

**DO PROCESSO AO DETALHAMENTO:
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR
EM LIGHT WOOD FRAME**

Sumário

1.0 Introdução

1.1 Motivação

1.2 Objetivos

1.3 Justificativa

1.4 Metodologia

2.0 Revisão Bibliográfica

2.1 O Projeto Arquitetônico

2.2 Elaboração do Projeto

2.3 PECE

2.4 O Método Construtivo no Projetar

2.5 Light Wood Frame

3.0 Desenvolvimento do Projeto

3.1 Levantamento de Informações

3.2 Implantação Volumétrica

3.3 Lançamento Estrutural

3.4 Premissas Instalações

3.5 Detalhamentos

1.1 MOTIVAÇÃO

Meu primeiro contato com o sistema construtivo em Light Wood Frame (LWF) se deu através de pesquisas na internet, onde consegui observar a sua aplicação em países da América do Norte e no Brasil. Na graduação, também tive contato com o sistema, visitando obras que empregavam a utilização dele. Ao mesmo tempo, visitei obras que utilizavam o sistema convencional de construção, onde foi possível realizar um comparativo entre esses dois e onde iniciei meu apreço pela construção a seco em madeira. Tendo em vista que meu interesse na arquitetura sempre esteve mais inclinado para a área do canteiro, observar um sistema que minimiza os problemas encontrados durante a obra, realiza o emprego dos materiais de forma mais inteligente e garante uma eficiência maior da edificação me incentivou a ampliar meus estudos e aumentou meu interesse pelo light wood frame.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho está em desenvolver o projeto arquitetônico de uma edificação utilizando o sistema construtivo em Light Wood Frame, chegando no detalhe. Como objetivos específicos, espera-se estudar os sistemas que compõem esse método construtivo, projetar uma residência unifamiliar com base nas premissas desse método e produzir os detalhes que auxiliem na construção da edificação utilizando o sistema light wood frame.

1.3 JUSTIFICATIVA

Tendo em vista a recente aprovação da norma NBR 16936 (ABNT, 2023) do sistema construtivo em LWF e a baixa aplicação dele em obras se comparado com a construção convencional, o estudo e a demonstração de boas práticas em projetos com LWF é essencial para garantir uma melhor compreensão sobre o desempenho da edificação, prevenir o surgimento de patologias, assim como atender as demandas do canteiro e evitar problemas de incompatibilidades durante a fase de execução da obra.

Além disso, o light wood frame promove uma construção que atende a aspectos relacionados com objetivos ambientais, como a redução do desperdício de material e a utilização de materiais renováveis, onde a modularização e suas características possibilitam um maior controle da obra e rapidez na execução. Além disso, este sistema possibilita uma grande variedade de acabamentos e tratamentos termo acústicos, se adaptando aos requisitos para o atendimento aos objetivos de desempenho da edificação.

1.4 METODOLOGIA

Tendo em consideração o objetivo principal do trabalho, sendo este a apresentação dos requisitos construtivos em wood frame, a produção do projeto arquitetônico se dará após o estudo dos sistemas que compõem esse método construtivo. Dessa forma, o projeto será concebido a partir de diretrizes técnicas e com um embasamento estruturado, aspecto fundamental para um bom desenvolvimento e para minimizar as interferências por incompatibilidades entre os sistemas.

O embasamento para determinar e especificar cada uma das soluções projetuais se dará através do estudo de cada sistema, fundamental para entender o seu funcionamento, especificações técnicas necessárias e aspectos importantes relacionados à execução. Requisitos normativos e legais também serão levados em consideração, já que cumprem um papel importante para assegurar a segurança e desempenho na edificação. Também serão consultados profissionais que desenvolvem atividades com esse sistema construtivo para contribuir com maiores detalhes.

A partir desse estudo, será feito o lançamento do estudo preliminar arquitetônico, o qual servirá como referência para iniciar os primeiros lançamentos estruturais. O projeto arquitetônico será concebido levando em consideração o atendimento aos objetivos elencados anteriormente, assim como assegurar a participação de todos os elementos mínimos necessários para o desenvolvimento do projeto completo e seu detalhamento construtivo.

Todo o processo de desenvolvimento do trabalho será registrado, contando tanto com as informações técnicas estudadas, quanto com a própria metodologia aplicada a fim de servir como referência para outros trabalhos, como para formar o embasamento desta pesquisa. Serão identificados e apresentados os limites técnicos, caso sejam encontrados no decorrer da pesquisa, para os quais a formação acadêmica e a consulta com profissionais não foram capazes de identificar os requisitos necessários para a escolha e determinação da solução projetual. No entanto, serão descritos esses requisitos com o objetivo de manter o objetivo principal do trabalho e trazer o entendimento geral do sistema construtivo, assim como poder se aproximar o máximo possível de um projeto executivo.

2.1 O PROJETO ARQUITETÔNICO

De acordo com a NBR 16636-2:2017, o projeto arquitetônico exerce um papel principal e central no desenvolvimento de uma edificação, pois define as diretrizes gerais e estabelece as demandas que orientam os projetos complementares. Ele é responsável por organizar e traduzir os requisitos de desempenho, segurança, funcionalidade, conforto e estética da edificação em soluções espaciais e construtivas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017a).

O projeto arquitetônico não apenas expressa a concepção e a linguagem arquitetônica da obra, mas também estabelece os parâmetros que irão dialogar diretamente com as limitações técnicas e as especificidades dos demais projetos, como estruturas, instalações elétricas, hidrossanitárias, entre outros. Esse diálogo é essencial para garantir a compatibilidade entre os diferentes sistemas, evitando conflitos que possam comprometer o desempenho e/ ou a execução da edificação.

Dessa forma, o projeto arquitetônico representa o ponto de convergência entre os objetivos do programa de necessidades, as condicionantes legais, ambientais e normativas, e as soluções técnicas propostas pelos projetos complementares. Ele serve como base para a compatibilização interdisciplinar, assegurando que todas as disciplinas trabalhem de forma integrada para atender os requisitos previamente estabelecidos. Isso reforça seu papel central como um elemento que articula e harmoniza as diferentes partes do processo de projeto, viabilizando a construção de uma edificação funcional, segura e eficiente.

2.2 ELABORAÇÃO DO PROJETO

Segundo a Norma NBR 16636-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017a), o projeto arquitetônico é um processo evolutivo dividido em fases ou partes, desenvolvido simultaneamente em etapas com os projetos complementares para assim compor o projeto completo necessário para a execução de uma edificação.

Considerando o projeto executivo como o principal meio de comunicação entre todos os agentes envolvidos na construção de um edifício, a sua correta representação é essencial para a minimização de falhas construtivas e retrabalhos, além de aumentar a qualidade dos serviços no resultado final.

No Anexo B da NBR 16636-2:2017, é apresentado o fluxograma exemplificativo do projeto arquitetônico de edificações (Figura 1), onde descreve suas etapas de desenvolvimento e interação com os projetos complementares. Esse processo é estruturado em fases bem definidas, garantindo o alinhamento progressivo entre o programa de necessidades, as condicionantes do ambiente construído, as exigências legais e técnicas e os requisitos de compatibilidade entre disciplinas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017b).

- Estudo Preliminar

O estudo preliminar é uma das primeiras etapas do projeto arquitetônico, onde são elaboradas as primeiras diretrizes espaciais e conceituais da edificação. Essa etapa tem como objetivo identificar as necessidades do cliente, os condicionantes do terreno e o enquadramento nas normas urbanísticas e ambientais. Nessa fase, os projetos complementares podem fornecer informações básicas, como dados geotécnicos, estudos de viabilidade e áreas técnicas necessárias.

- Anteprojeto

O anteprojeto consolida as soluções apresentadas no estudo preliminar em um nível maior de definição. Nele, são especificadas as principais dimensões, os usos dos ambientes, os materiais e os sistemas construtivos. O objetivo é garantir que o projeto arquitetônico atenda às exigências funcionais, estéticas e normativas. A partir desse momento, são desenvolvidos os estudos preliminares dos projetos complementares. Este diálogo inicial com os projetos estruturais, elétricos, hidrossanitários, de segurança contra incêndio e outros, ajuda a verificar a viabilidade e prevenir conflitos, além de identificar possíveis ajustes necessários no projeto arquitetônico.

- Projeto Legal

O projeto legal é uma versão adaptada do projeto básico que atende às exigências das autoridades competentes para obtenção de licenças e aprovações. Ele deve seguir rigorosamente os códigos de obras, legislações locais e normas aplicáveis. Nesta etapa, os projetos complementares colaboram para atender exigências específicas de órgãos reguladores, como sistemas de combate a incêndio ou infraestrutura urbana. Com a aprovação do projeto legal podem ser desenvolvidos os anteprojetos complementares.

- Projeto Executivo

O projeto executivo é a fase mais detalhada do projeto arquitetônico. Nele, todas as informações são especificadas, detalhando cada elemento construtivo, os materiais a serem utilizados, os métodos de execução e as especificações técnicas necessárias para a fiel reprodução do projeto no canteiro de obras. Este projeto serve como guia para a execução da obra e nesta etapa ocorre a compatibilização completa entre o projeto arquitetônico e os projetos complementares. Soluções detalhadas para estrutura, instalações e outros sistemas são integradas ao projeto arquitetônico, evitando interferências e assegurando a funcionalidade e eficiência da edificação.

- Acompanhamento Técnico (ou As Built)

Após a conclusão do projeto executivo e durante a execução da obra, pode ser necessário o acompanhamento técnico do arquiteto para ajustar o projeto conforme mudanças em campo. O resultado final dessa etapa é o "as built", que registra todas as alterações realizadas durante a construção. Durante o acompanhamento, o arquiteto trabalha junto com os responsáveis pelos projetos complementares para garantir que quaisquer ajustes necessários não comprometam a funcionalidade ou a integridade do projeto.

2.3 PROJETO EXECUTIVO COMPLETO DE UMA EDIFICAÇÃO

De acordo com a NBR 16636-2:2017, o projeto completo de uma edificação é composto por um conjunto integrado de documentos técnicos que descrevem todas as características necessárias para a concepção, planejamento e execução de uma obra. Esse projeto engloba diversas disciplinas que devem interagir de forma harmoniosa para garantir a segurança, funcionalidade e desempenho esperado da edificação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017a).

Seu objetivo principal é servir como guia completo e preciso para a construção, a fim de eliminar incertezas e minimizar riscos de erros, atrasos ou retrabalhos durante a execução da obra; funcionando como o principal meio de comunicação entre a equipe de projeto e a equipe de execução. Esse nível de detalhamento assegura que a edificação atenda aos requisitos de desempenho, segurança, funcionalidade e conformidade com normas e regulamentações aplicáveis, sendo, portanto, uma peça essencial no processo de construção.

- Componentes do PECE

A quantidade necessária de projetos complementares presentes no projeto completo está diretamente relacionada com o grau de complexidade e dimensão do empreendimento, além de características da equipe responsável pela execução da obra. Nos casos onde há um número considerável de projetos complementares, um coordenador de projeto pode ser definido a fim de estabelecer os requisitos a serem atendidos por cada profissional na elaboração dos projetos, assim como realizar a compatibilização entre eles.

- Projeto Arquitetônico

O projeto arquitetônico define a concepção estética, funcional e espacial da edificação. Além disso, serve como base para os demais projetos complementares, orienta o planejamento geral da obra e define as diretrizes para os demais projetos complementares (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017a).

- Projeto Estrutural

O projeto estrutural, por sua vez, é responsável pelo lançamento, análise, dimensionamento e detalhamento de elementos estruturais como lajes, vigas, pilares, fundações e elementos de ligação e está relacionado com a segurança do edifício, garantindo a estabilidade e resistência da construção. O projeto estrutural deve ser elaborado seguindo as diretrizes das Normas Técnicas específicas. No caso do concreto armado, a principal Norma para projetos é a NBR 6.118/2014. Já para estruturas de madeira, devem ser atendidas as normas NBR 16.936/2023 e NBR 7190/2022.

- Projetos de Instalações

Os projetos de instalações estão relacionados com o uso dos ambientes da edificação e são escolhidos e projetados para atenderem a necessidade dos usuários e normas técnicas específicas de cada sistema. Geralmente incluem sistemas elétricos, onde é definido o sistema de distribuição de energia elétrica; hidrossanitários, que abrange redes de água, esgoto e drenagem; de gás, telefonia, automação, entre outros, e são fundamentais para o conforto, eficiência e funcionalidade da edificação.

- Projeto de Segurança e Prevenção contra Incêndio

O projeto de segurança e prevenção contra incêndio trata de sistemas de combate a incêndios, saídas de emergência e sinalização, garantindo a proteção dos ocupantes e o atendimento às exigências legais. Normativas locais do Corpo de Bombeiros devem ser consultadas e utilizadas para a elaboração deste projeto.

- Projeto Acústico, Térmico e Lumínico

Em edificações que demandam maior atenção ao conforto ambiental, podem ser incluídos projetos específicos para aspectos como acústica, térmica e iluminação, os quais contribuem para a eficiência energética e o bem-estar dos usuários. De acordo com a ABNT (2021), a norma NBR 15575 define critérios mínimos de desempenho para edificações habitacionais em termos de segurança, habitabilidade e sustentabilidade.

- Memoriais Descritivos e Especificações Técnicas

Outro componente importante é o memorial descritivo, onde são fornecidas orientações precisas e essenciais para a execução da edificação. É um documento que complementa o projeto executivo, apresentando a discriminação das atividades técnicas, materiais, especificações e métodos construtivos para a execução da obra (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017a).

- Planilha Orçamentária e Cronograma Físico-Financeiro

A elaboração da planilha orçamentária e do cronograma físico-financeiro permite estimar os custos e os prazos necessários para a execução do projeto, facilitando o planejamento financeiro e o acompanhamento do progresso da obra.

2.4 A INFLUÊNCIA DO MÉTODO CONSTRUTIVO NO PROCESSO DO PROJETO

O conhecimento aprofundado por parte do arquiteto sobre o método construtivo escolhido é essencial durante o desenvolvimento do projeto, pois influencia diretamente na qualidade, viabilidade e no desempenho da construção e da edificação. A compreensão detalhada do sistema construtivo possibilita a tomada de decisões fundamentadas, integrando aspectos técnicos, funcionais, estéticos e econômicos de maneira eficiente e coerente.

Um bom domínio do método construtivo possui grande relevância para propor soluções tecnicamente viáveis com as características do sistema escolhido. Isso inclui a definição de dimensões adequadas, materiais compatíveis e acabamentos apropriados, otimizando a execução da obra. Além disso, facilita a compatibilização entre o projeto arquitetônico e os projetos complementares, reduzindo interferências, retrabalhos e promovendo uma execução mais eficiente e dentro do planejamento.

Esse conhecimento também é fundamental para garantir a aderência às normas técnicas e para atender aos requisitos de desempenho da edificação, como resistência estrutural, estanqueidade, isolamento térmico e acústico. O arquiteto, ao compreender essas exigências, pode especificar soluções que atendam às demandas normativas e proporcionem conforto e segurança aos usuários.

Além disso, permite otimizar o uso de materiais e recursos, reduzindo desperdícios e custos, enquanto busca alternativas sustentáveis, considerando o impacto ambiental dos materiais e processos empregados.

