

FAPF - UEM
TCC-24/25



Trabalho de Conclusão de Curso

PLACAS DE FIBROCIMENTO INTEGRADAS AO SISTEMA LIGHT STEEL FRAME

Aplicações e Desempenho no Contexto Moçambicano

Linha Temática

Tecnologias

Supervisor :

Jaime Comiche, Arq.

Candidato

Dário Queziasse Office



DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro, para os devidos efeitos, que o presente Trabalho de Conclusão do Curso de Arquitectura e Planeamento Físico, submetido como requisito para a obtenção do grau de Licenciatura, é da minha autoria. O trabalho resulta de pesquisas realizadas ao longo do processo académico, bem como da aplicação dos conhecimentos adquiridos durante o curso. Declaro ainda que todas as fontes externas consultadas foram devidamente referenciadas, e que estou ciente de que a cópia ou o plágio configuram infrações à ética académica, podendo acarretar sanções disciplinares e legais.

TERMO DE APROVAÇÃO

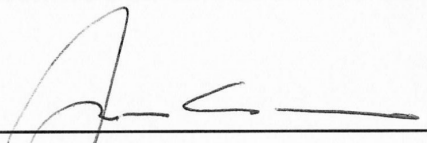
Dário Queziasse Office

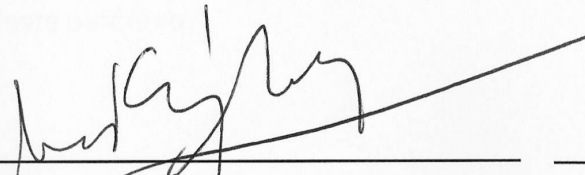
Placas de Fabricimento integradas ao sistema Steel Frame

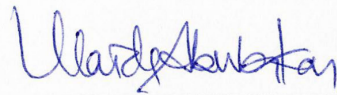
Monografia submetida ao júri, designado pela Coordenação do TCC da Faculdade de Arquitectura e Planeamento Físico da Universidade Eduardo Mondlane, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Licenciado em Arquitectura e Planeamento Físico.

Monografia aprovada em: Maputo, 9 Junho de 2025.

Por:


Mestre Jaime Comiche, Arq.
FAPF - Universidade Eduardo Mondlane


Mestre Arif Mussagy, Arq.
FAPF - Universidade Eduardo Mondlane


Mestre Claida Abubakar, Arq.
FAPF - Universidade Eduardo Mondlane



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu irmão Big Office e à sua esposa Rosilda Big, pelo incansável apoio e pelo investimento ao longo de todo este percurso. Estendo igualmente a minha gratidão à minha família em geral, pelo suporte e encorajamento constantes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pela saúde, força e disposição que me permitiram chegar até esta etapa importante da minha vida. À minha família, pelo apoio constante e incondicional ao longo de toda a jornada. Estendo os meus agradecimentos aos amigos e colegas que, directa ou indirectamente, contribuíram com incentivo e partilha de conhecimento ao longo deste percurso.

RESUMO

Este trabalho analisa a viabilidade da aplicação do sistema construtivo Light Steel Frame (LSF), associado ao uso de placas de fibrocimento, no contexto moçambicano. Numa realidade marcada por vulnerabilidades estruturais, fenómenos climáticos extremos e um mercado de construção predominantemente artesanal, o LSF surge como uma alternativa leve, resistente, sustentável e de rápida execução. A investigação foi orientada por uma revisão bibliográfica, estudo de casos relevantes, entrevista técnica e desenvolvimento de um protótipo arquitectónico. Os resultados evidenciam vantagens técnicas e económicas do sistema, nomeadamente em termos de desempenho térmico, acústico e estrutural, bem como da sua adaptabilidade às condições locais. Conclui-se que, embora existam desafios ligados à aceitação cultural e à qualificação profissional, o sistema tem grande potencial para revolucionar a construção em Moçambique num futuro próximo.

Palavras-chave: Light Steel Frame, fibrocimento, Moçambique, construção sustentável, tecnologia construtiva.

ABSTRACT

This study assesses the feasibility of applying the Light Steel Frame (LSF) construction system, combined with fibre cement boards, within the Mozambican context. Faced with structural vulnerabilities, extreme climate events and a predominantly artisanal construction market, LSF emerges as a lightweight, durable, sustainable and rapidly deployable alternative. The research methodology includes literature review, relevant case studies, technical interviews and the design of an architectural prototype. The findings highlight the system's technical and economic advantages, particularly regarding thermal, acoustic and structural performance, as well as its adaptability to local conditions. Despite cultural and training challenges, the LSF system holds strong potential to transform Mozambique's construction landscape in the near future.

Keywords: Light Steel Frame, fibre cement, Mozambique, sustainable construction, building technology.



ESTRUTURA

01

INTRODUÇÃO

Motivação

Objectvos

Metodologias

02

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Introdução ao sistema Light Steel Frame

Historia e Evolução

Características do sistema steel framing

Tecnologia envolvida na produção e Aplicações

Modos de construção e fundações

Materiais De Fechamento Do Invólucro

Tipos de Materiais: Placas de (OBS), Placas de fibrocimento/comentícias e Placas de Gesso)

Ligações e montagem

Isolamento termo acústico

Normas e Diretrizes

Vantagens e Desvantagens

Análise de Fechamentos Perimetrais

03**CASOS DE ESTUDO**

OBRA TRANSFORMADORA
Instituto Dona Ana Rosa

PARA VENCER O TEMPO
Vila Olímpica, Maputo

04**PROTÓTIPO**

Estrutura Administrativa
do Bairro Bagamoyo

Processo Construtivo

05**NOTA CONCLUSIVA**

Estimativa de Custo
Conclusão

Considerações Finais
Referências Bibliográficas

INTRODUÇÃO

Introdução e relevância do Sistema Light Steel Frame na Arquitetura e no Planeamento Físico

O Light Steel Frame (LSF) é um sistema construtivo moderno, baseado no uso de perfis de aço galvanizado e materiais leves e eficientes. Este sistema tem-se destacado globalmente na arquitectura e no planeamento físico pela sua elevada resistência, rapidez na execução e capacidade de adaptação a diferentes condições climáticas e geográficas.

Em Moçambique, fenómenos climáticos extremos, como ciclones e inundações, particularmente nas regiões norte e sul do país, têm causado prejuízos significativos às infraestruturas e habitações. Neste contexto, o sistema LSF surge como uma solução eficaz, resistente e leve, que permite uma resposta rápida e organizada em situações de emergência e reconstrução. Estas características tornam-no ideal para projectos habitacionais sustentáveis e de larga escala, contribuindo para o desenvolvimento resiliente e eficiente do sector da construção.

Este trabalho visa, assim, avaliar a viabilidade da implementação do sistema LSF aliado ao uso de placas de fibrocimento no contexto moçambicano, analisando as suas vantagens, limitações e potencial de aplicação a médio e longo prazo. A investigação procura responder à seguinte questão central:

Em que medida o sistema Light Steel Frame, combinado com placas de fibrocimento, pode constituir uma solução construtiva eficiente, sustentável e adaptada às condições sociais, económicas e climáticas de Moçambique?



MOTIVAÇÃO

Escolha do tema e sua importância no contexto Moçambicano

A escolha deste tema resulta de um interesse pessoal em investigar soluções construtivas inovadoras que respondam às carências do sector da construção civil em Moçambique, ainda marcado por práticas essencialmente artesanais, com baixa produtividade, elevado desperdício de materiais e fraca eficiência térmica e estrutural.

