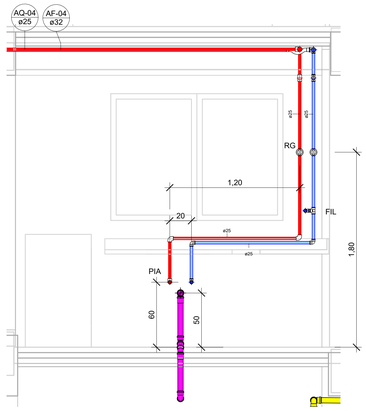
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO	COMPUTAÇÃO GRÁFICA	CÓDIGO	DATA	PRANCHA
	Autor	**01**	**07/07/2026**	**H03**
CO-AUTOR DO PROJETO	ESCALA	REVISÃO	CLASSIF.	
	Como indicado		**de 01**	



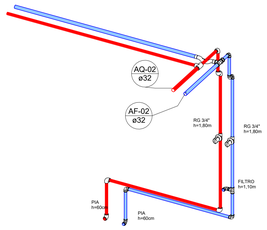
8 DET SAN COZ
1 : 25



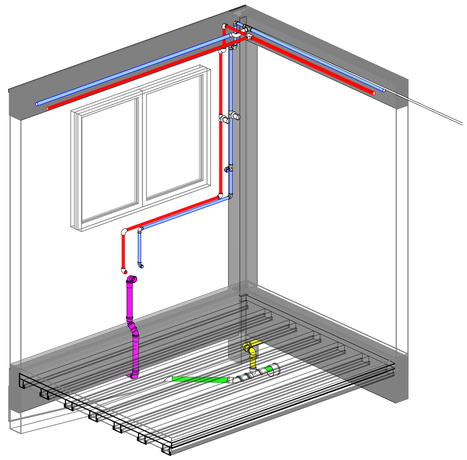
7 DET HID COZ
1 : 25



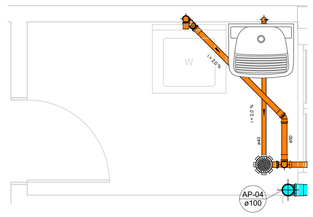
10 VISTA COZINHA
1 : 20



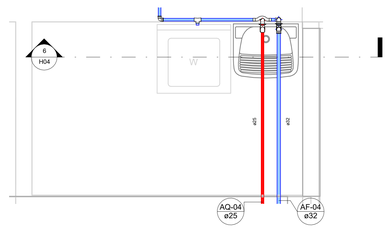
9 Isométrico HID Cozinha



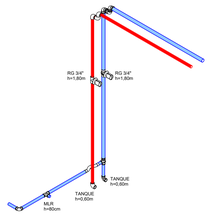
1 Isométrico GER Coz



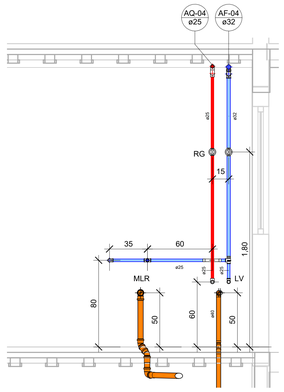
3 DET SAN AS
1 : 20



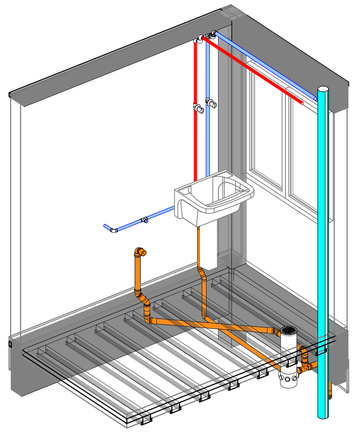
4 DET HID AS
1 : 20



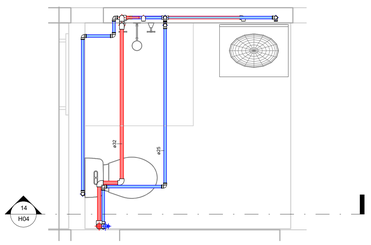
5 Isométrico HID Área de Serviço



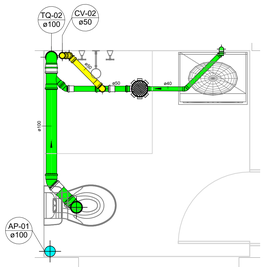
6 VISTA AS
1 : 20



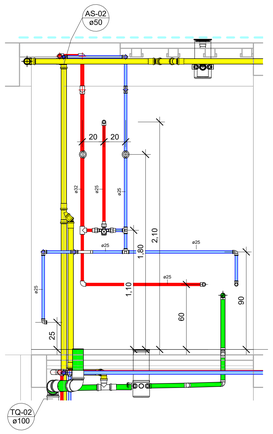
2 Isométrico GER Área de Serviço



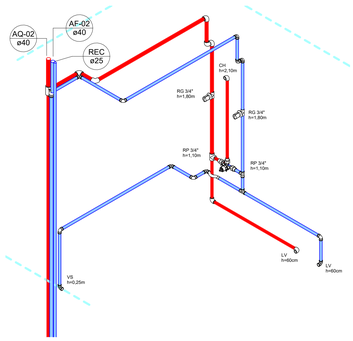
11 DET HID BWC
1 : 20



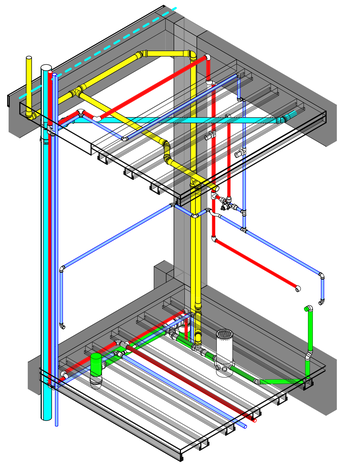
12 DET SAN BWC
1 : 20



14 VISTA BWC
1 : 20



15 Isométrico HID BWC



13 Isométrico GER BWC

Esgoto
Gordura
Água Servida
Ventilação
Pluvial
Água Fria
Água Quente

2% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO IGUAL OU INFERIOR À 75mm
1% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO IGUAL OU SUPERIOR À 100mm