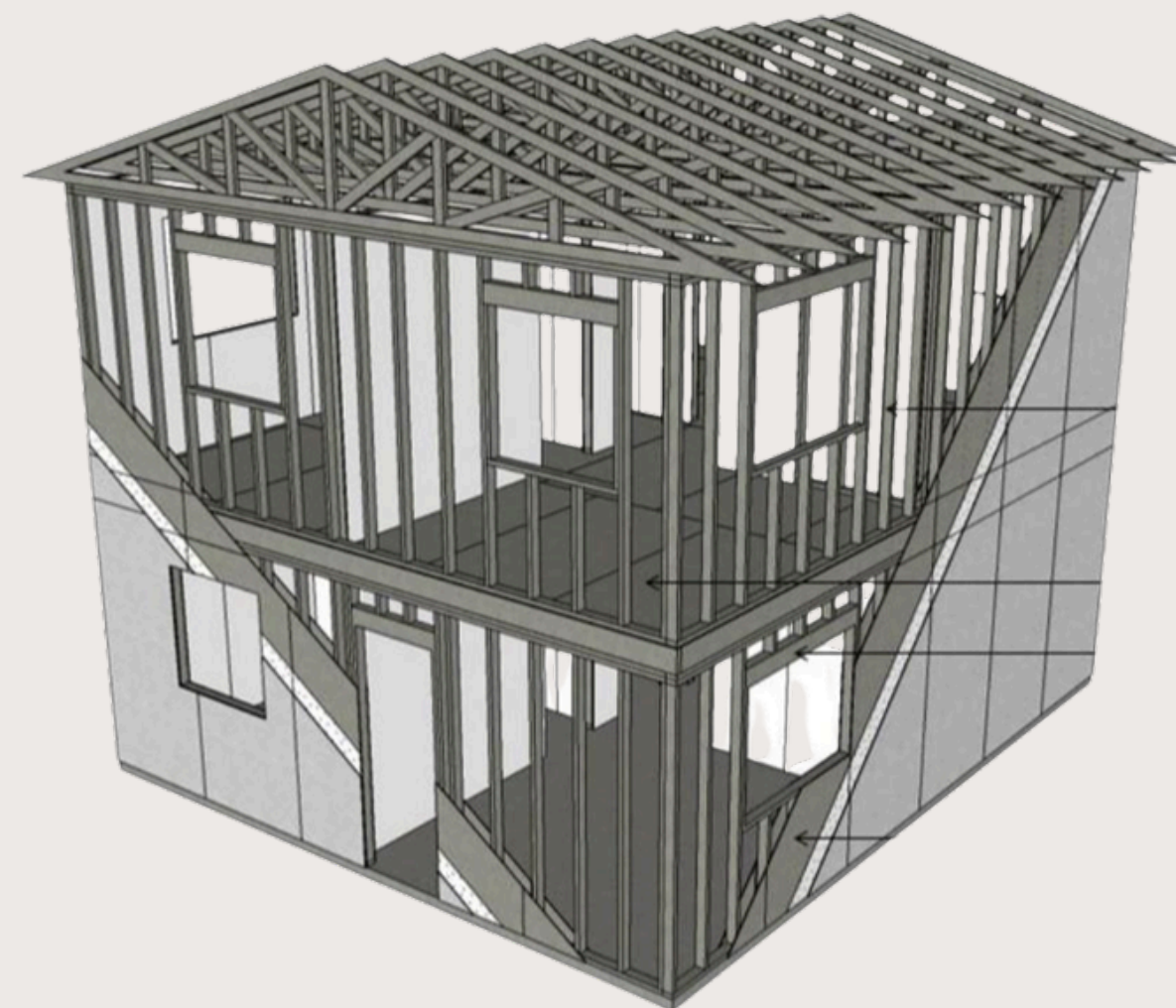
Ao mesmo tempo, dominar o método construtivo amplia a capacidade do arquiteto de explorar soluções criativas sem comprometer a viabilidade técnica ou econômica do projeto, equilibrando criatividade e funcionalidade. Esse conhecimento também permite que o arquiteto adapte o projeto às condições específicas do local, como o terreno, o clima e a infraestrutura disponível.

2.5 LIGHT WOOD FRAME: CONCEITO E EVOLUÇÃO

De acordo com a ABNT (2023), a norma NBR 16936 define o light wood frame (LWF) como:

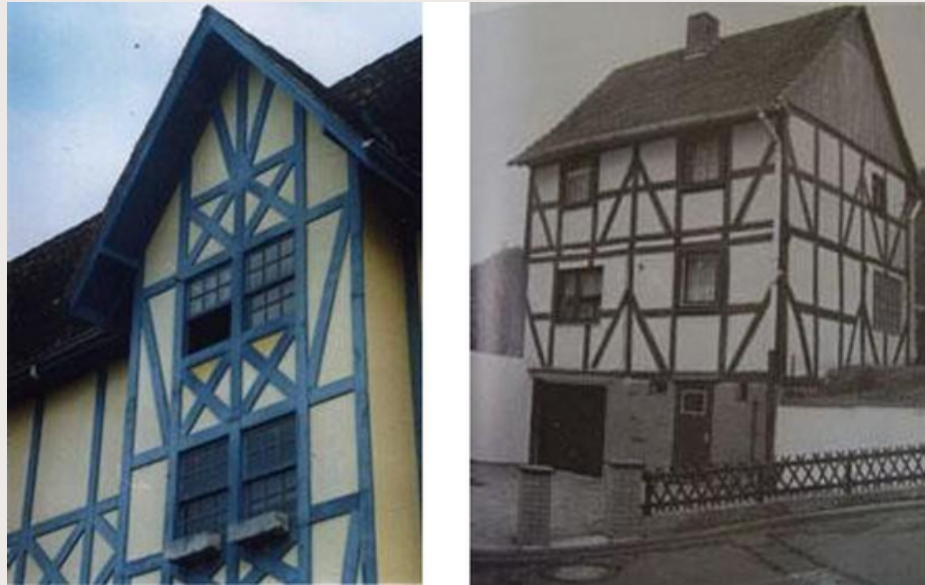
“sistemas construtivos estruturados por peças leves de madeira maciça serrada, ou produto derivado de madeira, com fechamentos em chapas unidas às peças de madeira, formando painéis com resistência e rigidez aplicadas tanto no plano do painel quanto perpendicular a ele” (ABNT, 2023, pg. 10).

A abaixo apresenta um esquema tridimensional para uma edificação de dois pavimentos que utiliza o LWF como sistema estrutural e seus respectivos componentes estruturais.



Fonte: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira NBR 16.936: 2023: Edificações em light wood frame. Rio de Janeiro, 2023. p. 10.

O LWF é derivado da evolução do sistema enxaimel, método mais utilizado no final da Idade Média na Europa. O enxaimel é constituído por uma estrutura em madeira de peças longas de grande seção transversal que conecta a cobertura da edificação ao solo e utiliza saibro, tijolos de barro ou pedras para realizar o fechamento das paredes entre as peças estruturais, conforme imagens abaixo.



Fonte: IMHOF, 2009.

No século XIX na América do Norte, o sistema enxaimel passou por modificações e começou a ser utilizado o método sistema balão ou *balloon framing*, no qual a diminuição da seção das peças estruturais de madeira e um novo sistema de fechamento dos painéis de parede permitiu uma melhora significativa na velocidade e uma maior facilidade na construção (CENTRE TECHNIQUE DU BOIS ET DE L'AMEUBLEMENT - CTBA, 1995). O sistema balão ainda conserva a característica do enxaimel no qual os montantes de madeira são peças únicas na sua extensão longitudinal, fazendo a transferência das cargas da cobertura diretamente ao solo.

Visando facilitar ainda mais a sua execução e possibilitando a utilização de elementos estruturais de menores dimensões, o sistema *light wood framing* modifica os montantes, seccionando eles por pavimento. Esta nova configuração permite a construção de um pavimento por vez, trazendo mais agilidade durante a obra e maior facilidade no manuseio das peças (MORAES, 2008). Além disso, o seccionamento da parede por andar proporciona uma barreira contra a propagação do fogo em edificações de mais de um pavimento.

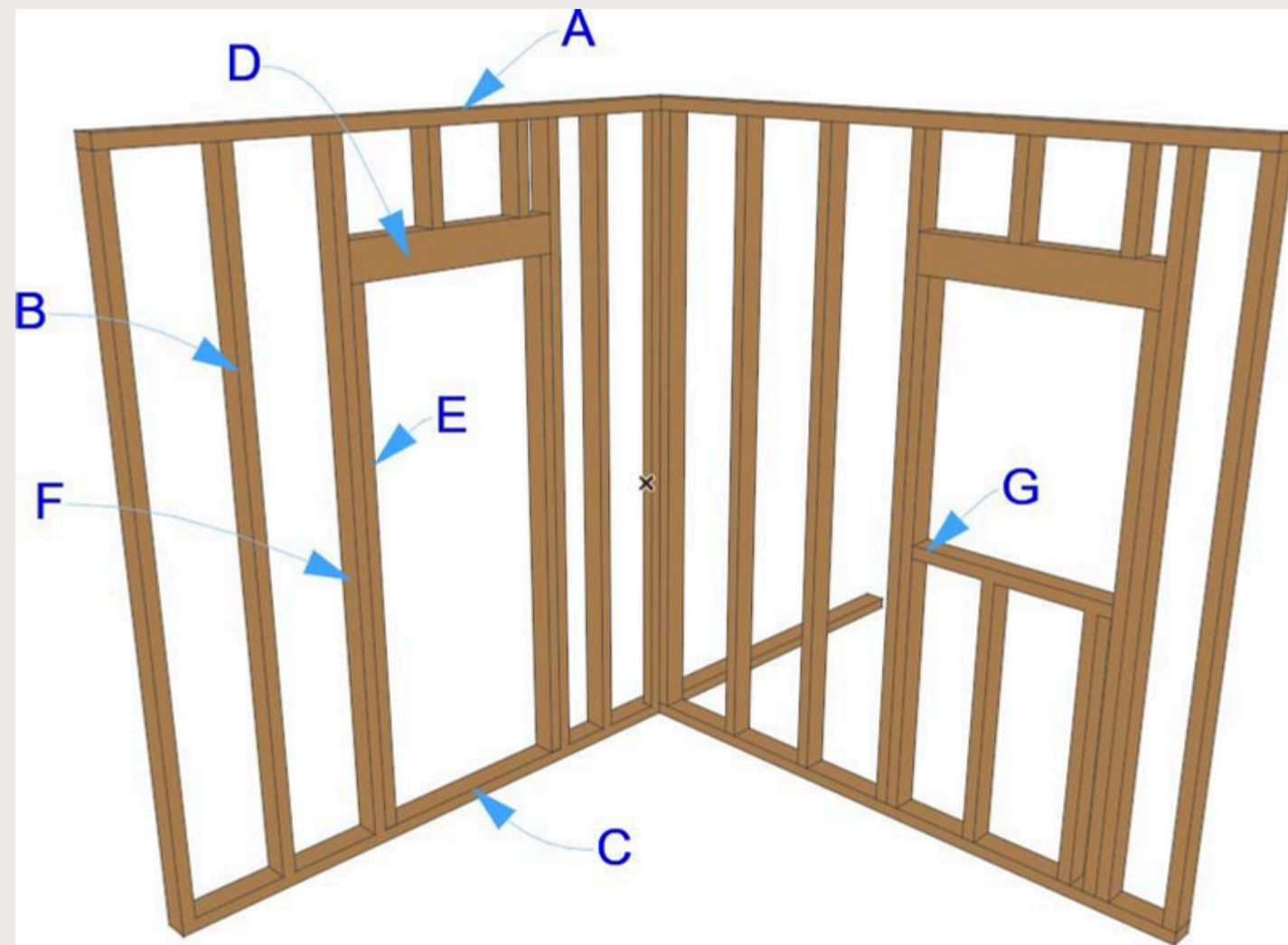
O LWF também é chamado de sistema plataforma devido à estrutura das paredes ser construída de um andar por vez, onde o pavimento inferior serve como base, ou plataforma, para a construção do próximo pavimento (AWC, 2001). A Figura abaixo mostra os elementos estruturais do sistema plataforma e do sistema balão, onde pode ser observado o seccionamento por andar dos montantes no sistema plataforma.



Fonte: A4 Spotlight: The History of Stick Framing. Disponível em: <https://a4arch.com/the-history-of-stick-framing/>. Acesso em: março de 2024.

A partir da Segunda Guerra Mundial, o LWF iniciou o processo de aprimoramento e industrialização dos seus componentes, assim como a racionalização da construção advinda com a produção em larga escala de treliças utilizadas nas lajes e coberturas e a produção de painéis de paredes em fábricas, possibilitando as construções painelizadas (SZÜCS et al, 2007).

As vedações verticais autoportantes no sistema construtivo em LWF são compostas, basicamente, pelos seguintes itens: (a) travessa superior, (b) montantes, (c) travessa inferior, (d) verga, (e) umbral, (f) *King stud* e (g) contraverga. A figura abaixo mostra o esquema estrutural de uma parede em LWF.



Este sistema é revestido com placas em ambas faces para atuar como contraventamento e revestimento da edificação. Já no vão entre os montantes, pode ser instalado um material termo acústico para atingir níveis maiores de desempenho (AWC, 2001).

A- Travessa superior: peça com seção transversal igual aos montantes e localizada no topo destes. Recebe as cargas do pavimento acima e geralmente é dupla sobreposta para realizar a amarração entre as paredes.

B- Montante: elemento vertical com função estrutural que compõe o esqueleto das paredes, transferindo as cargas da travessa superior para a travessa inferior. Geralmente com dimensões de 5x10 ou 5x15 cm e disposto numa modulação de 40 ou 60 cm de espaçamento, proporciona ancoragem para as instalações embutidas na parede e recebe a fixação das placas de revestimento.

C- Travessa inferior: peça com seção transversal igual aos montantes, localizada abaixo destes. Quando em contato direto com a fundação, é responsável por transferir as cargas para ela através dos pontos de ancoragem.

D- Verga: perfil utilizado horizontalmente no limite superior das aberturas para transferir as cargas para os umbrais.

E- Umbral: peça com seção transversal igual à do montante, localizada abaixo da verga e que transfere suas cargas para a travessa inferior. Dependendo da solicitação do carregamento, pode ser simples, duplo ou triplo em cada lado.

F- King stud: elemento vertical com seção transversal e longitudinal igual à do montante, posicionado nos extremos da verga, portanto pode ser encontrado fora da modulação. É geralmente ligado através de pregos ao umbral para trabalhar em conjunto.

G- Contraverga: perfil utilizado horizontalmente no limite inferior das aberturas para conformar o vão das janelas.

2.6 NORMATIVA PARA CONSTRUÇÃO EM LWF

Apesar do sistema plataforma ser um método construtivo amplamente difundido em países da América do Norte e Oriente, até o ano de 2023 não havia uma norma específica para a construção em LWF no Brasil. Este fato dificultou o desenvolvimento do sistema e a difusão de um padrão de construção, onde era necessário recorrer à norma “NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira” para dimensionar os elementos estruturais e utilizar como referência normas internacionais para detalhar os componentes do sistema.

A partir de 2023, é possível consultar a norma NBR 16936 (ABNT, 2023) onde são detalhadas características e requisitos específicos para a construção em LWF de edificações de até dois pavimentos. Ela estabelece mais requisitos para o projeto executivo completo da edificação, contendo os seguintes elementos:

- Memorial de cálculo: demonstrando cargas atuantes, combinações de ações, propriedades mecânicas dos materiais, dimensionamento dos elementos estruturais e ligações e a análise local e global de deformações na estrutura.
- Planta de cargas nas fundações: apresentando as cargas em todos os sentidos e direções resultantes das combinações de cargas.
- Especificação de materiais: contendo classes de resistência, tratamento, dimensões e propriedades da madeira, ligações metálicas, materiais impermeabilizantes e barreiras de vapor, isolamentos térmicos e acústicos, assim como materiais de fechamento e acabamento final.
- Plantas com locação das peças: deve ser apresentada de forma clara e com cotas em milímetros o local de montagem e posição dos elementos construtivos.
- Detalhamentos: ligações, peças, componentes e camadas de composição das paredes e pisos devem ser representadas com desenhos técnicos em escala apropriada a fim de demonstrar informações necessárias para a execução.
- Memorial descritivo e manual de uso e operação: atendendo às normas ABNT NBR 14037, assim como a ABNT NBR 15575.