O sistema Light Steel Frame, aliado ao uso de placas de fibrocimento, apresenta-se como uma alternativa tecnicamente eficiente e ambientalmente sustentável, com potencial para oferecer habitações mais seguras, rápidas de construir e acessíveis em termos de manutenção e durabilidade. As placas de fibrocimento, anteriormente produzidas com amianto, retornam agora em versões mais ecológicas e seguras, garantindo melhor desempenho e menor impacto na saúde pública e no meio ambiente.

A adopção integrada do LSF com fibrocimento representa, assim, uma oportunidade para impulsionar a modernização do sector e promover um salto qualitativo na arquitectura e no planeamento físico em Moçambique. Esta investigação pretende demonstrar como esta abordagem pode contribuir para a transformação urbana, enfrentando os desafios do crescimento acelerado das cidades, das mudanças climáticas e das exigências por soluções construtivas mais eficientes e resilientes.

II. OBJECTIVOS

Objetivo Geral

Avaliar a viabilidade da aplicação do sistema Light Steel Frame (LSF) com placas de fibrocimento no contexto moçambicano

Objetivos Específicos

Destacar suas aplicações e benefícios;
Identificar os materiais usados no fechamento perimetral em LSF;
Analisar o desempenho térmico, acústico e estrutural do sistema LSF com fibrocimento;
Estudar a viabilidade técnica e económica do sistema como uma soluções sustentável e resiliente.

III. METODOLOGIAS

Para este trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o sistema LSF e placas de fibrocimento, complementada por estudos de casos, incluindo uma visita a um projeto em Moçambique. Informações adicionais foram coletadas em uma entrevista com o representante da INFIBRA (Empresa marcada por um compromisso contínuo com a qualidade e a inovação. Fundada há mais de 50 anos em Leme, SP, a empresa se estabeleceu como uma referência no segmento da construção civil, especializada em tecnologia de coberturas, placas de fibrocimento e reservatórios para água, INFIBRA 2025). Para entender a viabilidade de introdução do sistema no mercado nacional. Paralelamente, será elaborado um projeto/protótipo conceitual para avaliar a aplicação prática e o desempenho do sistema, com os dados integrados e analisados à luz do contexto moçambicano.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Introdução ao sistema Light Steel Frame

Historia e Evolução

Características do sistema steel framing

Tecnologia envolvida na produção e Aplicações

Modos de construção e fundações

Materiais De Fechamento Do Invólucro

Tipos de Materiais: Placas de (OBS), Placas de fibrocimento/comentícias e Placas de Gesso)

Ligações e montagem

Isolamento termo acústico

Normas e Diretrizes

Vantagens e Desvantagens

Análise de Fechamentos Perimetrais

LIGHT STEEL FRAMING

O Light Steel Framing (LSF), também conhecido como Steel Framing, é um sistema construtivo baseado em uma estrutura de perfis de aço galvanizado formados a frio. Esses perfis são utilizados para compor painéis estruturais e não-estruturais, além de vigas e tesouras. Como um sistema industrializado, ele possibilita uma construção a seco, o que resulta em maior rapidez e eficiência na execução das obras. Devido a essas características, o Steel Framing é considerado autoportante, oferecendo alta resistência e flexibilidade no processo de construção, (MORAES DE CRASTO, 2005).

"Steel Framing", do inglês "steel = aço" e "framing" que deriva de "frame= estrutura, esqueleto, disposição, construção.



Fonte: <https://techbuilders.com/>

HISTÓRIA E EVOLUÇÃO

O Steel Framing tem origens no século XIX, ligado às construções em madeira (woodframe) dos colonizadores nos EUA (Consul Steel, 2002). Para atender ao crescimento populacional, adotou-se o Balloon Framing, com estruturas de madeira serrada espaçadas regularmente a 400 ou 600 mm (Consul Steel, 2002), tornando-se a tipologia residencial mais comum no país.

Nos Estados Unidos (1933), o uso de perfis de aço começou a substituir a madeira devido à maior resistência e eficiência estrutural, evidenciado na Feira Mundial de Chicago com um protótipo de residência em Steel Framing. No Japão, após a Segunda Guerra Mundial, a necessidade de reconstrução rápida e segura levou à adoção do aço em substituição à madeira, impulsionada por restrições a incêndios e conservação de recursos florestais, tornando o país referência em perfis leves de aço. Esses avanços destacam a eficiência do Steel Framing em resistir a desastres naturais e promover construções sustentáveis e seguras.



TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO

Os perfis estruturais de aço formados a frio são **produzidos pelo dobramento de tiras de aço cortadas de chapas ou bobinas laminadas a frio ou a quente, revestidas ou não, utilizando prensas ou matrizes rotativas**. O termo **"formado a frio"** *refere-se ao fato de essas operações ocorrerem em temperatura ambiente*. No Steel Framing, os perfis típicos são obtidos por perfilagem a partir de bobinas de aço revestidas com zinco ou liga alumínio-zinco, por processos como imersão a quente ou eletrodeposição (aço galvanizado). A galvanização é um método eficiente e econômico de proteção contra corrosão, atuando como barreira mecânica e por proteção catódica, onde o zinco sacrifica-se para proteger o aço, mantendo a proteção mesmo com cortes ou danos no revestimento.



Fonte: <https://mt.hungthaisteel.com/about-us>



Fonte: <https://mt.hungthaisteel.com/about-us>

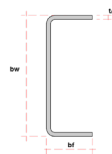
TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO

Perfis

Os perfis mais usados no Steel Framing são o "C" ou "U" enrijecido (Ue) para montantes e vigas, e o "U" simples como guia na base e topo dos painéis. As guias possuem alma (bw) e mesa (bf), mas não têm borda (D), permitindo encaixe com os montantes. As guias não absorvem esforços, função dos montantes, vigas e pilares. As dimensões da alma variam de 90 a 300 mm. Outros perfis incluem tiras planas, cantoneiras e cartolas.

Tiras ou fitas, que vêm em uma variedade de larguras, são tipicamente utilizadas para estabilização dos painéis e formação de ligações. As cantoneiras são normalmente usadas em conexões de elementos onde um perfil Ue não é adequado, e o cartola é comumente empregado como ripas de telhado (Garner, 1996). Além da espessura (tn), a resistência de um perfil de aço depende da dimensão, forma e limite de elasticidade do aço.

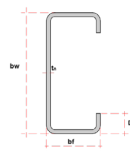
Secção



Designação

U Simple

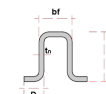
U: bw x bf x tn



U Enrijecidos

Ue: bw x bf x D x tn

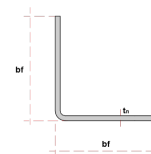
Secção



Designação

Cantoneira

L: bf1 x bf2 x tn



U Enrijecidos

Ue: bw x bf x D x tn

Dimensões mm	Designação	Largura da alma bw (mm)	Largura da mesa bf (mm)	Largura da borda D=mm
Ue 90×40	Montante	90	40	12
Ue 140×40	Montante	140	40	12
Ue 200×40	Montante	200	40	12
Ue 250×40	Montante	250	40	12
Ue 300×40	Montante	300	40	12
U 90×40	Guia	92	38	-
U 140×40	Guia	142	38	-
U 200×40	Guia	202	38	-
U 250×40	Guia	252	38	-
U 300×40	Guia	302	38	-
L 150×40	Cantoneira	150	40	-
L200×40	Cantoneira	200	40	-
L 250×40	Cantoneira	250	40	-
Cr 20×30	Cartola	30	20	12

APLICAÇÕES

O sistema Light Steel Framing apresenta grande flexibilidade no projeto arquitetônico. As aplicações do sistema são variadas conforme os exemplos ilustrados a seguir.