ABREVIAÇÕES

SIGLA	PEÇA	AP	TUBO DE QUEDA PLUVIAL
AF	COLUNA ÁGUA FRIA	CI	CAIXA DE INSPEIÇÃO ESGOTO
AQ	COLUNA ÁGUA QUENTE	CG	CAIXA DE GORDURA
TQ	TUBO DE QUEDA ESGOTO	CSG	CAIXA DE RETENÇÃO SÓLIDOS GROSSEIROS
CV	COLUNA DE VENTILAÇÃO	CP	CAIXA PLUVIAL

ALTURA ESPERAS DOS EQUIPAMENTOS

SIGLA	PEÇA	ÁGUA	ESGOTO
AQC	AQUECEDOR DE PASSAGEM	125cm	-
BB	BEBEDOURO	50 cm	-
BN	BANHEIRA	80 cm	-
CH	CHUVEIRO	220 cm	-
DH	DUCHA HIGIÊNICA	30cm	-
FIL	FILTRO DE ÁGUA	110cm	-
LV	LAVATÓRIO	60cm	50cm
MIC	MICTÓRIO	105cm	50cm
MLL	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA	50cm	30cm
MLR	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA	70cm	50cm
MN	MISTURADOR MONOCOMANDO DE ÁGUA QUENTE E FRIA	110cm	-
PIA	PIA DE COZINHA	60cm	50cm
RE	REGISTRO ESFERA	-	-
RG	REGISTRO GAVETA	180cm	-
RP	REGISTRO DE PRESSÃO	110cm	-
TJ	TORNEIRA DE JARDIM	60cm	-
TN	TANQUE	110cm	50cm
VS	VASO SANITÁRIO	20/25cm	-

INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Florianópolis

PROJETO HIDROSSANITÁRIO

ENDEREÇO DA OBRA
Residência Unifamiliar, Centro, Florianópolis- SC

PROJETISTA	CPF/CNPJ	ASSINATURA
Pietra Fritsch de Araujo		
PROJETISTA **Projetista**	CREA	ASSINATURA

DESCRIMINAÇÃO
Detalhes

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO	COMPUTAÇÃO GRÁFICA	CÓDIGO	DATA	PRANCHA
	Autor	**01**	**07/07/2026**	**H04**
CO-AUTOR DO PROJETO	ESCALA **Como indicado**	REVISÃO	CLASSE **de 01**	