- Projeto elétrico: conforme a ABNT NBR 5410 e as recomendações apresentadas na própria norma de LWF.
- Projeto hidrossanitário: conforme ABNT NBR 5626, ABNT NBR 5160 e as recomendações apresentadas na própria norma de LWF.
- Projeto impermeabilização: conforme ABNT NBR 9575 e as recomendações apresentadas na própria norma de LWF.

Os painéis horizontais e verticais que compõem a edificação podem ser construídos in loco ou off site, possibilitando diferentes níveis de industrialização na execução. No caso da produção off site dos painéis, podem ser necessários projetos adicionais, tanto para a o momento da construção externa como para a montagem no canteiro.

Assim como em outros sistemas construtivos autoportantes, podem ser encontrados casos específicos onde haja pontos de cargas concentradas, sendo possível a utilização de vigas ou pilares para a distribuição dos esforços, requerendo um detalhamento específico em projeto.

Desenvolvimento do Projeto

PROGRAMA PROJETUAL

O programa deste projeto foi definido de modo a atender simultaneamente às metas do projeto arquitetônico e ao nível de detalhamento esperado.

O mesmo aborda uma residência unifamiliar, designada a uma família de classe média composta por um casal adulto com um filho.

Para isso, deverá conter ambientes como cozinha, lavanderia, área gourmet externa, sala de estar, sala de jantar, lavabo, duas suítes e uma vaga de estacionamento para automóvel.

ESCOLHA DO SÍTIO

A escolha do terreno foi norteada com base no programa definido acima, de forma que atendesse aos requisitos estabelecidos, além de ser um local conhecido pelo autor.

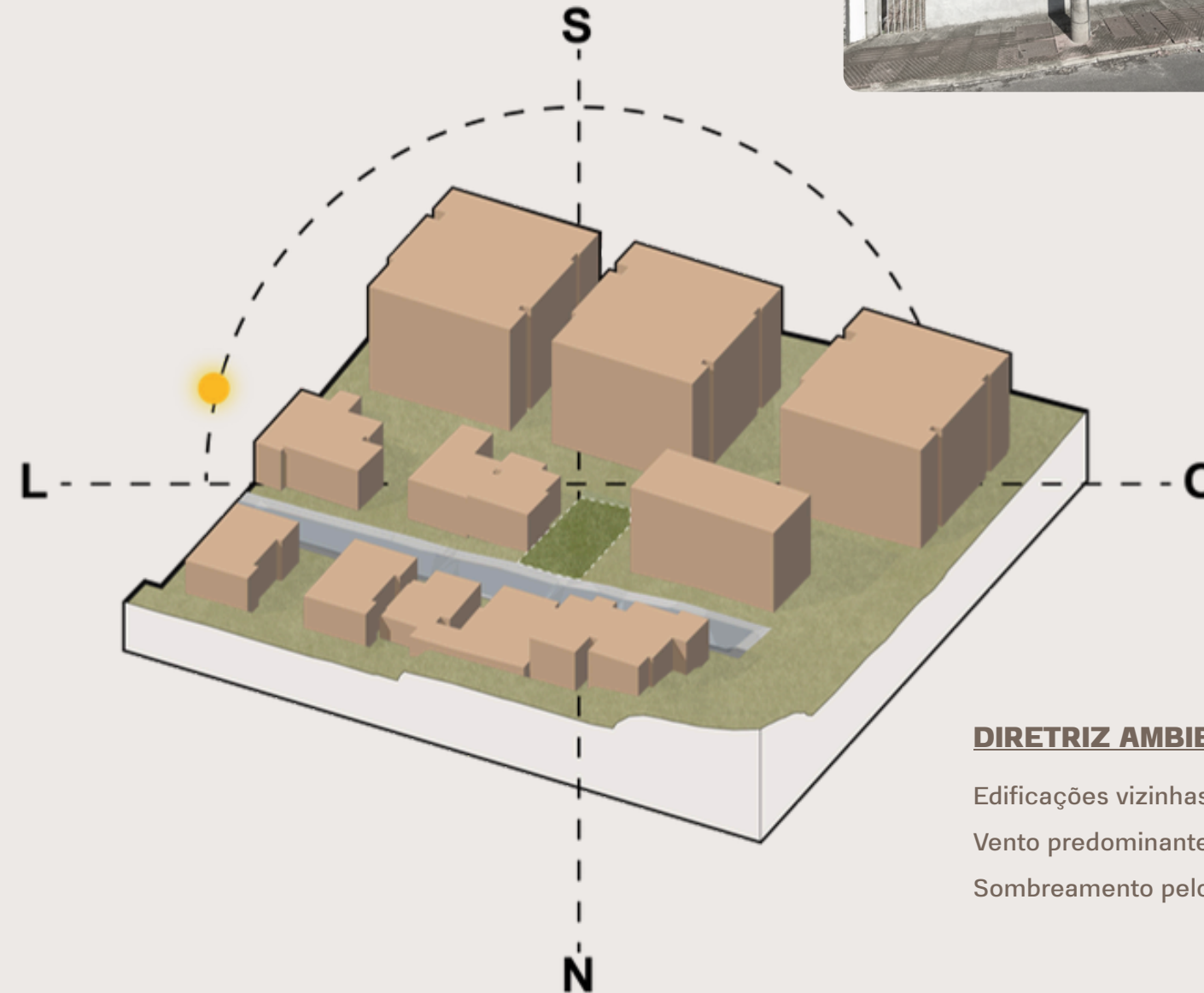
Está situado na porção continental de Florianópolis, no bairro Coqueiros, numa via local sem saída e de edificações predominantemente residenciais de dois pavimentos, com dimensões de 10x20 m.

DIRETRIZ ENTORNO

Lateral Sudeste: divisa com residência de 2 pavimentos

Lateral Noroeste: edifício 4 pavimentos

Poste da companhia elétrica na frente



DIRETRIZ LEGAL

Zoneamento ARP 4.5

C.A. Básico = 1 - 200 m²

T.O. Máx. = 50 % - 100 m²

T.I. Máx. = 70 % - 140 m²

Afastamento Frontal = 4 m

Afastamento Lateral e Fundos = 1,5 m

Art. 74 §1 : permite ¼ do perímetro do terreno sem afastamentos mínimos

DIRETRIZ AMBIENTAL

Edificações vizinhas protegem do vento sul

Vento predominante da região com livre acesso (NE)

Sombreamento pelo edifício na lateral NO no inverno

DIRETRIZ ESTRUTURAL

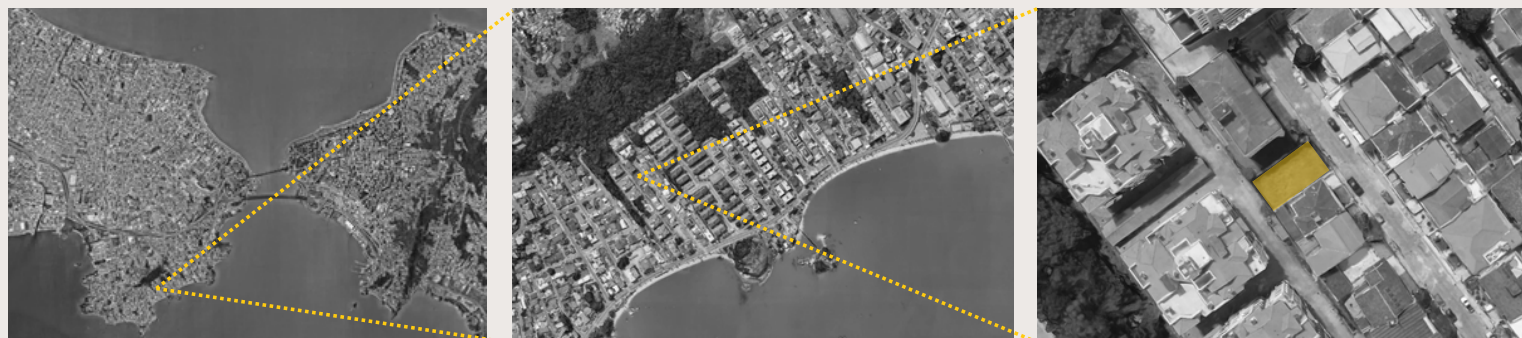
Vãos próximos a 4 metros

Altura da edificação máxima de 10 metros (WFCM 2024)

Até três pavimentos (WFCM 2024)

Proporção da planta de até 4:1 (WFCM 2024)

Comprimento da edificação de até 24 metros (WFCM 2024)



Desenvolvimento do Projeto

PRÉ DIMENSIONAMENTO DAS ÁREAS

Área do terreno considerando afastamentos = 98,5 m²

Área mínima do programa = 120 m²

Com base nestes dados, se fez necessário a divisão do programa em dois pavimentos.

DEFINIÇÕES

O posicionamento do acesso veicular foi pautado pela posição do poste público, o que provocou com que a edificação ocupasse a porção SE do terreno.

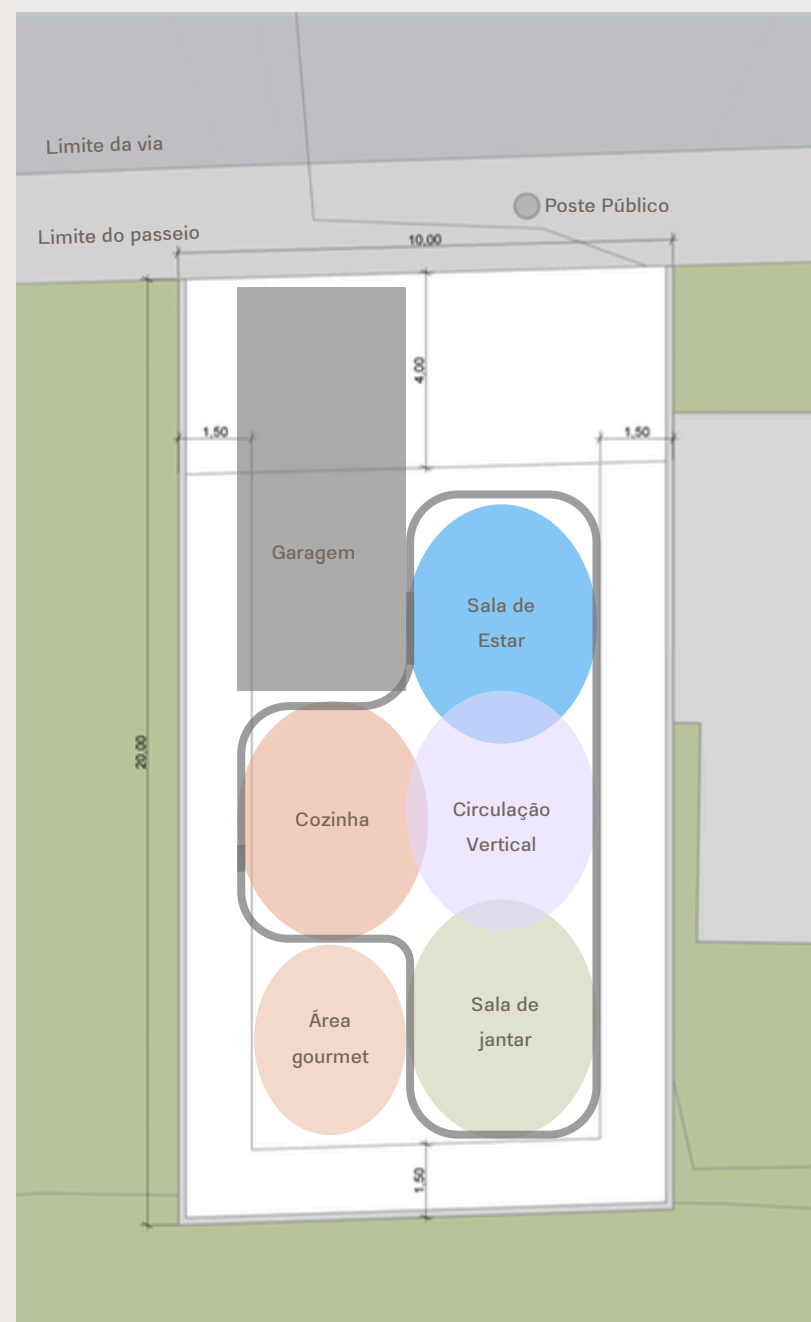
Com o objetivo de obter o maior aproveitamento de luz solar, se optou por afastar a edificação da lateral NO, onde está situado o edifício de 4 pavimentos.

Para evitar o sombreamento do terreno, o formato da edificação acompanha o comprimento do terreno.

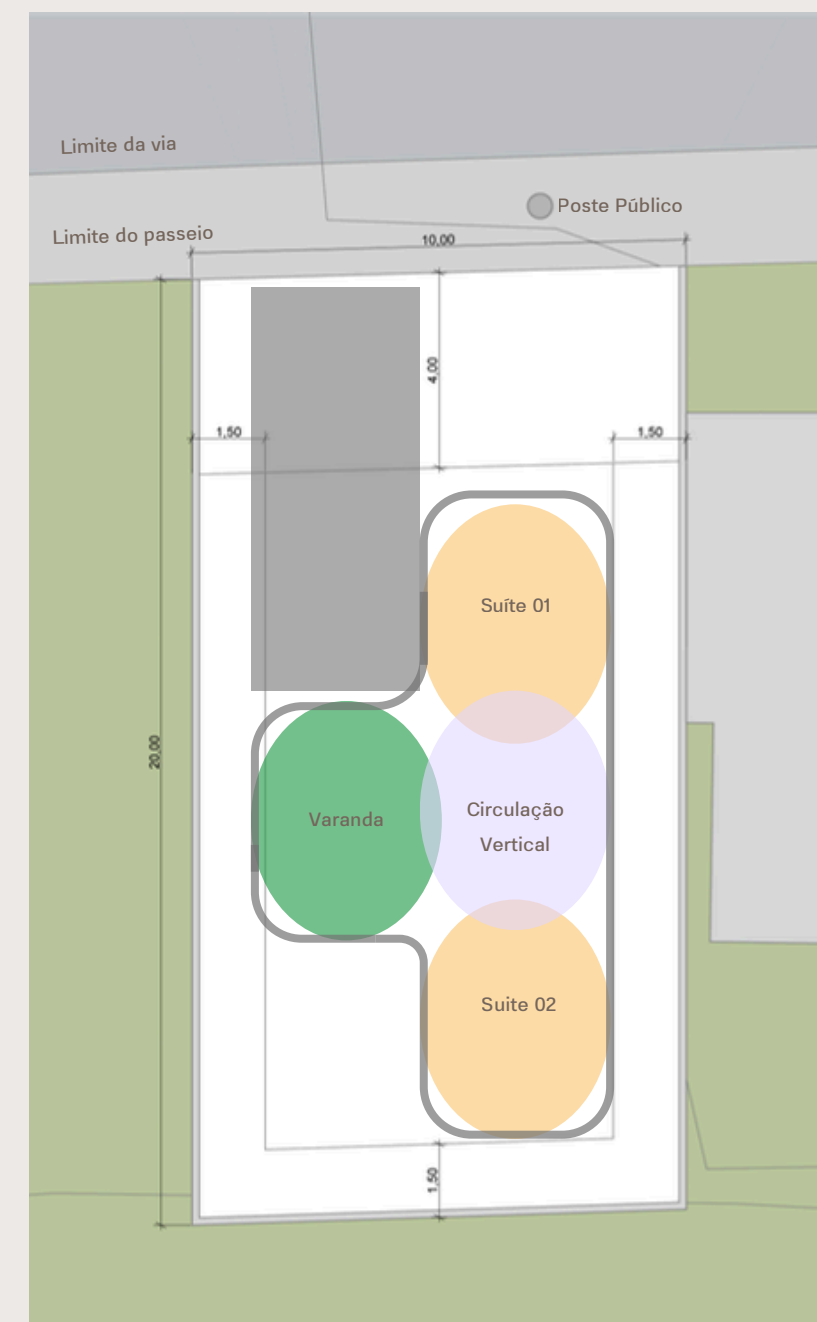
Se obteve a conexão da área gourmet com a cozinha através do posicionamento desta última no centro da edificação, realizando, junto com a circulação vertical, a integração com os demais ambientes.