1. Residências Unifamiliares
2. Edifícios residenciais e comerciais até quatro pavimentos
3. Hotéis
4. Hospitais, clínicas, estabelecimentos de ensino
5. Unidades modulares

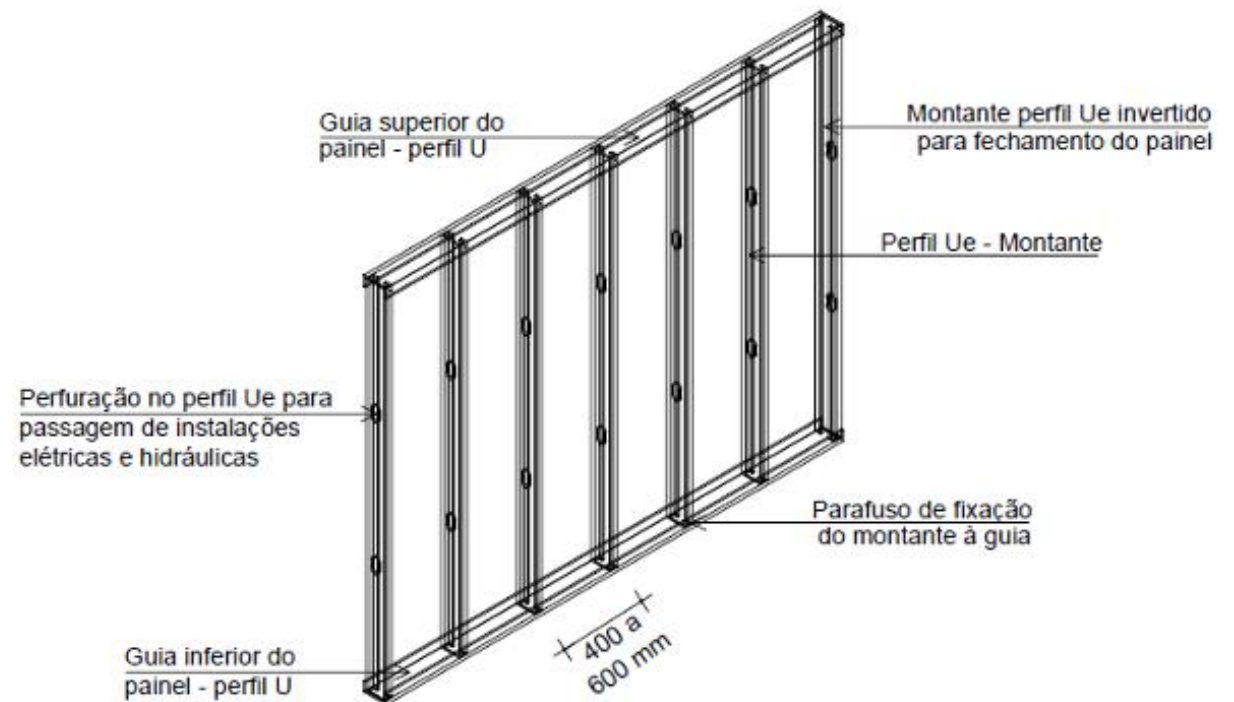


Fonte: https://contapraelas.com.br/umei-servico-publico-que-da-certo-em-bh/#google_vignette

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA STEEL FRAMING

PAINÉIS

No sistema LSF, os painéis atuam como componentes estruturais da edificação, associados a elementos de fechamento para vedação vertical. Podem ser estruturais (auto-portantes), suportando cargas da edificação, ou não-estruturais, funcionando apenas como vedação ou divisórias. Os painéis são compostos por montantes (perfis Ue) na vertical e guias (perfis U) na horizontal. A distância entre os montantes, geralmente de 400 ou 600 mm, é definida pelas cargas que cada perfil deve suportar.



Fonte: RENATA CRISTINA MORAES DE CRASTO

Estabilização da Estrutura

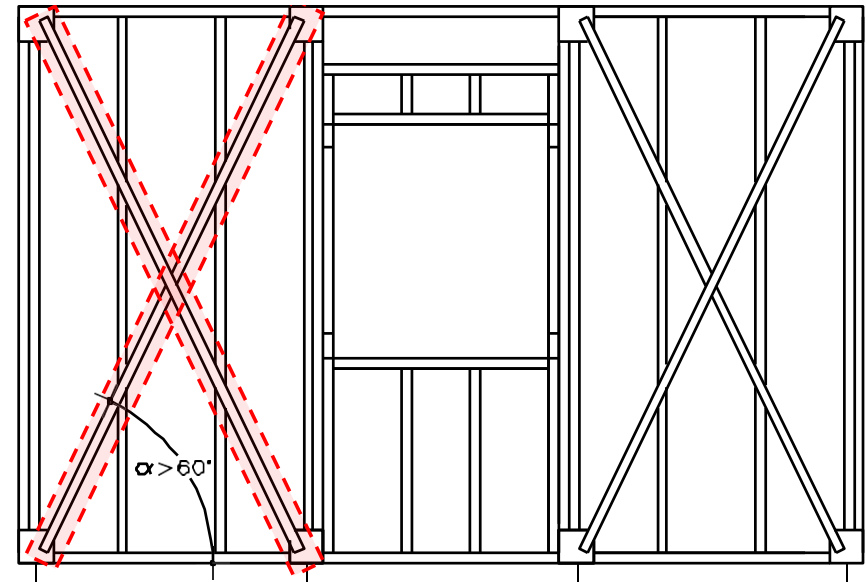
As cargas horizontais, como as do vento, podem causar deslocamentos ou colapso da estrutura. Para evitar isso, são necessárias ligações rígidas ou elementos que transfiram os esforços às fundações. No Steel Framing, as soluções mais comuns incluem essas combinações:

Contraventamento em "X"

Fechamento da estrutura com placas que funcionem como diafragmas rígidos no plano vertical

Contraventamento em "K"

Quando o uso do contraventamento em "X" não é o mais apropriado, devido ao projeto arquitetónico prever mais aberturas em uma fachada do que parede sólida, uma alternativa é o contraventamento em "K".



Fonte: <https://doisfcs.com/lstf-light-steel-framing-e-as-casas-modulares/>



Diafragma Rígido

Os materiais de fechamento externo podem atuar como parede diafragma, aumentando a resistência do painel ao absorver cargas laterais, como vento ou abalos sísmicos, e transmitindo-as às fundações.

O desempenho estrutural do diafragma rígido depende diretamente de vários fatores (Pereira Junior, 2004):

Configuração dos painéis (quantidade e tamanho das aberturas, altura e largura do painel);

Capacidade resistente dos montantes que formam o painel;

Tipo, quantidade e separação dos parafusos de fixação da placa à estrutura;

Resistência e espessura da placa utilizada.