Uma sacada que contorna o segundo pavimento foi alocada para realizar um contraponto no formato alongado da edificação, dado pela relação largura x altura, além de providenciar uma melhor interação entre os quartos e a área externa.

TÉRREO



SEGUNDO PAVIMENTO







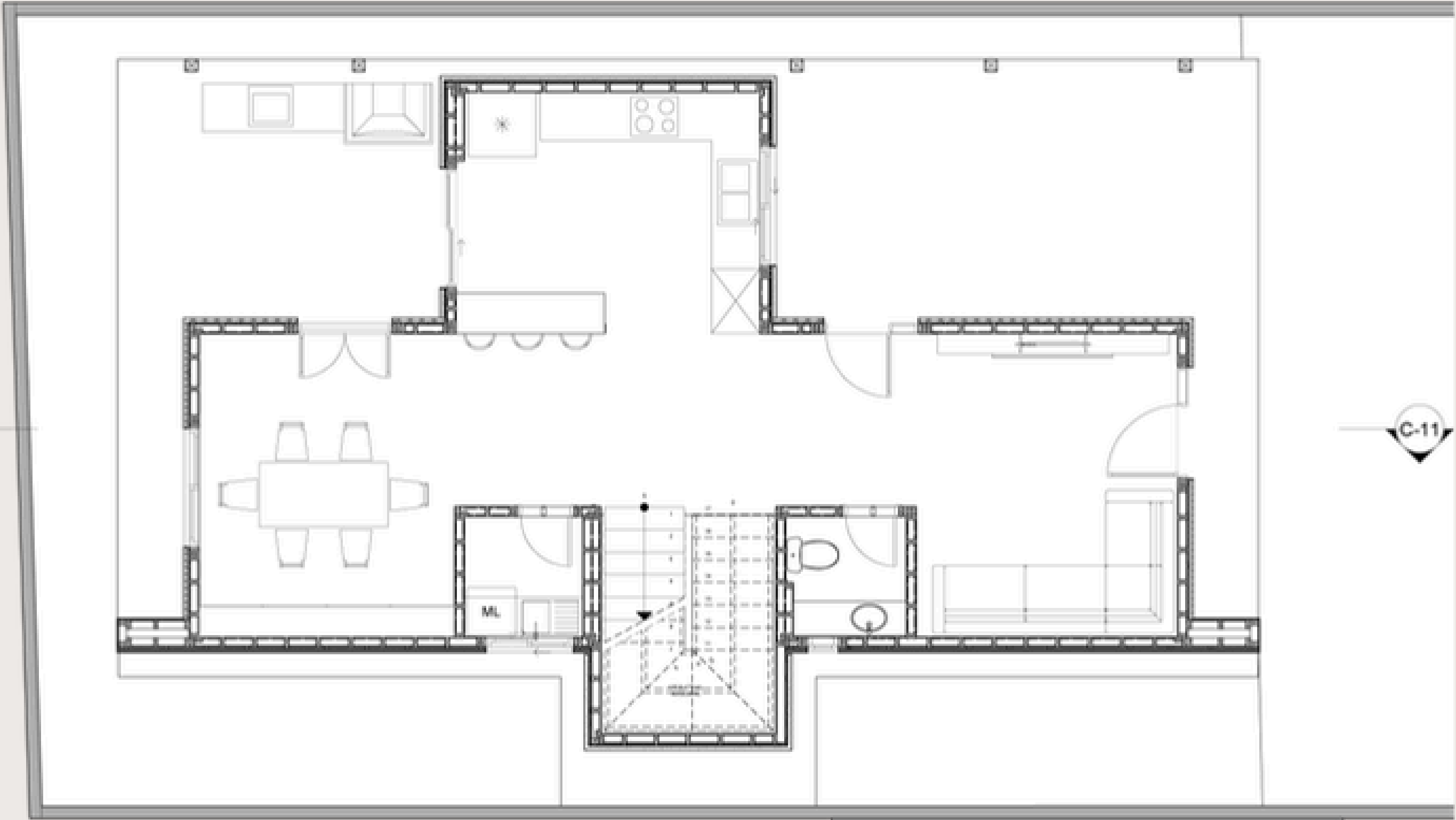


C-10



C-11

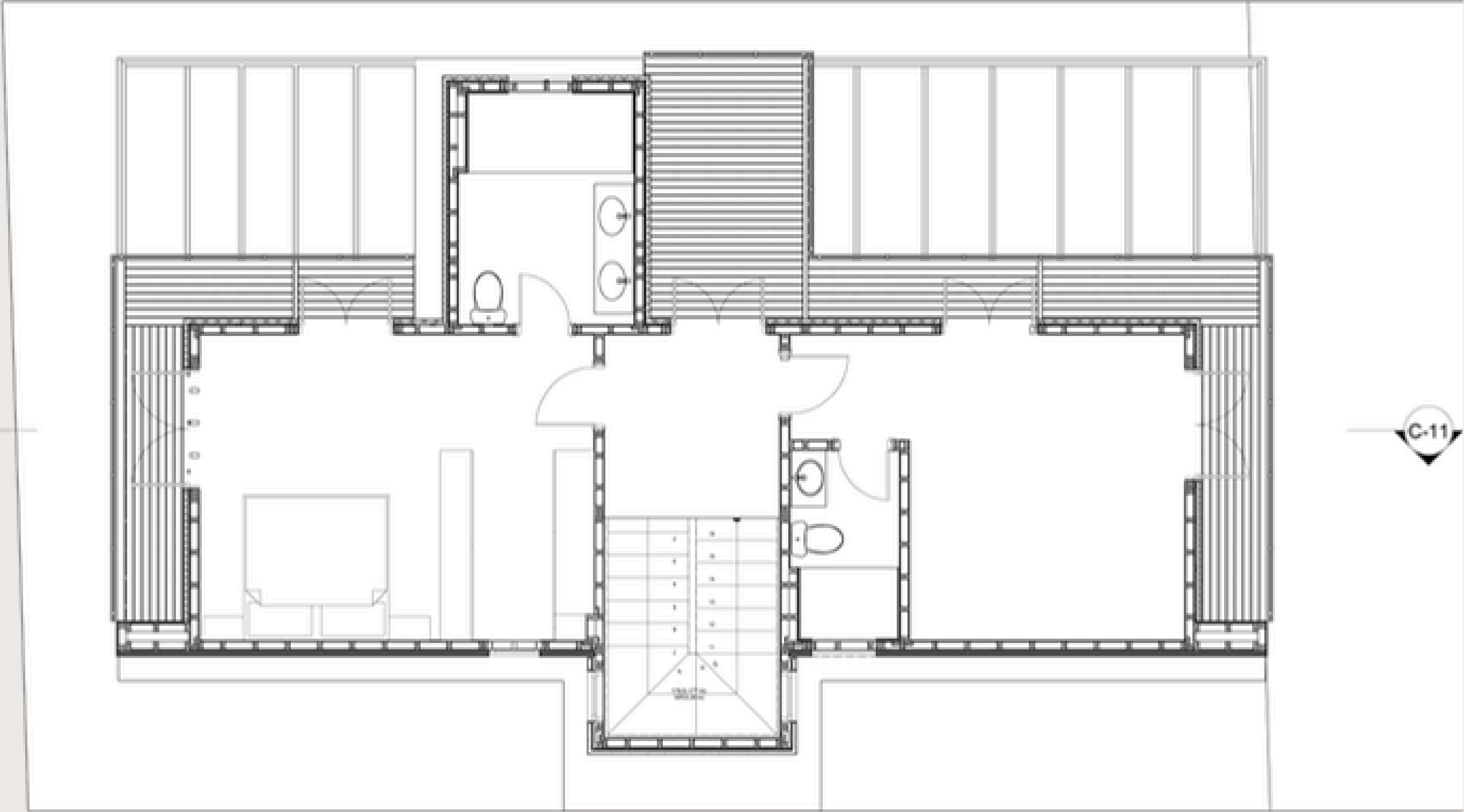
C-11



PLANTA BAIXA TÉRREO 1:50

C-10

C-10



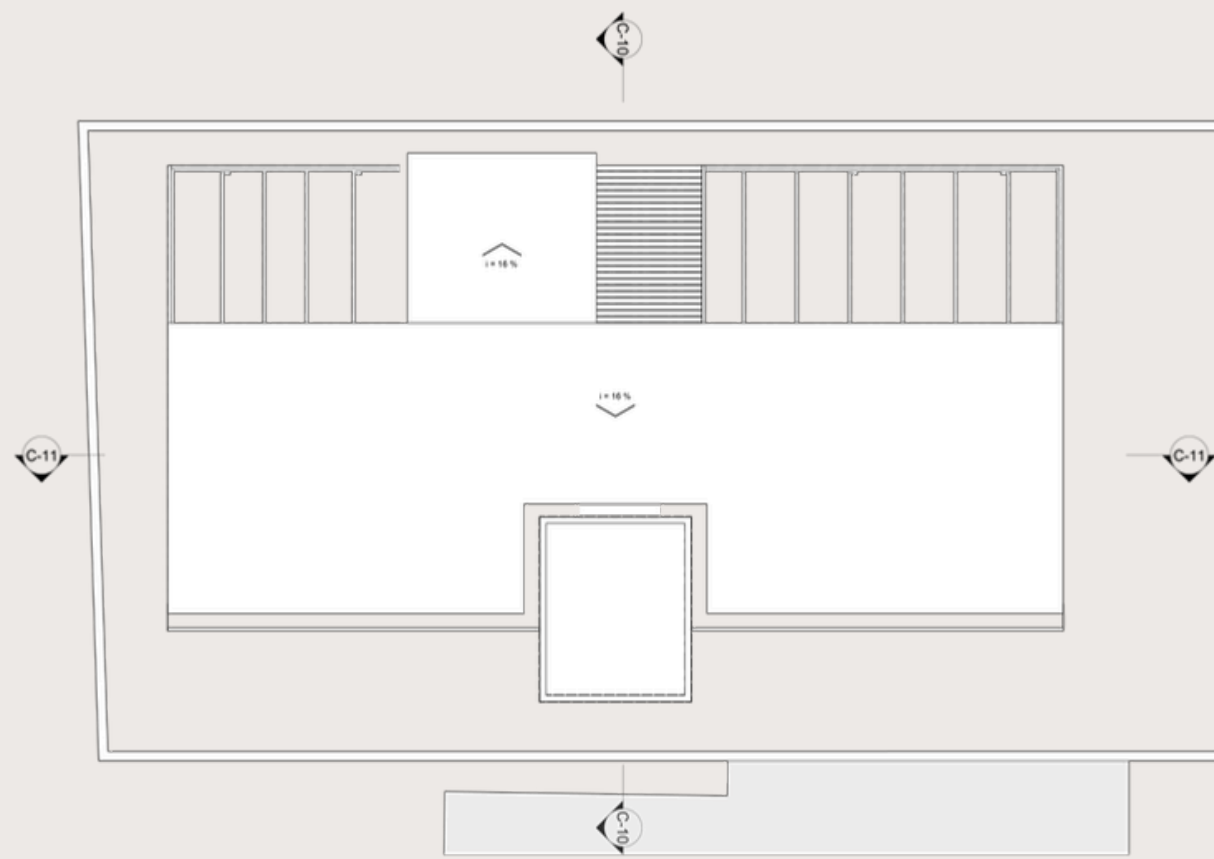
C-11

C-11

C-10

PLANTA BAIXA SEGUNDO PAVIMENTO 1:50

Desenvolvimento do Projeto



IMPLANTAÇÃO

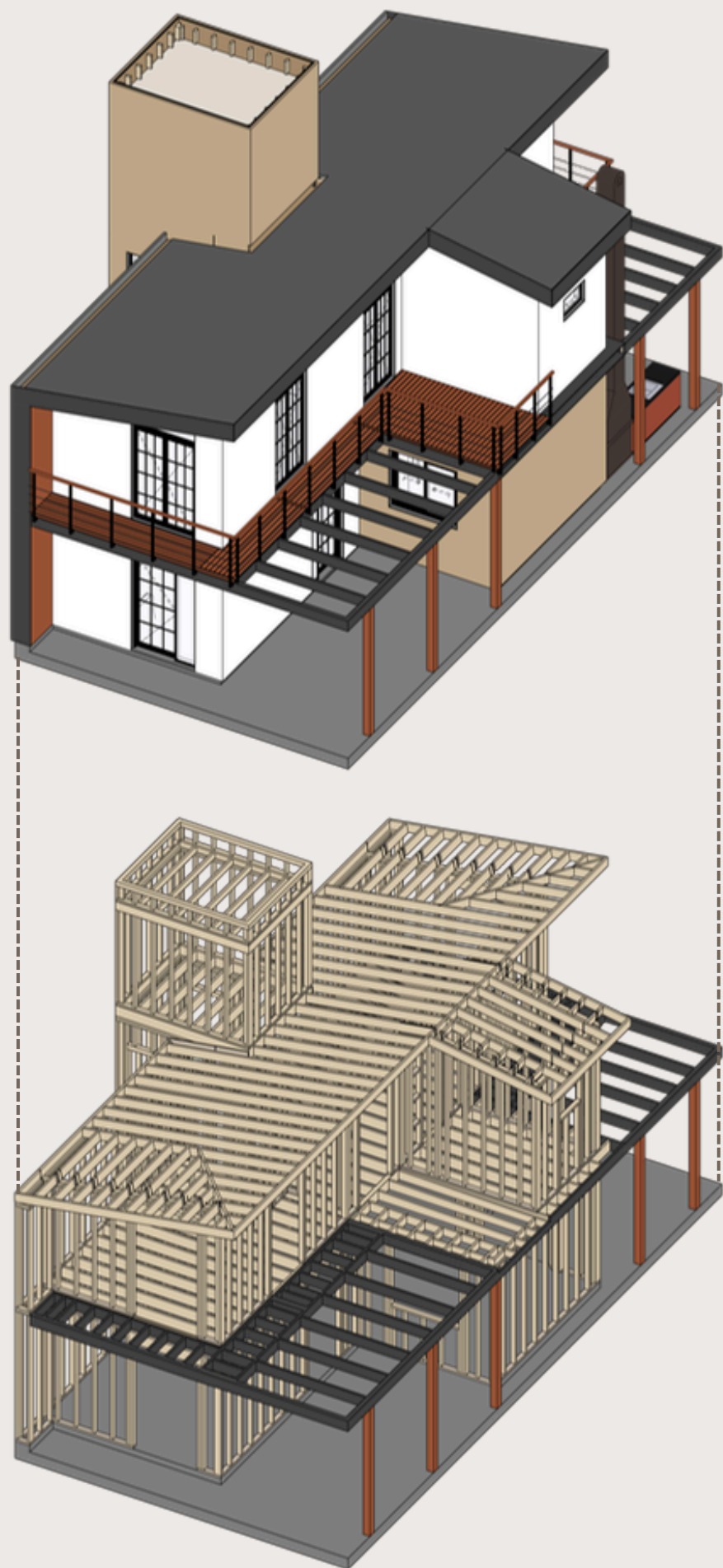


CORTE 10



CORTE 11

Desenvolvimento do Projeto



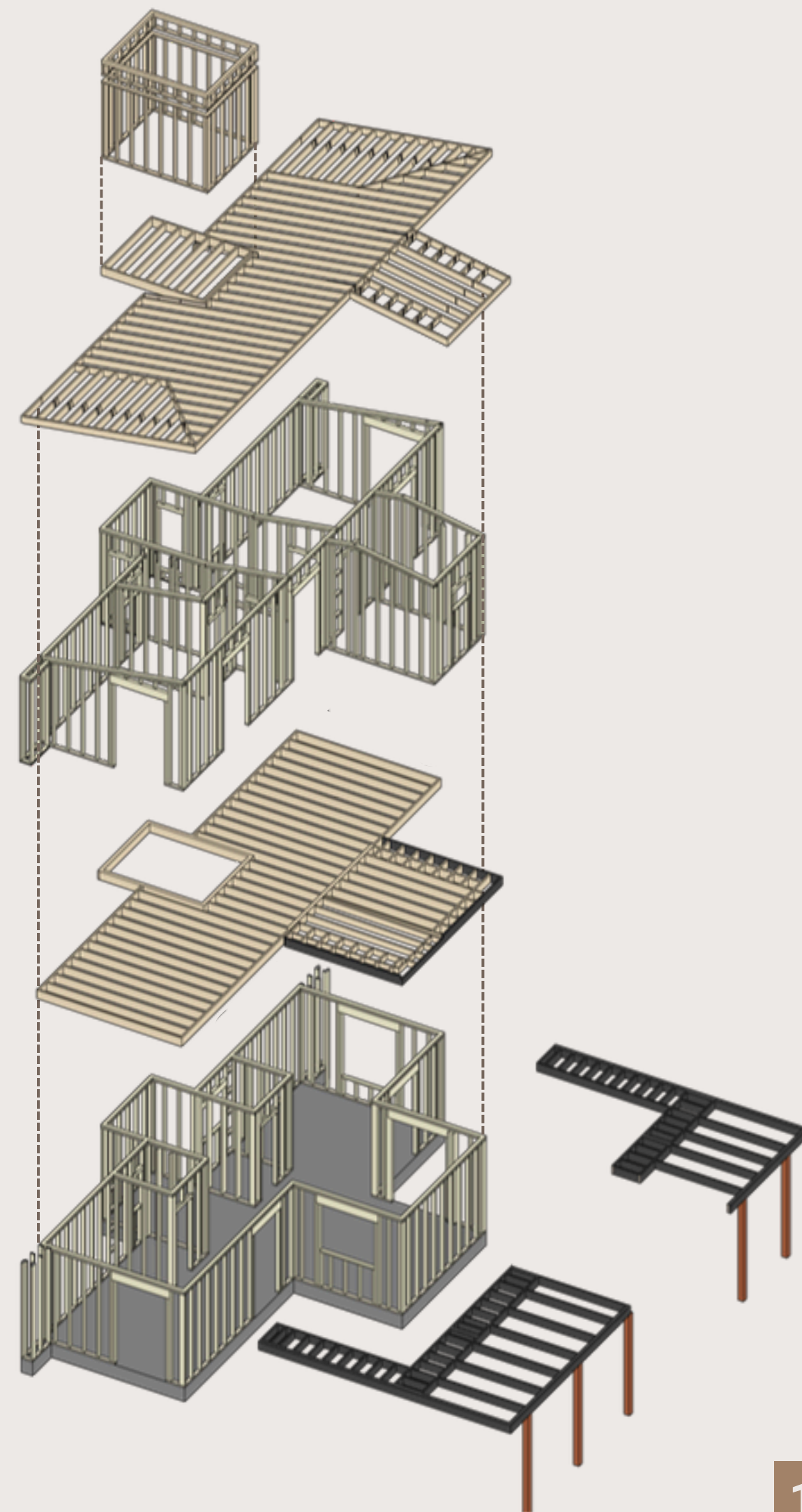
O pré dimensionamento para o lançamento estrutural desta residência foi realizado com o auxílio da norma brasileira NBR 16.936, assim como de normas e documentos internacionais, como o Wood Frame Construction Manual 2024 da American Wood Council, o 2024 International Residential Code da International Code Council, considerando a utilização de do Pinus autoclavado.

As peças de madeira que serão utilizadas para fins estruturais deverão ser submetidas ao processo de classificação visual, conforme NBR 7190:2022.

Além disso, deverão obedecer às diretrizes da Tabela 1 - Requisitos para caracterização dos materiais e componentes da NBR 16.936:2023.

Já para o sistema de contraventamento, as chapas deverão obedecer à Tabela 2 - Requisitos mínimos para chapa de compensado estrutural e à Tabela 3 - Requisitos mínimos para chapas de OSB.