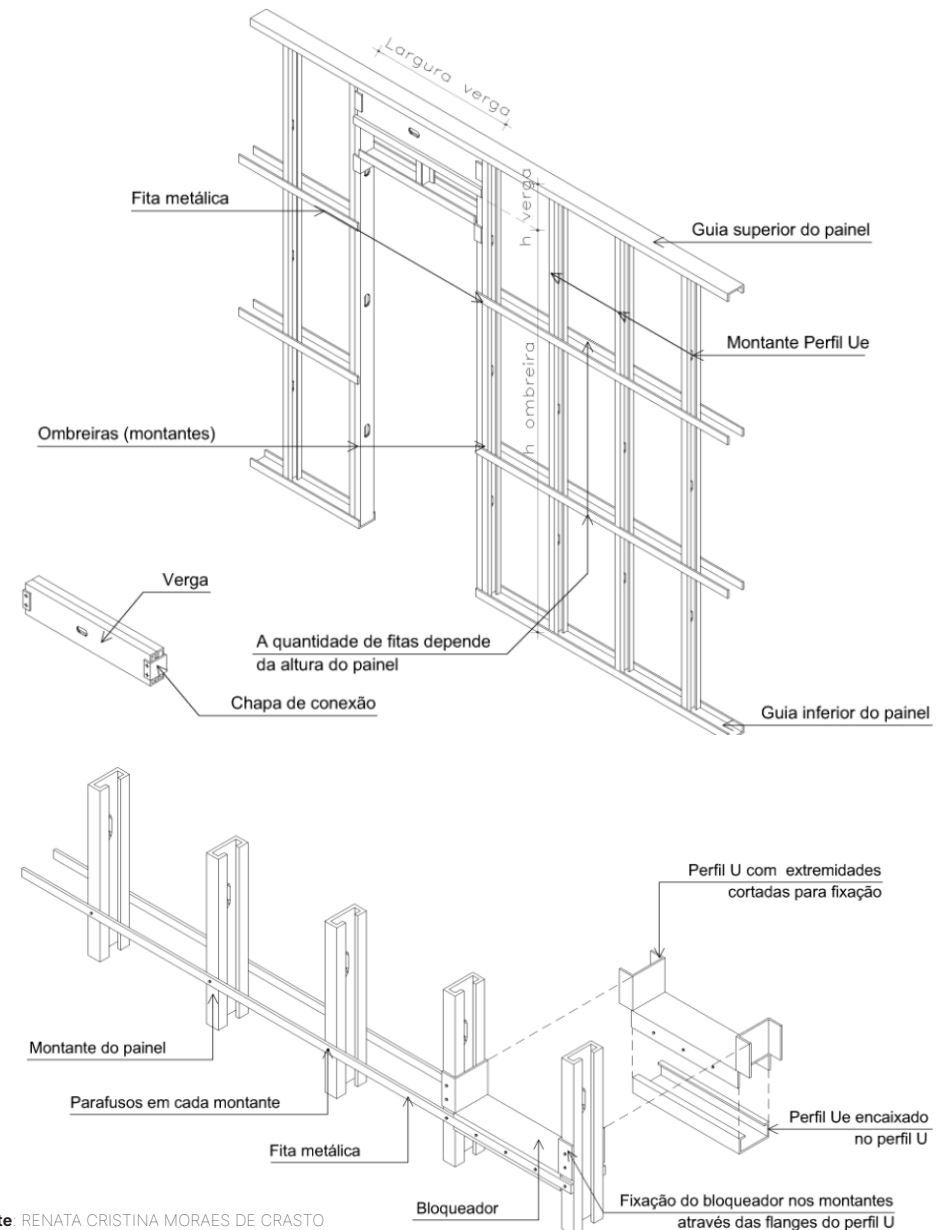
Fonte: https://www.instagram.com/p/DFidwxBz55V/?img_index=8

Travamento Horizontal

A fim de aumentar a resistência do painel estrutural, fitas metálicas e os chamados bloqueadores compostos a partir de perfis Ue e U são conectados aos montantes formando um sistema de travamento horizontal.

A fita **metálica** evita a rotação dos montantes quando sujeitos a carregamentos normais de compressão, além de diminuir o comprimento de flambagem dos mesmos (Pereira Jr., 2004).

Os bloqueadores têm a função de enrijecer os painéis estruturais e são formados por perfis Ue e U, posicionados entre os montantes. Um perfil U (guia) é cortado 20 cm maior que o vão, com cortes nas mesas a 10 cm de cada extremidade, dobrados a 90° para conexão com os montantes. Um perfil Ue (montante) é encaixado e aparafusado à fita metálica, posicionado nas extremidades do painel e a intervalos de 3,60 m (Elhajj; Bielat, 2000). Alternativamente, o bloqueador pode ser fixado aos montantes usando cantoneiras aparafusadas em ambas as peças.



Fonte: RENATA CRISTINA MORAES DE CRASTO

Encontro de Painéis

No encontro de painéis estruturais, várias soluções construtivas são possíveis, variando de acordo com o número de painéis que se unem e do ângulo entre estes.

Para a união dos painéis se dá por montantes conectados entre si por meio de parafusos estruturais, também conhecidos como parafusos sextavados. As principais configurações no encontro de painéis são:

Ligação de dois painéis de canto

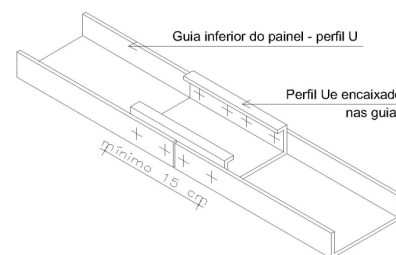
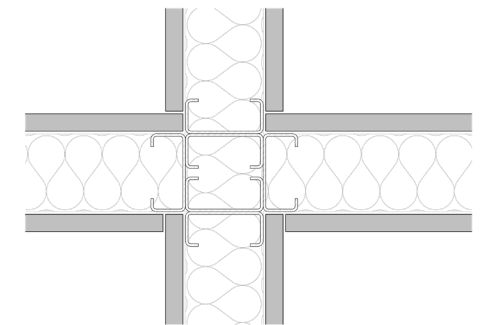
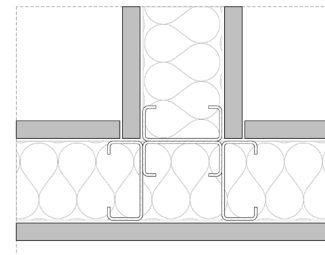
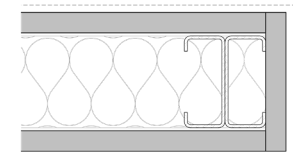
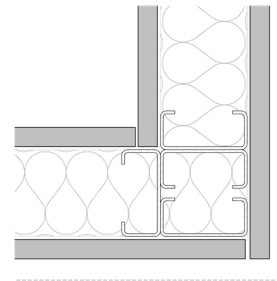
União de dois montantes pela alma

União de três montantes (Scharff,1996):

Ligação de dois painéis formando um "T"

Ligação de três painéis

Emenda de Guia



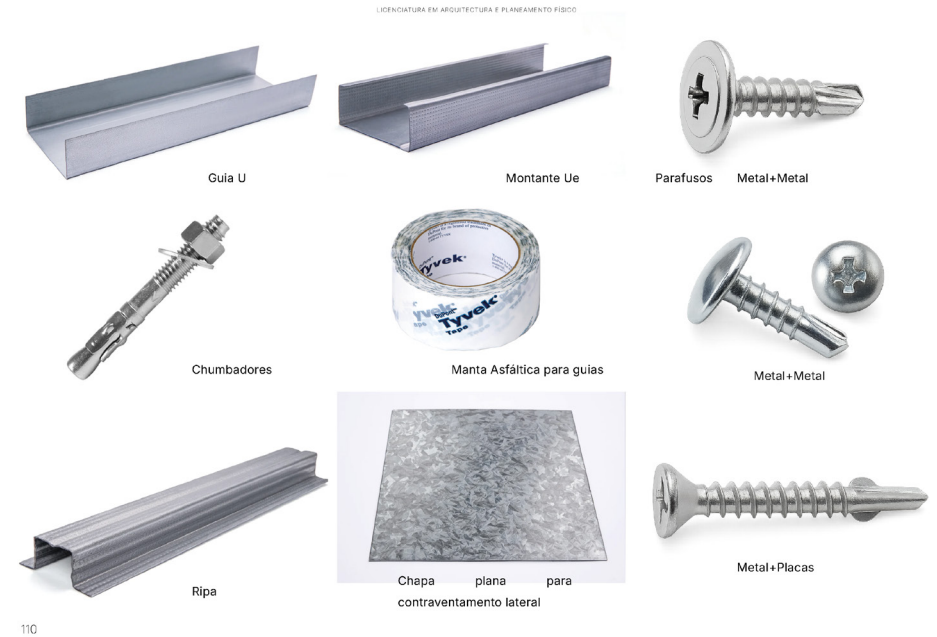
Fonte: Autor

Fonte: RENATA CRISTINA MORAES DE CRASTO

Aberturas de vãos em um Painel Estrutural

As aberturas para portas e janelas em um painel portante necessitam de elementos estruturais como vergas a fim de redistribuir o carregamento dos montantes interrompidos aos montantes que delimitam lateralmente o vão, denominados de ombreiras.

A verga pode ter várias combinações mas basicamente é composta de dois perfis Ue conectados por meio de uma peça aparafusada em cada extremidade, geralmente um perfil U, de altura igual a verga menos a aba da guia superior do painel, e por uma peça chamada guia da verga que é fixada as mesas inferiores dos dois perfis Ue. Além disso, a guia da verga é conectada as ombreiras, a fim de evitar a rotação da verga, e também permite a fixação dos montantes de composição, que não tem função estrutural e estão localizados entre a verga e a abertura, a fim de permitir a fixação das placas de fechamento.

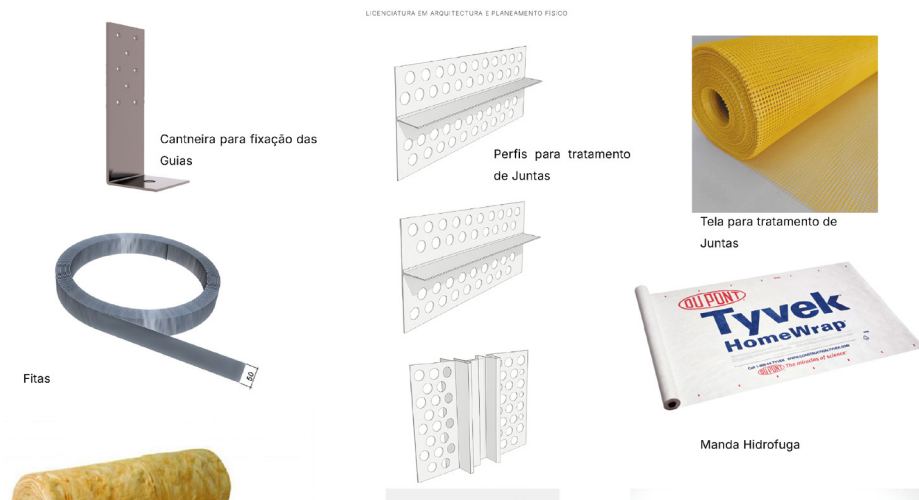


Fonte: RENATA CRISTINA MORAES DE CRASTO

As **ombreiras** que apóiam a verga vão desde a guia inferior do painel até a guia da verga. A quantidade de ombreiras necessárias para o apoio é definida pelo cálculo estrutural e depende do tamanho da abertura. Mas, o Manual de Procedimiento (Consul Steel, 2002), diz: Em uma aproximação pode se estabelecer que o número de ombreiras a cada lado da abertura será igual ao número de montantes interrompidos pela verga dividido por 2. Quando o resultado for um numero ímpar deverá somar-se 1.

LICENCIATURA EM ARQUITECTURA E PLANEAMENTO FÍSICO

EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS PARA UMA OBRA EM STEEL FRAME E PLACAS DE FIBROCIMENTO



Fonte: RENATA CRISTINA MORAES DE CRASTO

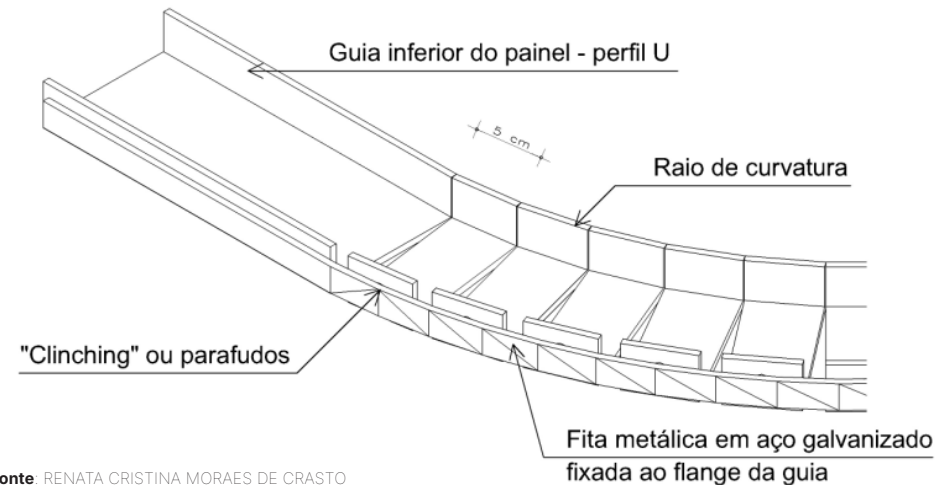


Fonte: <https://www.instagram.com/steelmais/>

Aberturas de vãos em um Painel Estrutural

Para a construção de paredes curvas é necessário que as guias superior e inferior do painel tenham suas mesas da face externa da curvatura e a alma cortados a intervalos de aproximadamente 5 cm em todo o comprimento do arco (Scharff, 1996). Para manter o raio da curvatura e reforçar a guia, uma fita metálica deve ser fixada na face externa da mesa da guia.

As aberturas em forma de arco podem ser construídas de um painel estrutural ou nãoestrutural, onde um perfil U tem ambas as mesas cortadas de modo a possibilitar a flexão do perfil no raio ou curvatura exigida no projeto.



Fonte: RENATA CRISTINA MORAES DE CRASTO



LAJES

A estrutura de piso em Steel Framing emprega o mesmo princípio dos painéis, ou seja, perfis galvanizados cuja separação equidistante dos elementos estruturais ou modulação é determinada pelas cargas a que cada perfil está submetido. Essa modulação, na maioria dos casos, é a mesma para toda a estrutura: painéis, lajes e telhados.

Esses perfis denominados vigas de piso utilizam perfis de seção Ue, dispostos na horizontal, cujas mesas, normalmente, têm as mesmas dimensões das mesas dos montantes, porém a altura da alma é determinada por vários fatores, entre eles, a modulação da estrutura e o vão entre os apoios. Assim a disposição das vigas de piso deve gerar a menor distância entre os apoios, resultando em perfis de menor altura.



Fonte: <https://steelfdesign.com.br/materials/>

Tipos de Lajes

Úmida

Chapa metálica ondulada preenchida com betão.

Seca

Placas rígidas (OSB, fibrocimento, etc.) aparafusadas à estrutura.

Elementos Estruturais

Guia: Perfil U que fixa extremidades das vigas.

Enrijecedor de alma: Perfil Ue que reforça a viga.

Viga de borda: União de perfis U e Ue para suporte da borda.