Os elementos de fixação deverão obedecer ao item 5.5 Elementos de fixação da NBR 16.936:2023.

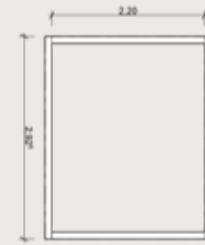


Desenvolvimento do Projeto

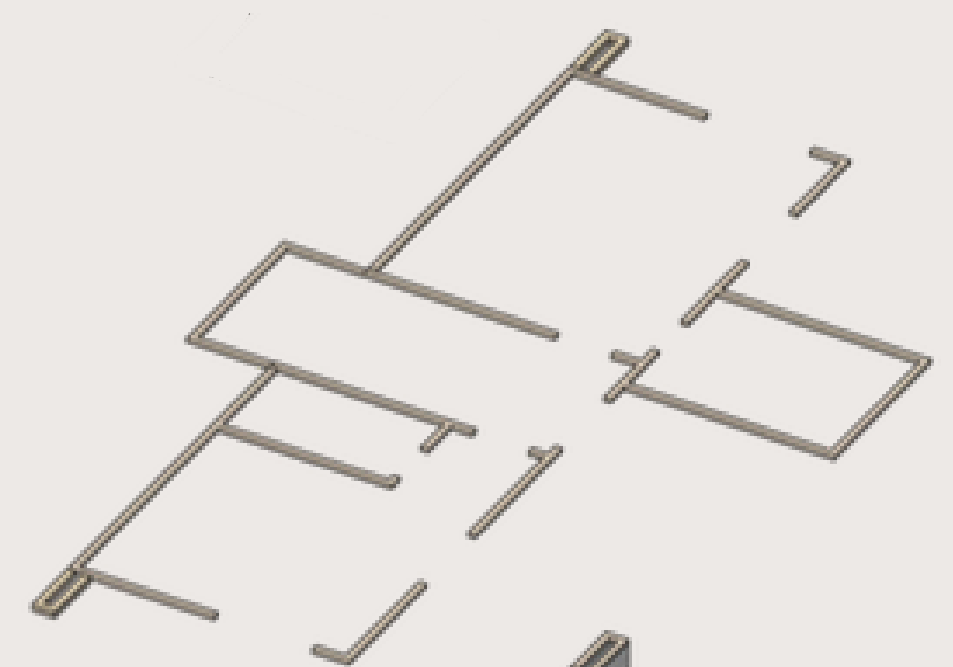
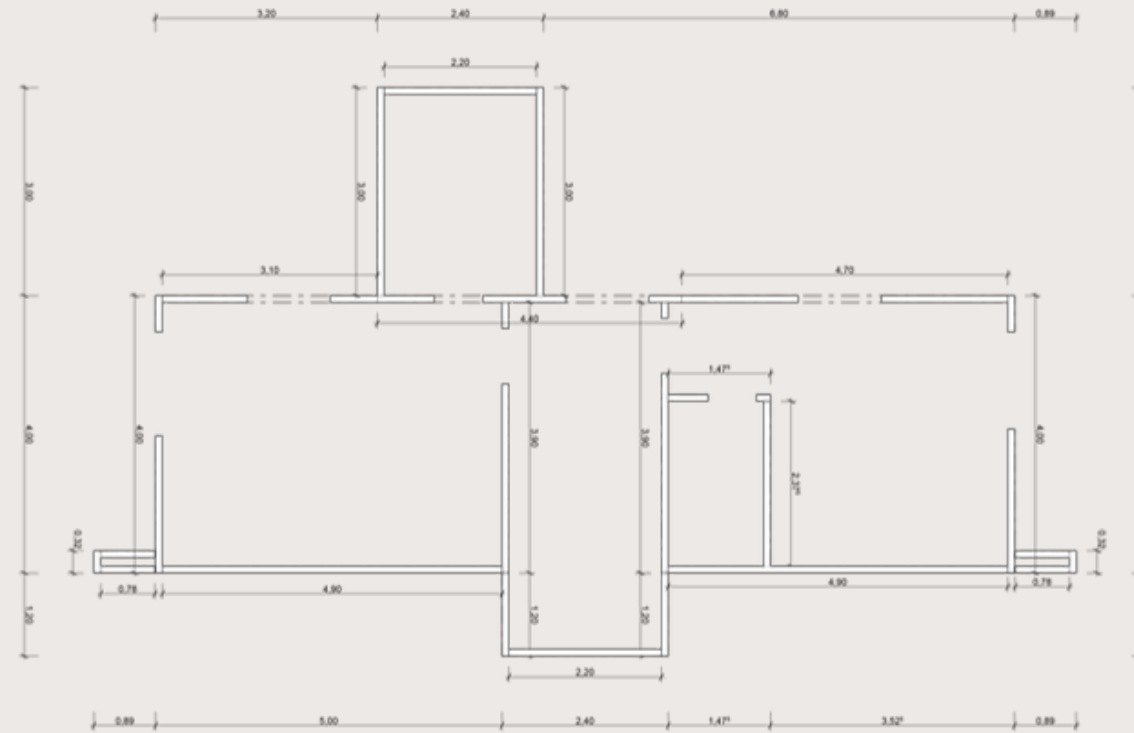
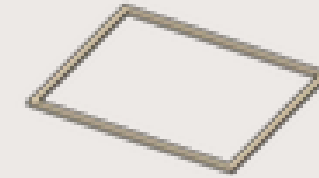
Durante o lançamento estrutural, além de obedecer às normativas brasileiras e estrangeiras, a posição e dimensões dos elementos foram ajustadas para se obter um equilíbrio entre a proposta inicial arquitetônica e o melhor aproveitamento dos materiais, trazendo maior agilidade para a obra e diminuindo a geração de resíduos.

Para a modelagem das travessas inferiores, as dimensões dos ambientes foram ajustadas, deslocando as paredes para compatibilizar com a modulação de 40 cm quando foi possível. Dessa forma, se obtém um melhor aproveitamento do material, diminuindo a quantidade de cortes na instalação das placas de contraventamento.

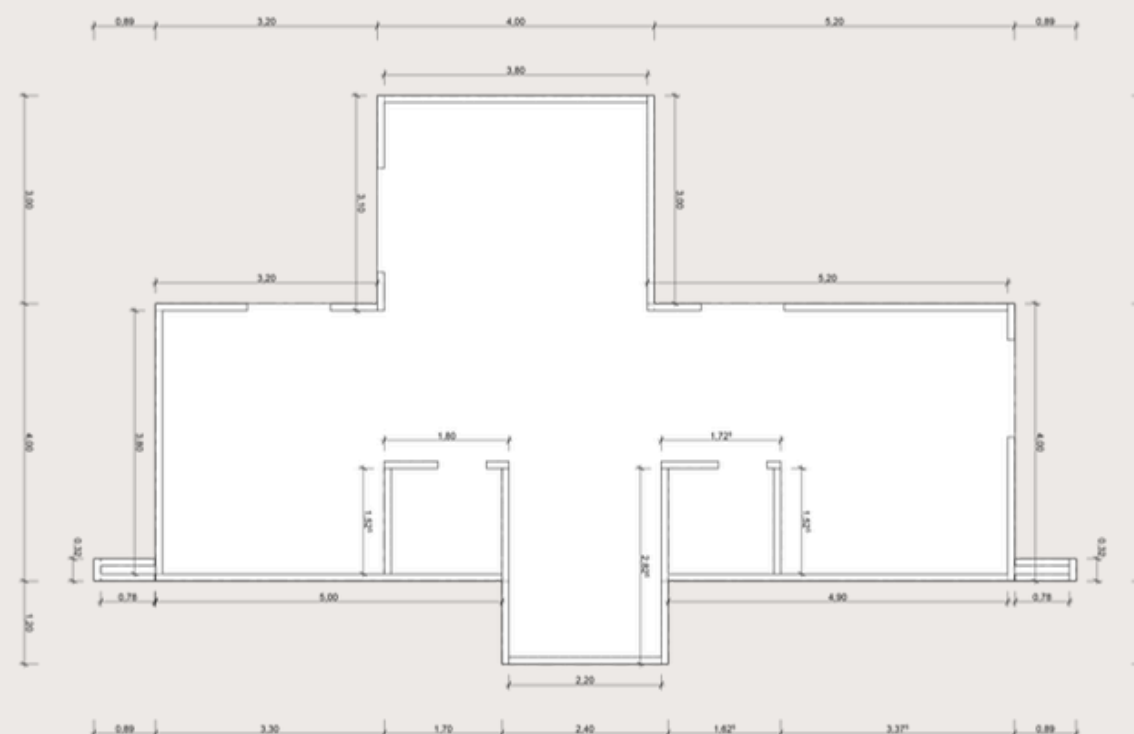
Outro ponto de atenção dedicado no lançamento das travessas, foi a divisão das paredes em painéis de até 5 metros de comprimento, adicionando montantes nos pontos de divisão para realizar a amarração. Este ajuste está relacionado ao processo de montagem da parede, o qual se dá primeiro no plano horizontal e depois ela é colocada na vertical. Por meio desta divisão, se logra uma maior facilidade no tombamento da parede por meio da redução do peso do painel.



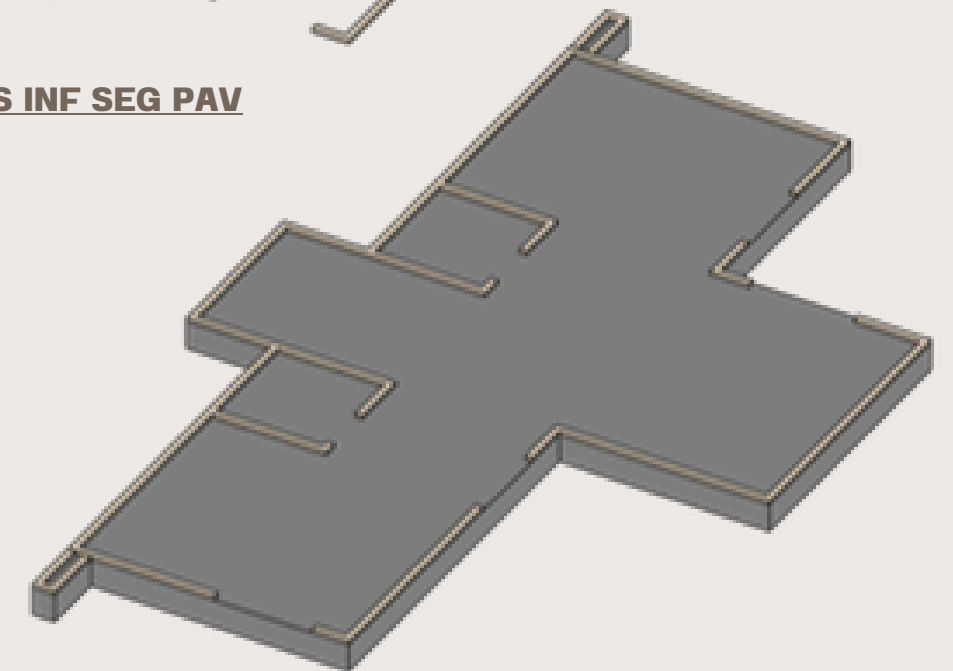
TRAVESSAS INF RESERV SUP



TRAVESSAS INF SEG PAV



TRAVESSAS INF TÉRREO



Desenvolvimento do Projeto

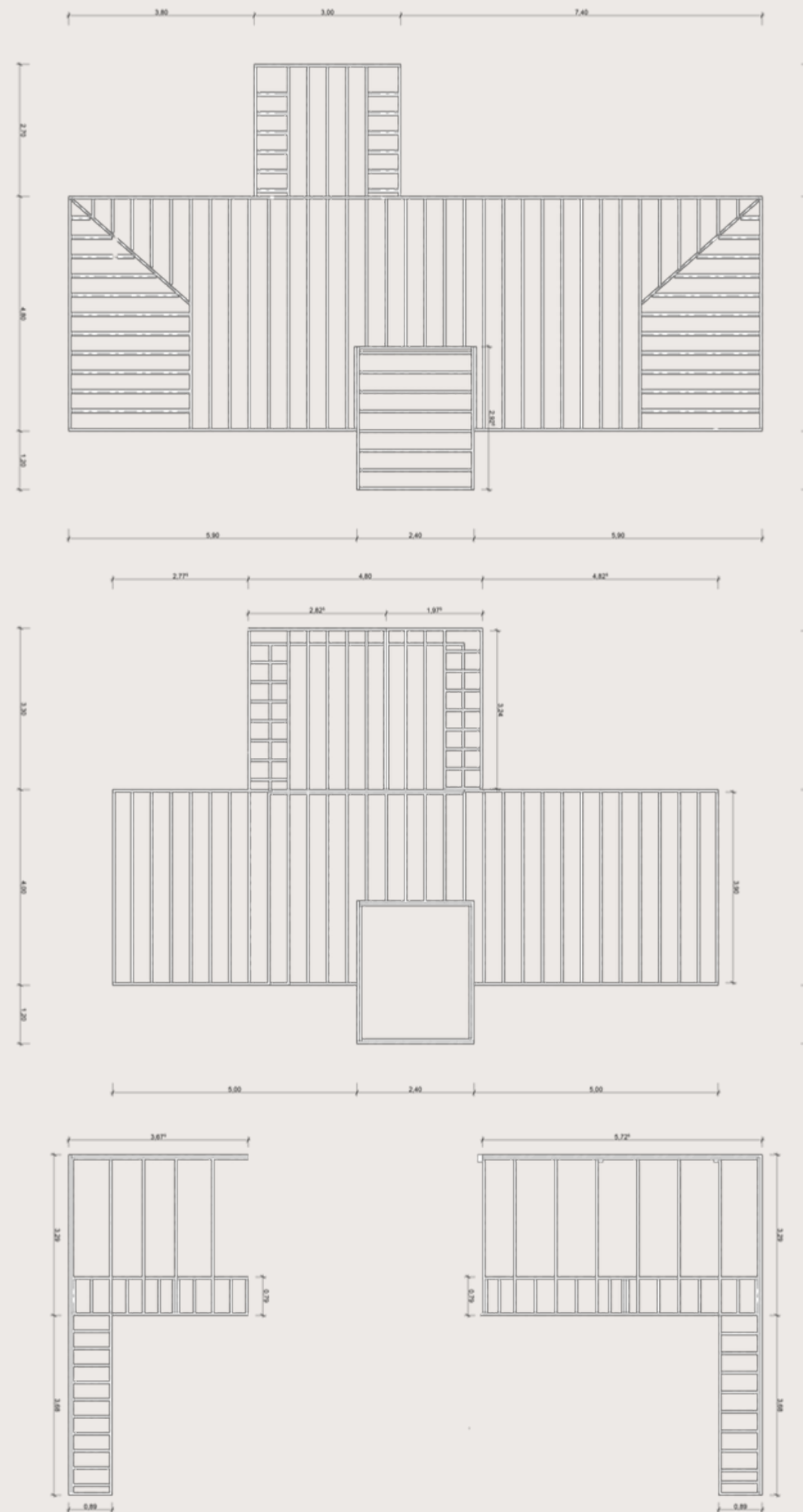
Outra otimização realizada foi relacionada ao comprimento das peças estruturais. A partir das dimensões comercializadas pelas madeiras, os elementos estruturais foram lançados visando obter o melhor aproveitamento destas peças, além de buscar uma padronização nas dimensões utilizadas.

O dimensionamento dos barrotes foi baseado na tabela 2.7A e B do WFCM 2024, considerando o uso do pavimento e seu vão. Para o segundo andar, foram definidas seções transversais de 5x25 @40 cm para o piso dos ambientes internos e 5x15 @40 cm para o piso da sacada acima da cozinha, viabilizando um rebaixo para a execução do caimento necessário.

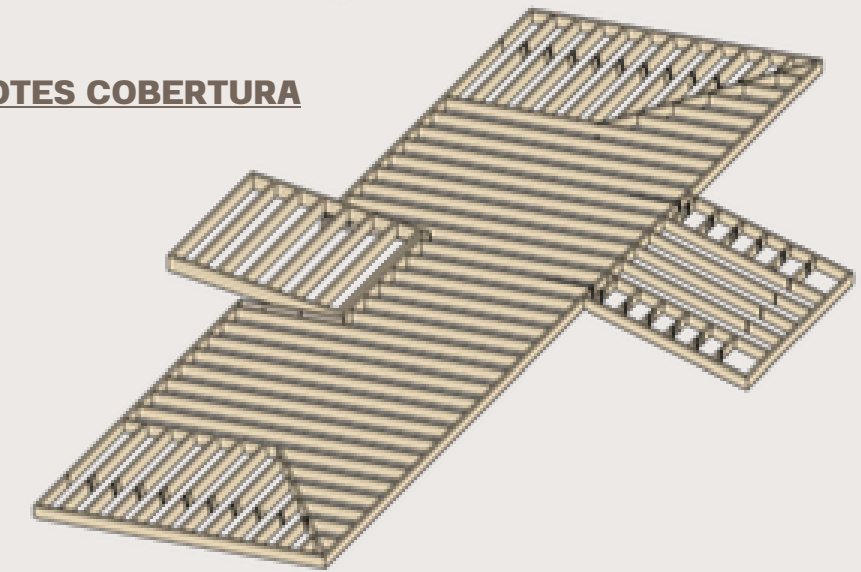
Já na cobertura, foi utilizado barrotes com seção de 5x20 cm @ 40 cm.

O dimensionamento das vergas foi realizado conforme a tabela R602.7 do IRC 2024, adotando seções de 5x15 a 5x25, segundo o andar que a verga está situada e o vão da esquadria.

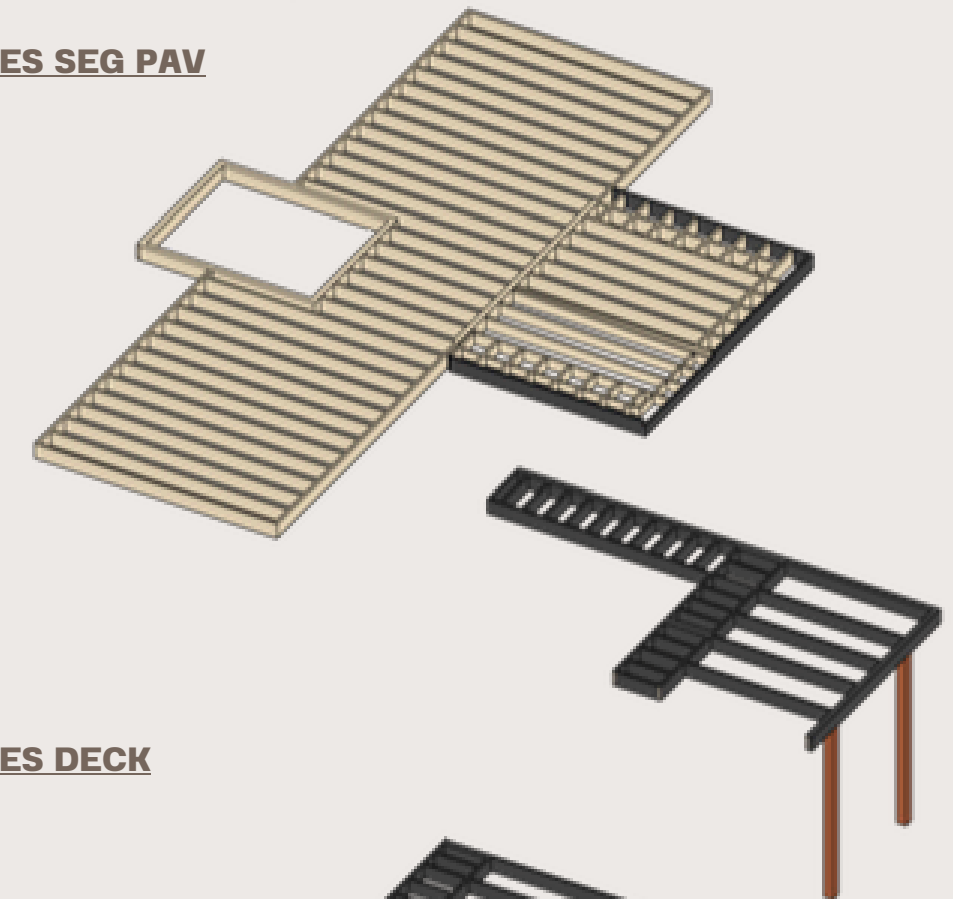
Já a quantidade de umbrais nas aberturas foi dimensionado conforme as orientações do WFCM 2024, adotando uma quantidade total igual ou maior à quantidade de montantes que foram removidos na abertura.