Viga composta: Perfis U e Ue combinados para maior resistência.



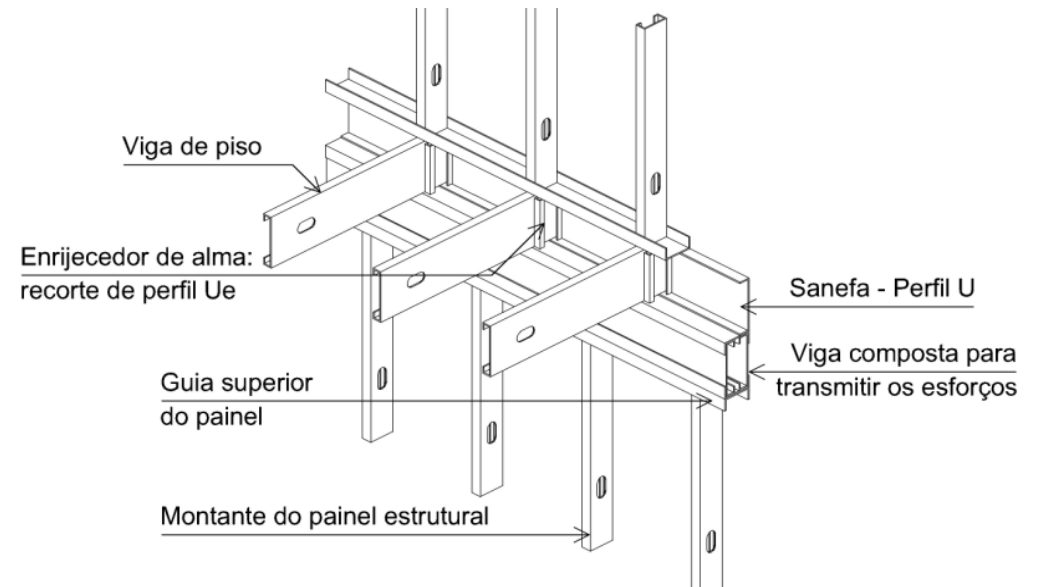
Fonte: <https://steelfdesign.com.br/materiais/>



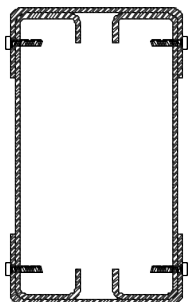
Fonte: <https://steelfdesign.com.br/materiais/>

Nos casos em que a modulação das vigas de piso não coincidir com a dos painéis, deve se colocar uma viga composta capaz de distribuir as cargas uniformemente aos montantes.

Para vãos maiores, quando exigências de projeto e layout não permitem o uso de painéis intermediários de apoio, pode se utilizar uma viga principal. Essa viga é feita a partir da combinação de dois ou mais perfis dependendo da solicitação que deve resistir.



Fonte: RENATA CRISTINA MORAES DE CRASTO



2 perfis U (guia)
+ 2 perfis Ue (Viga)



1 perfil Ue encaixado em
perfil U (sanefa)



2 perfis Ue (vigas)
encaixados

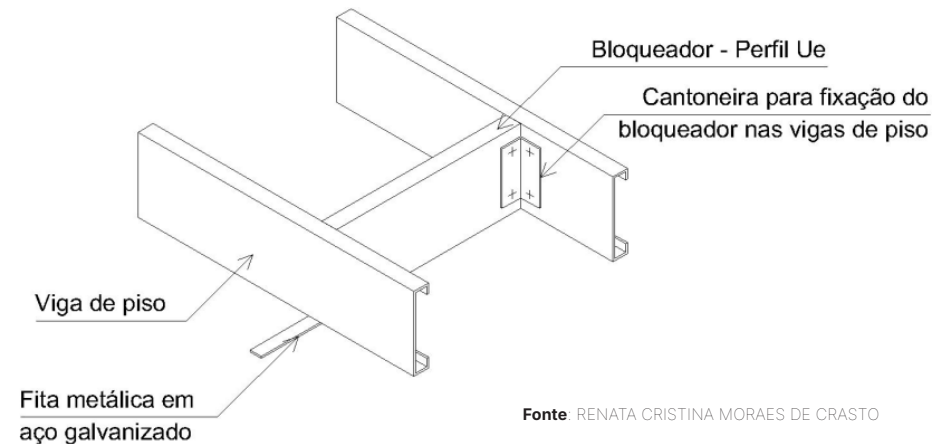
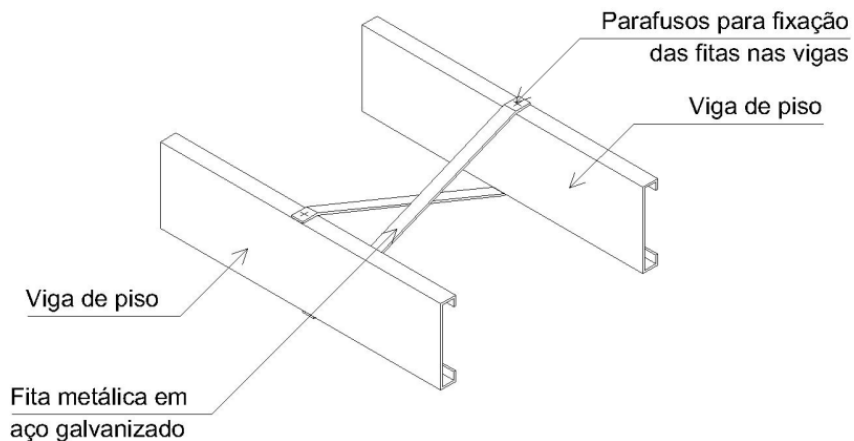
Contraventamento Horizontal

O travamento horizontal da estrutura de piso é um recurso para se evitar fenômenos como flambagem lateral por torção, deslocamento e vibração nas vigas de piso. Enrijecer o sistema reduz os esforços nas vigas e distribui melhor o carregamento (Scharff, 1996). Normalmente são empregados três tipos de travamento:

Bloqueador

Fita metálica

Travamento em "X"



Fonte: RENATA CRISTINA MORAES DE CRASTO

COBERTURAS

A cobertura é a parte da construção destinada a proteger o edifício da ação das intempéries, podendo também desempenhar uma função estética. Telhados podem variar desde simples cobertas planas até projetos mais complexos com grande intersecção de águas ou planos inclinados.

Da mesma forma que acontece nas construções convencionais, a versatilidade do sistema Light Steel Framing possibilita a realização dos mais variados projetos de cobertura. Para as coberturas inclinadas, a estrutura em Steel Framing segue o mesmo princípio estrutural das coberturas inclinadas convencionais em madeira. Portanto, o projeto de ambos apresenta grande similaridade.