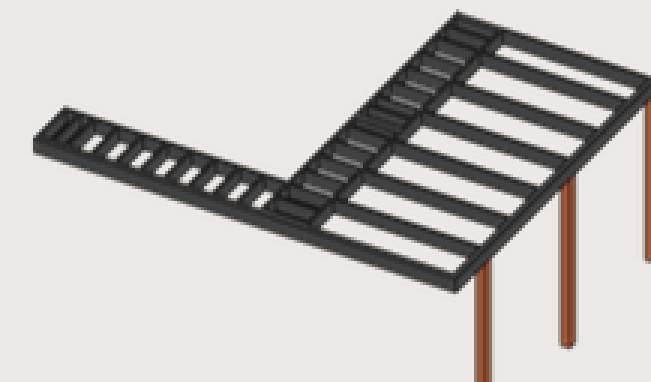
BARROTES COBERTURA



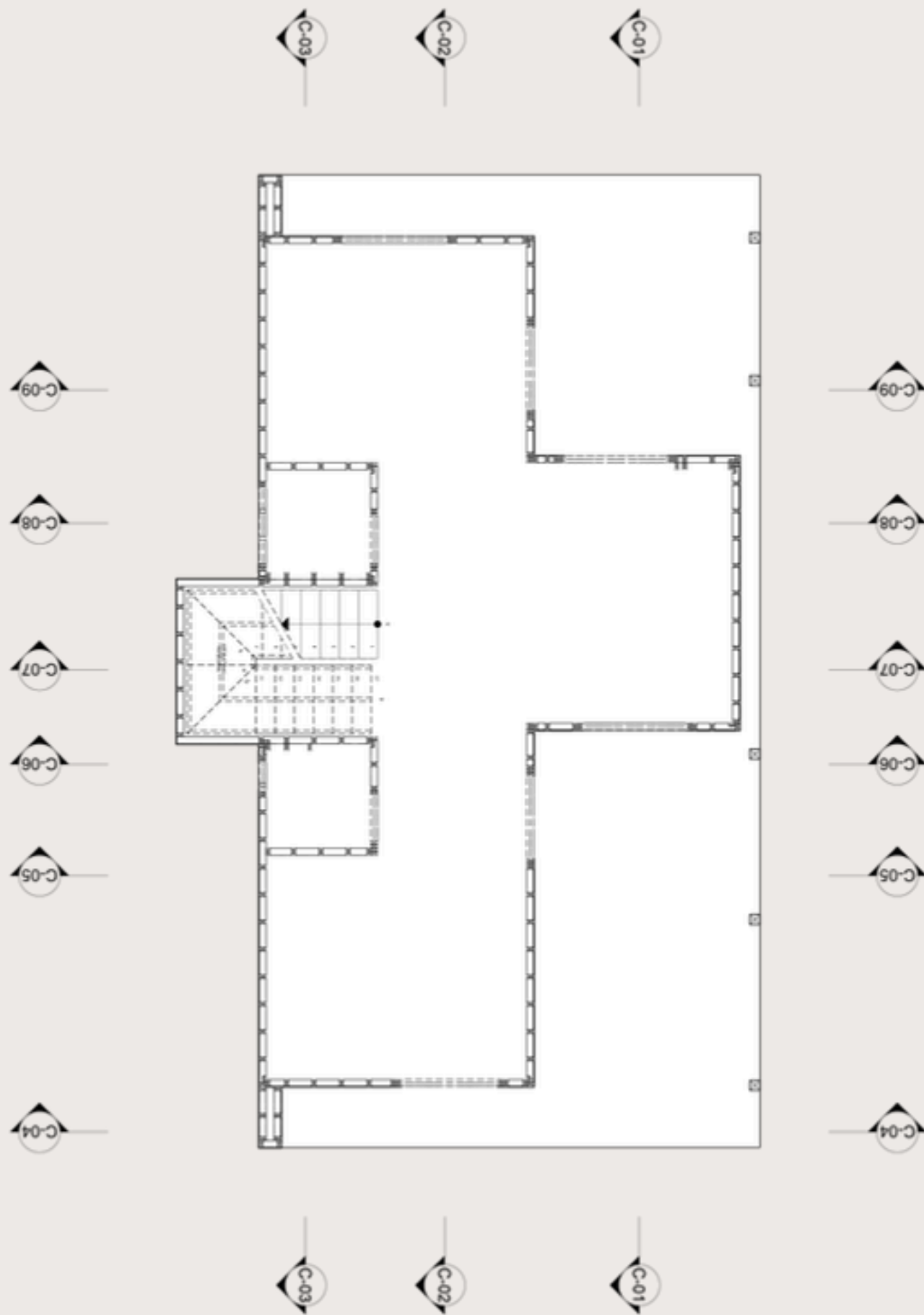
BARROTES SEG PAV



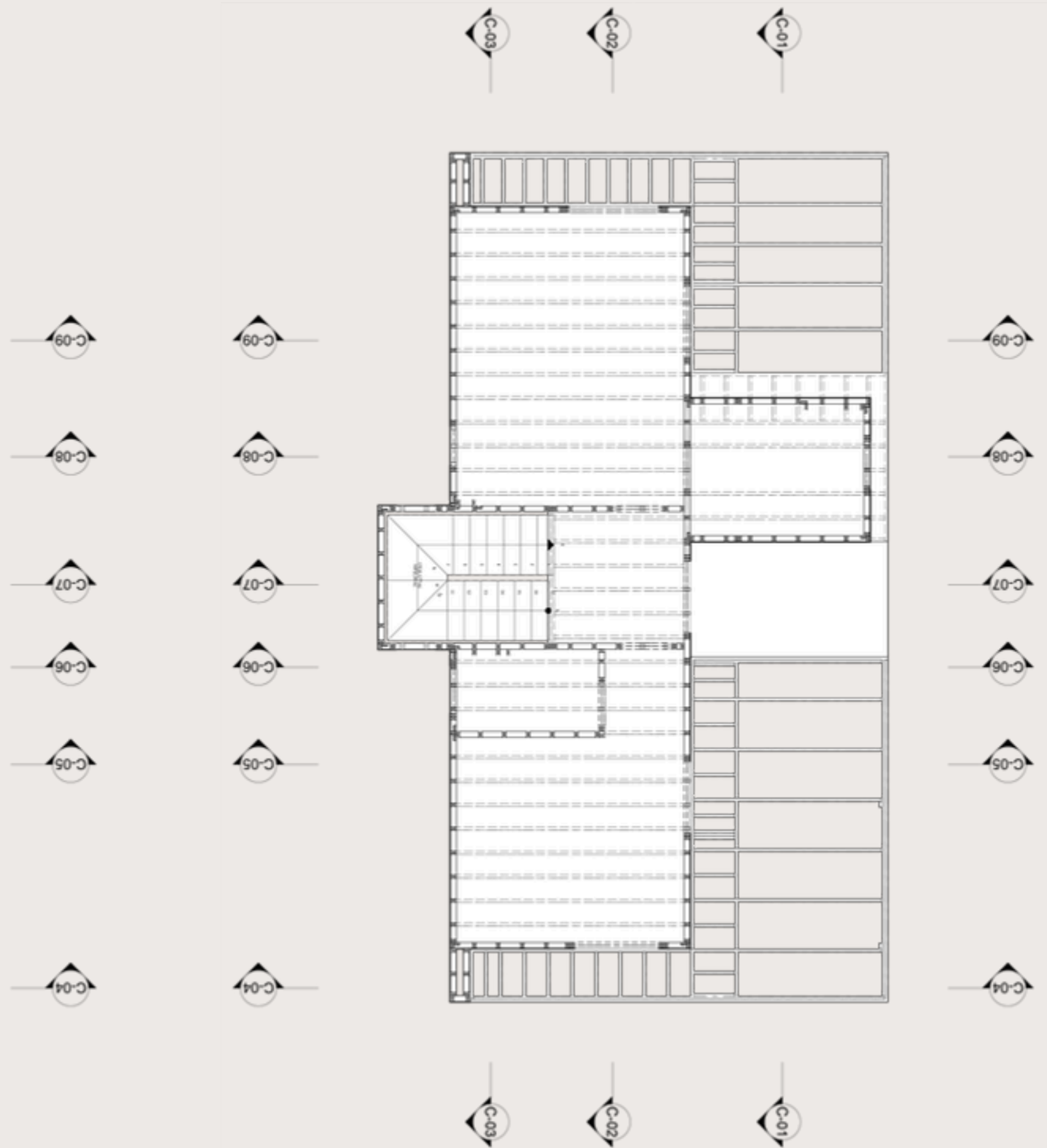
BARROTES DECK



Desenvolvimento do Projeto



TÉRREO ESTRUTURAL



SEG PAV ESTRUTURAL



CORTE 01

A dimensão dos montantes de 5x10 cm e espaçamento de 40 cm foi definido conforme a tabela R602.3(5) do IRC 2024.

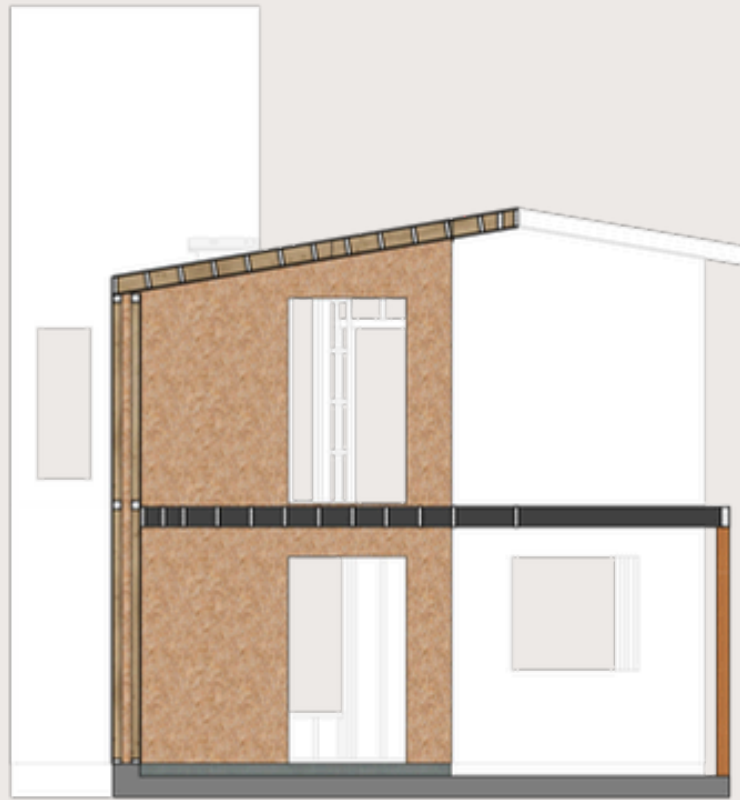
O sistema de contraventamento foi baseado no Form SR-102: Método simplificado da APA com plaqueamento contínuo de chapas de 12mm, utilizando pregos de 17x27 a cada 10 cm nos perímetros e 30 cm no centro



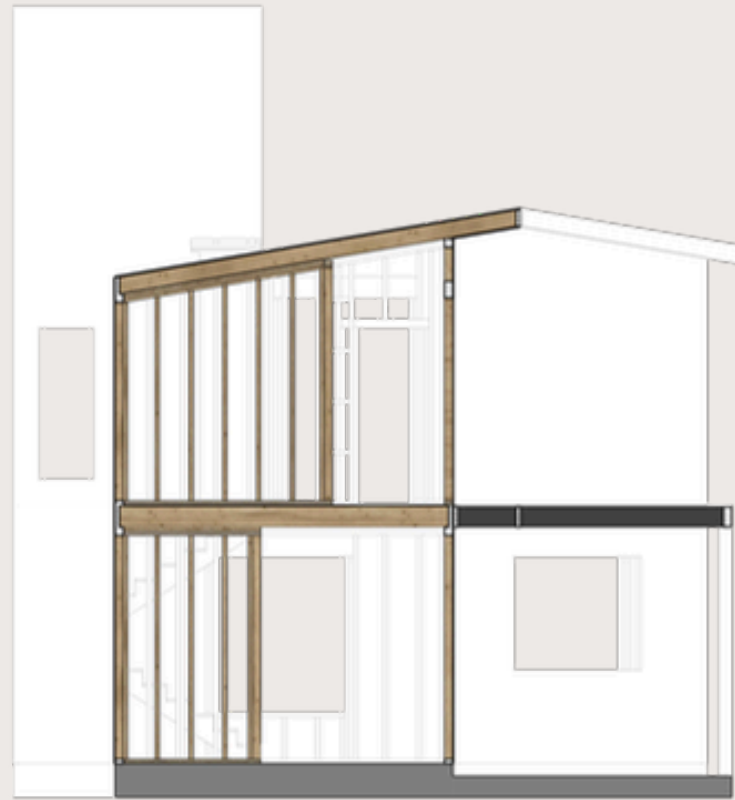
CORTE 02



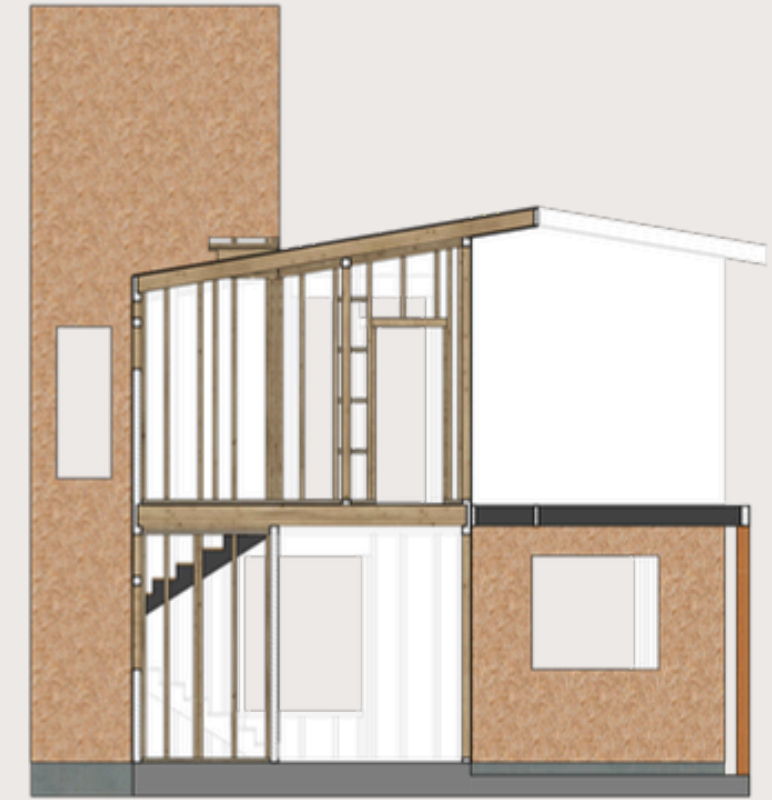
CORTE 03



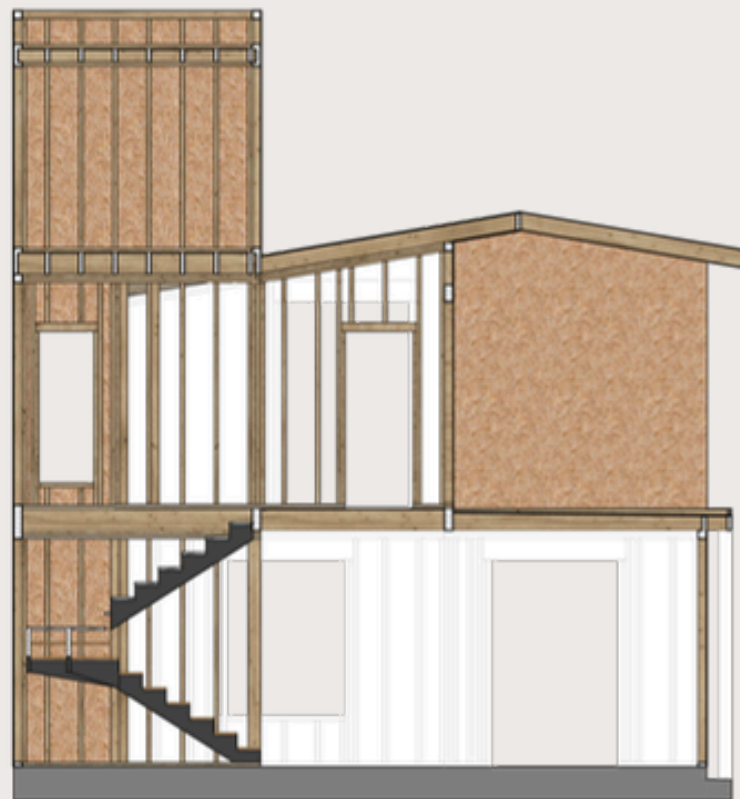
CORTE 04



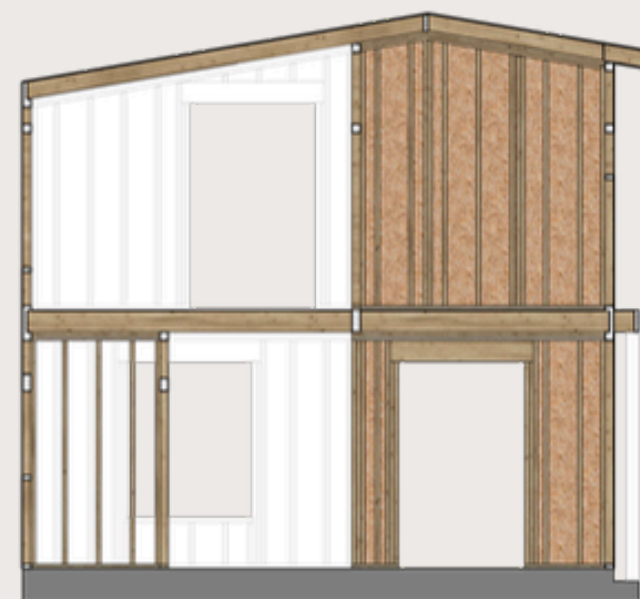
CORTE 05



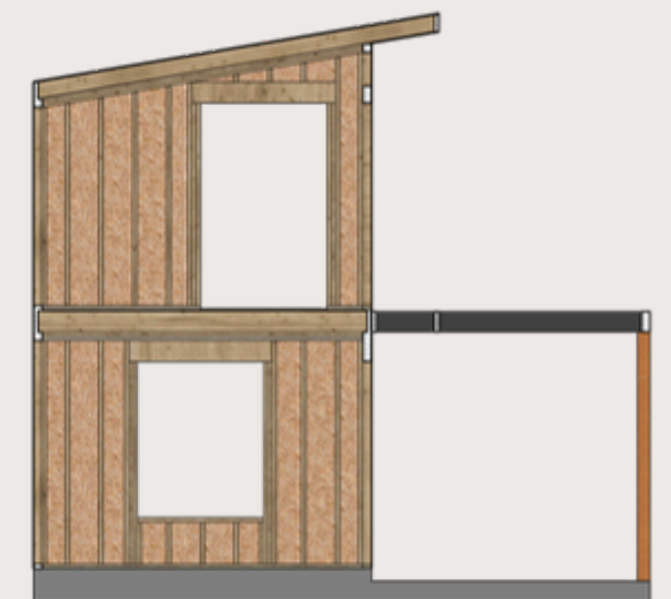
CORTE 06



CORTE 07



CORTE 08



CORTE 09

Desenvolvimento do Projeto

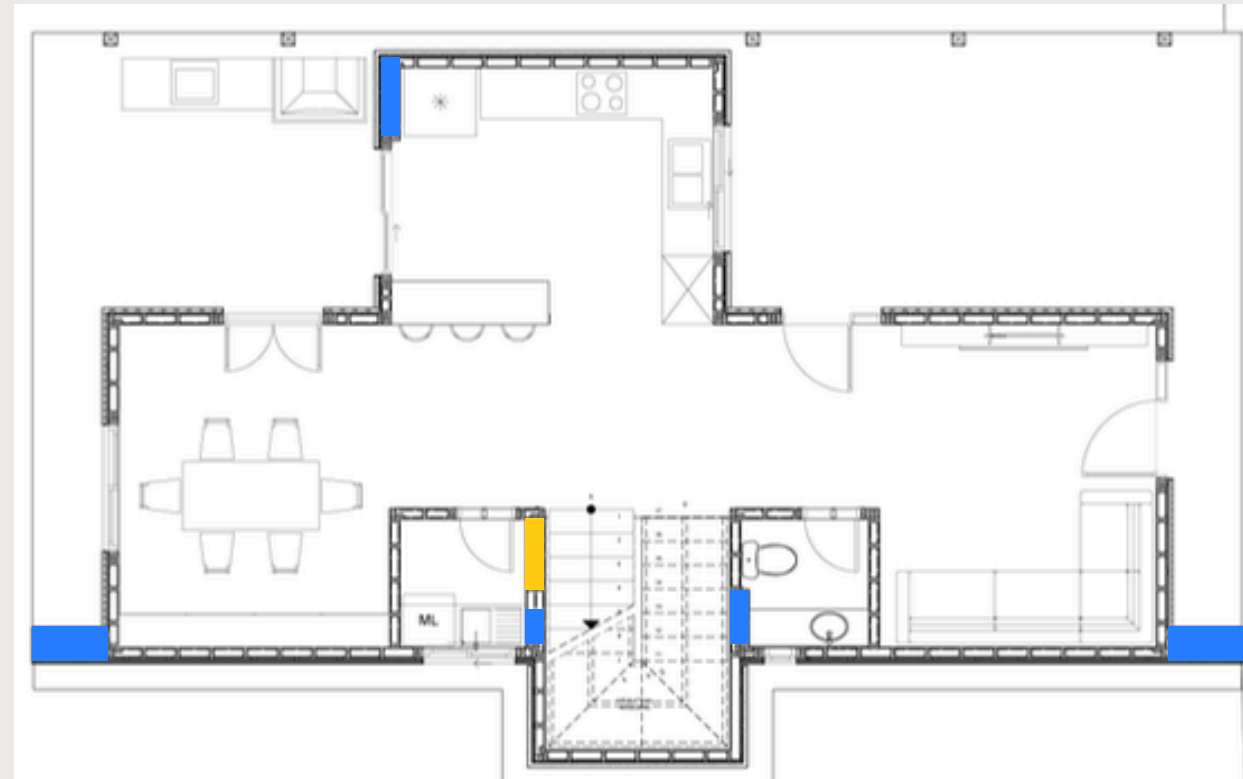
Durante o lançamento da estrutura, também foi levado em consideração as necessidades das instalações com o objetivo de prever as áreas técnicas e espaços necessários para a passagem da infraestrutura do hidrossanitário, drenagem e elétrica.