Fonte: <https://raconstrucoesaseco.com.br/>

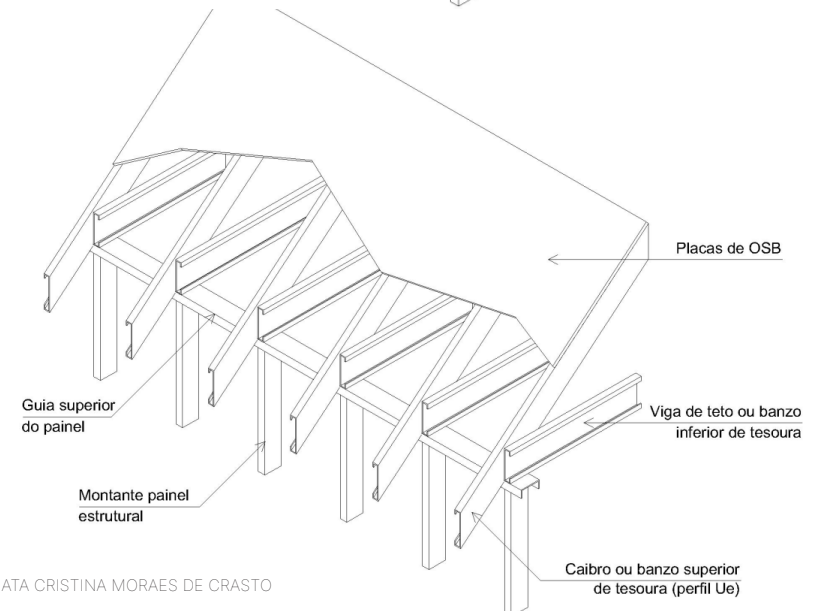
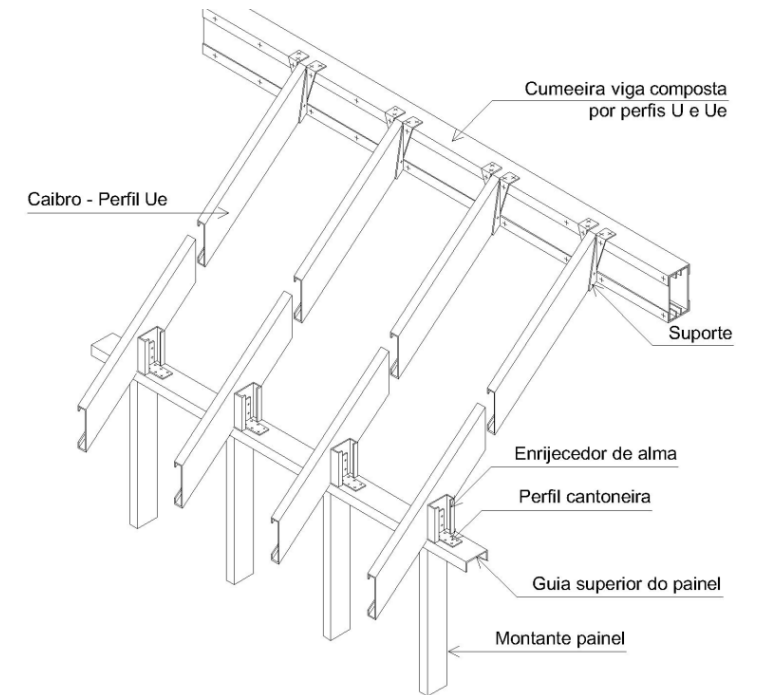
Coberturas Inclinadas

A estrutura de cobertura inclinado em LSF é semelhante à de uma convencional, porém a armação de madeira é substituída por perfis galvanizados, e para possibilitar o princípio de estrutura alinhada, a alma dos perfis que compõem tesouras ou caibros deve estar alinhada a alma dos montantes dos painéis de apoio e suas seções em coincidência de modo que a transmissão das cargas seja axial.

Cobertura Estruturado com Caibros e Vigas.

Uma cobertura estruturada com caibros é um método empregado para construções do tipo "stick", onde os elementos estruturais (perfis U e Ue) são cortados e montados no local da obra.

Utiliza-se este tipo de cobertura quando o vão entre os apoios permite o uso de caibros e deseja-se utilizar menor quantidade de aço do que o empregado em tesouras. Porém, projetos de coberturas mais complexas e de maiores vãos podem utilizar o sistema de caibros devidamente dimensionados e em alguns casos utilizando perfis duplos.

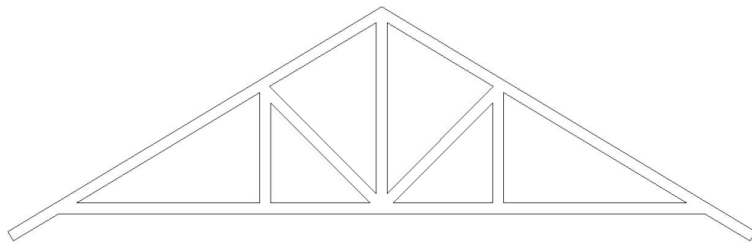


Fonte: RENATA CRISTINA MORAES DE CRASTO

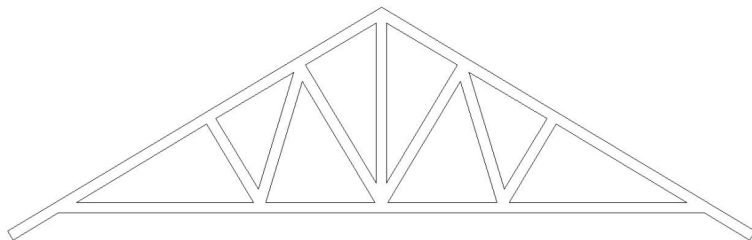
Coberturas Inclinadas

Solução mais comum nas coberturas residenciais, tesouras ou treliças cobrem grandes vão sem precisar de apoios intermediários. Em países onde a construção civil é predominantemente industrializada, tesouras metálicas vêm substituindo gradativamente as tesouras de madeira.

Existe uma variedade muito grande no desenho de tesouras e isso se deve a fatores estéticos, funcionais, climáticos, culturais.