Para a drenagem da cobertura, foram alocados shafts nas laterias da escada e também no elemento arquitetônico da fachada anterior e posterior da edificação, viabilizando duas descidas para cada calha.

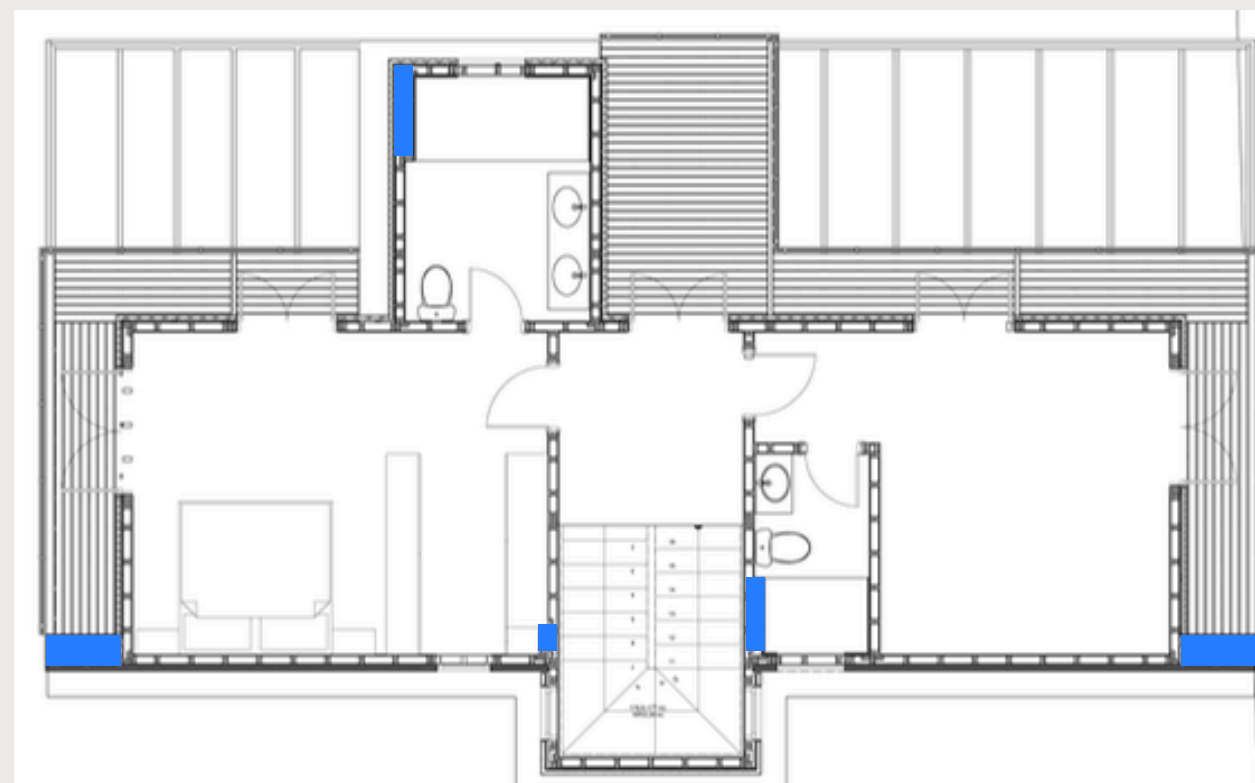
Já para as prumadas de esgoto e ventilação, foi alocado um shaft em cada ambiente com instalações hidrossanitárias, o qual também pode ser utilizado para as prumadas de água fria.

O espaço do reservatório superior foi dimensionado considerando a instalação de uma caixa d'água de polietileno com 1500 litros, com autonomia para dois dias. A altura da base do reservatório foi dimensionada para atender a 1,5 mca do ponto de consumo mais próximo. A partir do diâmetro deste reservatório, foram adicionados 30 cm de cada lado para viabilizar manutenções, além de um espaço superior de 1 metro para a limpeza.

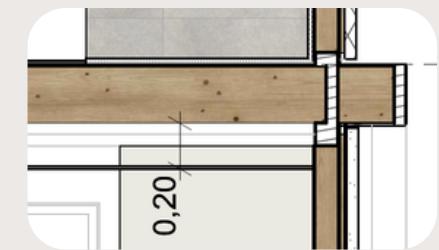
Já para as instalações elétricas, foi previsto um shaft no ambiente da lavanderia para a instalação do quadro elétrico, assegurando o espaço necessário para a saída dos eletrodutos do quadro.



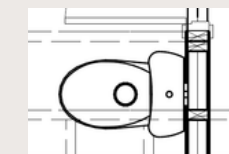
- Shaft hidrossanitário e drenagem
- Shaft quadro elétrico



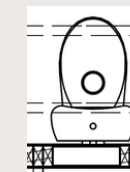
Tendo em vista a necessidade de desvios nas tubulações de esgoto dos banheiros situados no segundo pavimento, foi assegurado um espaçamento de 20 cm entre o forro e a base dos barrotes, considerando um pé direito de 2,60 no andar inferior. Tendo em vista o alinhamento das áreas molhadas entre os pavimentos, este forro tem a possibilidade de ser rebaixado para aumentar o espaçamento no entre forro, caso haja necessidade. Desta forma, os caminhamentos destas tubulações críticas são executados sem a necessidade de cortes nos elementos estruturais do piso.



O posicionamento dos vasos sanitários do segundo pavimento foram designados de forma a evitar o conflito da saída da tubulação com os barrotes do piso.



Bacia suíte master



Bacia suíte junior

Nos casos onde uma tubulação ou eletroduto precise se deslocar através dos montantes, os furos a serem realizados deverão respeitar as diretrizes estabelecidas pela NBR 16.936.

Desenvolvimento do Projeto

VEDAÇÕES VERTICAIS

Foram projetados três sistemas de vedações verticais neste projeto para atender aos padrões de acabamento externos definidos no arquitetônico.

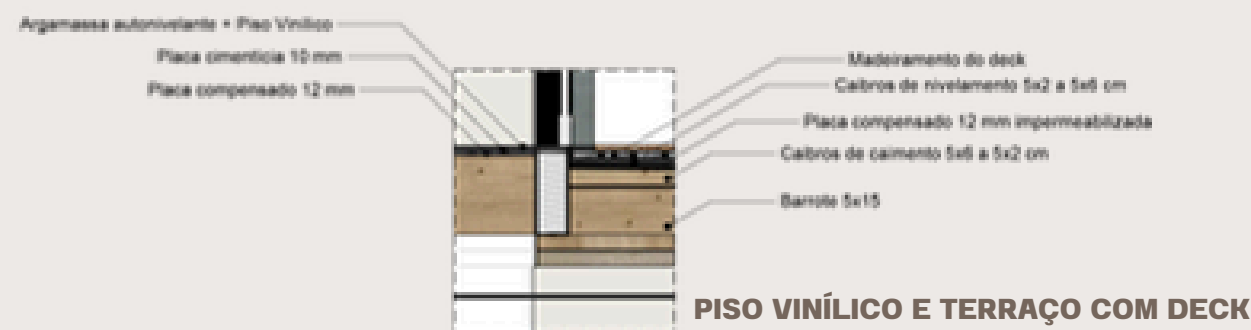
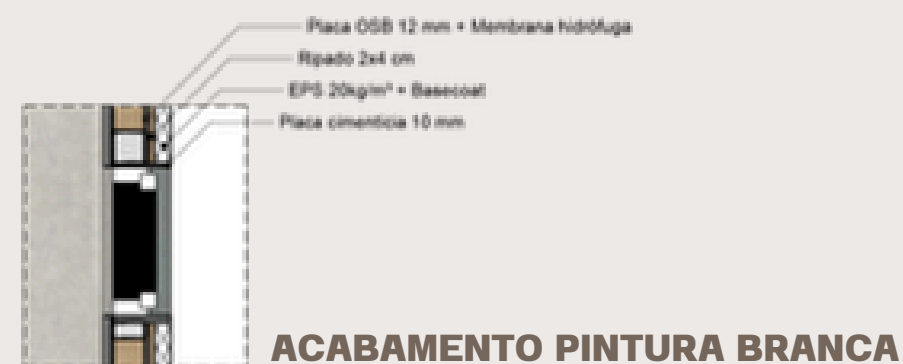
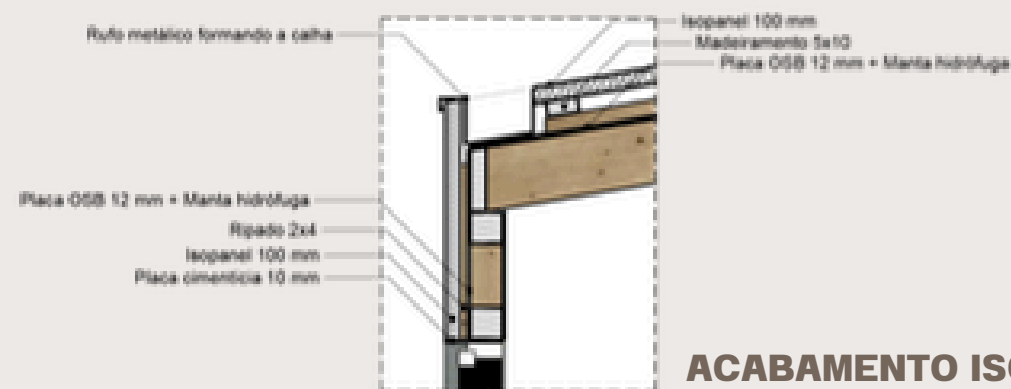
Esses três sistemas compartilham da mesma base, sendo esta composta pelas placas de contraventamento em OSB de 12 mm + uma camada de manta hidrófuga, definida pela NBR 16936 e especificada através do IRC 2024 com 5 permes e Sd menor ou igual a 0,35.

Tendo em vista que esta manta hidrófuga será perfurada para realizar a fixação do acabamento externo, foi projetado um ripado em madeira de pinus autoclavado de seção 2x4 cm entre a manta e o acabamento. Dessa forma, é criado um afastamento que permite o escoamento da água que possa passar a camada de acabamento, impedindo uma possível pressão hidrostática sobre a manta.

Além disso, este afastamento possibilita uma camada de ar que melhora a dissipação da umidade acumulada pela camada de acabamento, tendo em vista que uma delas é com pedra natural, a qual tem grande retenção de água.

Em todas as paredes, foi projetado o preenchimento do espaço entre os montantes com 50 mm de lã de rocha ou material similar, com o objetivo de aumentar o desempenho termoacústico das vedações.

No contorno das aberturas, foi projetado a instalação de placas cimentícias, de forma que possa ser realizado o acabamento no encontro com a camada externa e viabilizar a compatibilização da largura final da vedação.



VEDAÇÕES HORIZONTAIS

Para o sistema de vedações horizontais também foram projetados três sistemas, atendendo às solicitações de uso dos ambientes e acabamentos estéticos.

O primeiro sistema é o do pavimento térreo, composto pela base sendo uma laje do tipo radier, a qual deve ser concretada sobre uma lona de polietileno para impedir a condução da umidade do solo por capilaridade e a degradação das travessas inferiores. Estas últimas podem ser fixadas na laje com chumbadores mecânicos, químicos ou por barras rosqueadas instaladas no momento da concretagem da laje. Entre a laje e as travessas, deverá ser instalado uma manta acústica de polietileno de forma a vedar possíveis frestas.

Sobre a laje do térreo, foi projetado um contrapiso com o assentamento de porcelanato 60x60.

Para o segundo pavimento, foi projetado um acabamento em piso vinílico, o qual será instalado sobre uma camada de argamassa autonivelante. Esta por sua vez, deverá ser aplicada sobre uma placa cimentícia, parafusada por cima do compensado do piso.

Já na cobertura, foi proposto um sistema com isopanel de 100 mm, o qual contorna também para a parede lateral. Este é fixado sobre um madeiramento, o qual permite uma camada de ar para escoamento de possíveis infiltrações e viabiliza a altura necessária para a calha embutida.

- AMERICAN WOOD COUNCIL.** *Wood frame construction manual for one- and two-family dwellings (WFCM)*. 2024. Leesburg, VA: American Wood Council, 2024.
- AMERICAN WOOD COUNCIL.** *Details for Conventional Wood Frame Construction*. Washington. Dc: American Forest & Paper Association, 2001. 52 p.
- APA - THE ENGINEERED WOOD ASSOCIATION.** *Advanced framing construction guide*. Tacoma, WA: APA, 2014.
- APA - THE ENGINEERED WOOD ASSOCIATION.** *APA system report 102: APA simplified wall bracing method*. Tacoma, WA: APA, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *ABNT NBR 15575 - Edificações habitacionais - Desempenho*. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *ABNT NBR 16636-1 - Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos. Parte 1: Diretrizes e terminologia*. Primeira edição. 19p., 2017a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *ABNT NBR 16636-2 - Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos. Parte 2: Projeto arquitetônico*. Primeira edição. 19p., 2017b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *ABNT NBR 16936 - Edificações em light wood frame*. Primeira edição. 51p., 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *ABNT NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira*. Rio de Janeiro, 2022.
- CENTRE TECHNIQUE DU BOIS ET DE L'AMEUBLEMENT.** *Construction à ossature bois: conception et mise en oeuvre*. Paris: Eyrolles, 1995. 236p.
- FLORIANÓPOLIS (Município).** **Lei Complementar nº 482, de 17 de janeiro de 2014**. Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Florianópolis. Florianópolis, 2014.
- IMHOF, Afonso.** *Arquitetura e Imigração Germânica: os enxaiméis na história, etnicidade e veracidade*. Disponível em <http://www.arquivohistoricojoinville.com.br/nucleos/instituicao/artigoafonso.html> >. Acesso em: janeiro de 2025.
- INTERNATIONAL CODE COUNCIL.** *International residential code (IRC)*. 2024. Washington, D.C.: ICC, 2024.
- MORAES, Poliana Dias de.** *Sistema Plataforma em madeira: coordenação modular e conectividade*. 2008. 75 f. Relatório Parcial de Pesquisa - Grupo Interdisciplinar de Estudo da Madeira, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.
- SZÜCS, Carlos Alberto et al.** *Otimização da industrialização do sistema construtivo Battistella-UFSC*. Relatório final de projeto de pesquisa. Florianópolis: Giem - Eng. Civil/UFSC. 2007.
- TILE COUNCIL OF NORTH AMERICA.** *TCNA handbook for ceramic, glass, and stone tile installation*. 2025. Anderson, SC: TCNA, 2025.