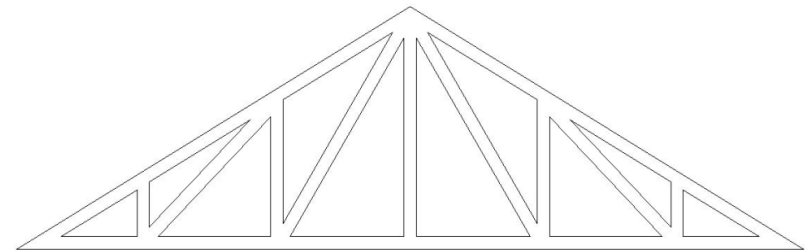


Tesoura Howe

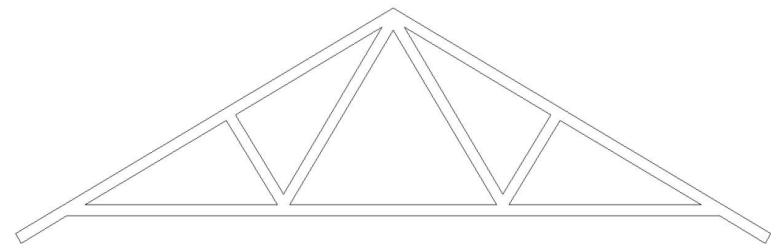


Tesoura Belga

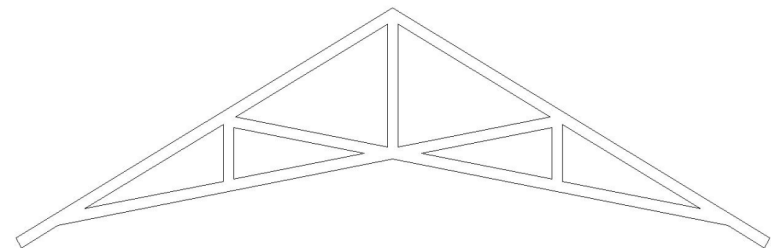
Fonte: RENATA CRISTINA MORAES DE CRASTO



Tesoura Pratt



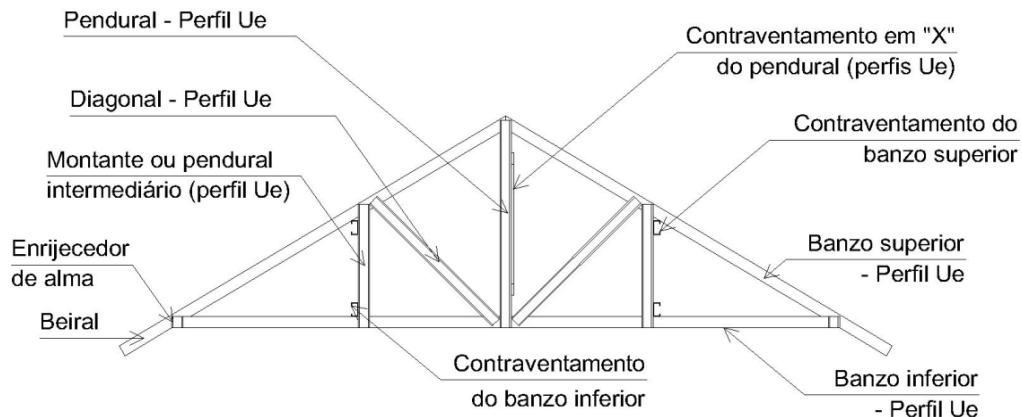
Tesoura Fink



Tesoura Alemã

Coberturas Inclinadas

As tesouras ou treliças podem vir pré-fabricadas ou ser montadas no próprio canteiro da obra. Em ambos os casos, as tesouras devem ser projetadas e dimensionadas por profissionais especializados. Porém, tesouras pré-fabricadas apresentam muitas vantagens, tais como: precisão dimensional, menor tempo de trabalho no canteiro e rapidez e facilidade de instalação devido a leveza do material. Para a confecção de tesouras no próprio canteiro, muitas vezes é necessário um grande espaço plano disponível para montagem da mesa de trabalho e pessoal preparado.



Banzo superior: perfil Ue que dá forma e inclinação à cobertura do telhado;

Banzo inferior: perfil Ue que dá forma e inclinação ao forro do espaço coberto;

Montantes ou Pendurais: perfis Ue dispostos verticalmente e que vinculam o banzo superior com o inferior;

Diagonais: perfis Ue inclinados que vinculam o banzo superior e inferior;

Enrijecedores de apoio: recorte de perfil Ue colocado nos pontos de apoio da tesoura, para a transmissão dos esforços e evitar a flambagem local dos perfis dos banzos.

Contraventamentos : perfis U, Ue ou fitas de aço galvanizado que vinculam as tesouras e proporcionam estabilidade ao sistema de cobertura.

MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO

Métodos Stick

Neste método de construção os perfis são cortados no canteiro da obra, e painéis, lajes, colunas, contraventamentos e tesouras de telhados são montados no local. Os perfis podem vir perfurados para a passagem das instalações elétricas e hidráulicas e os demais subsistemas são instalados posteriormente a montagem da estrutura. Essa técnica pode ser usada em locais onde a pré-fabricação não é viável.

As vantagens desse método construtivo são:

Não há a necessidade do construtor possuir um local para a pré-fabricação do sistema;

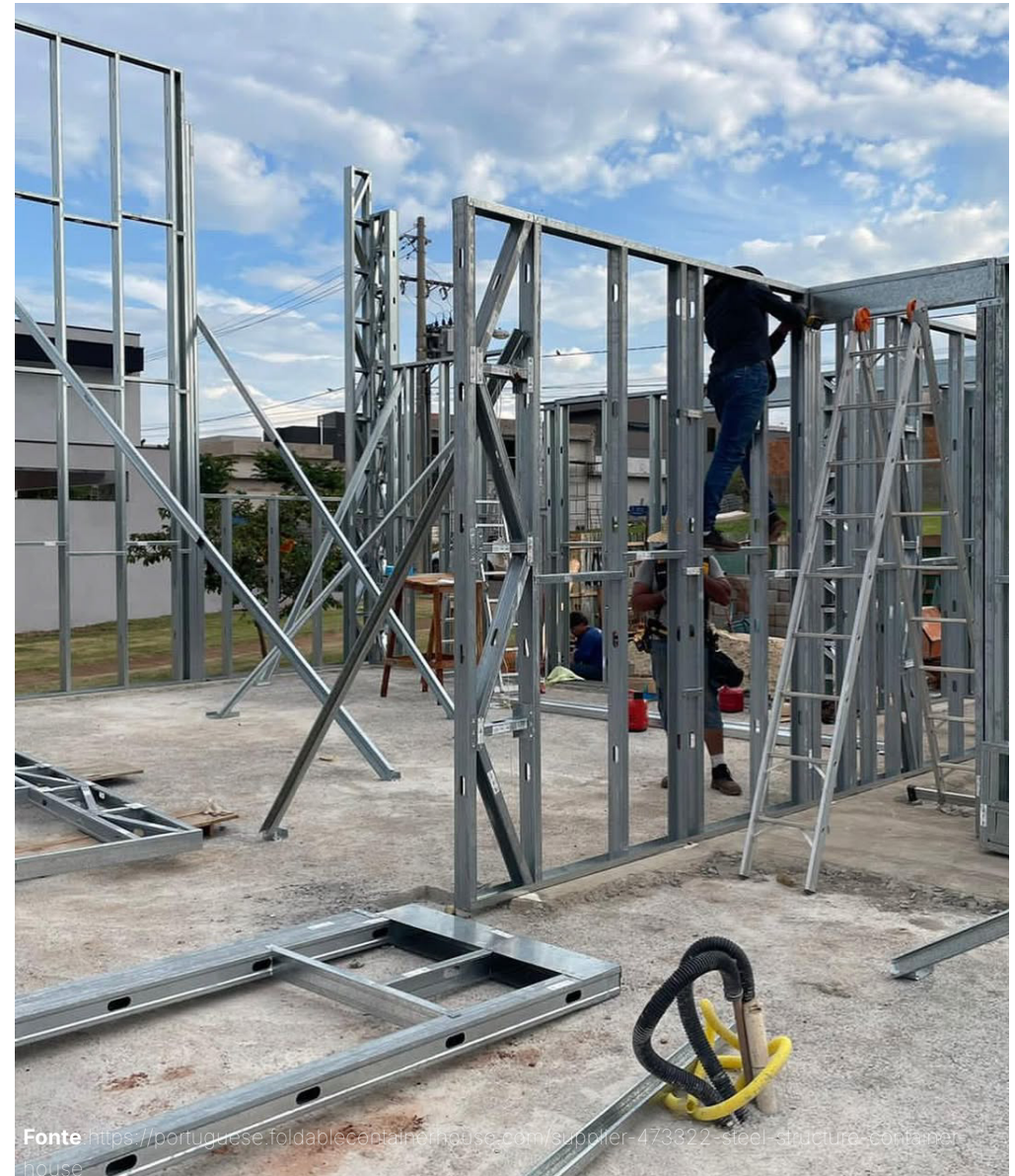
Facilidade de transporte das peças até o canteiro;

As ligações dos elementos são de fácil execução.

Como desvantagens podemos citar:

Montagem muito mais lenta;

Requer mão-de-obra mais especializada no canteiro se comparado ao método por painéis.



Métodos Painéis

Painéis estruturais ou não estruturais, contraventamentos, lajes e tesouras de telhado podem ser pré-fabricados fora do canteiro e montados no local. Alguns materiais de acabamento podem também ser aplicados na fábrica para diminuir o tempo da construção. Os painéis e subsistemas são conectados no local usando as técnicas convencionais (parafusos auto-brocantes e auto-atarrachantes).

As principais vantagens são:

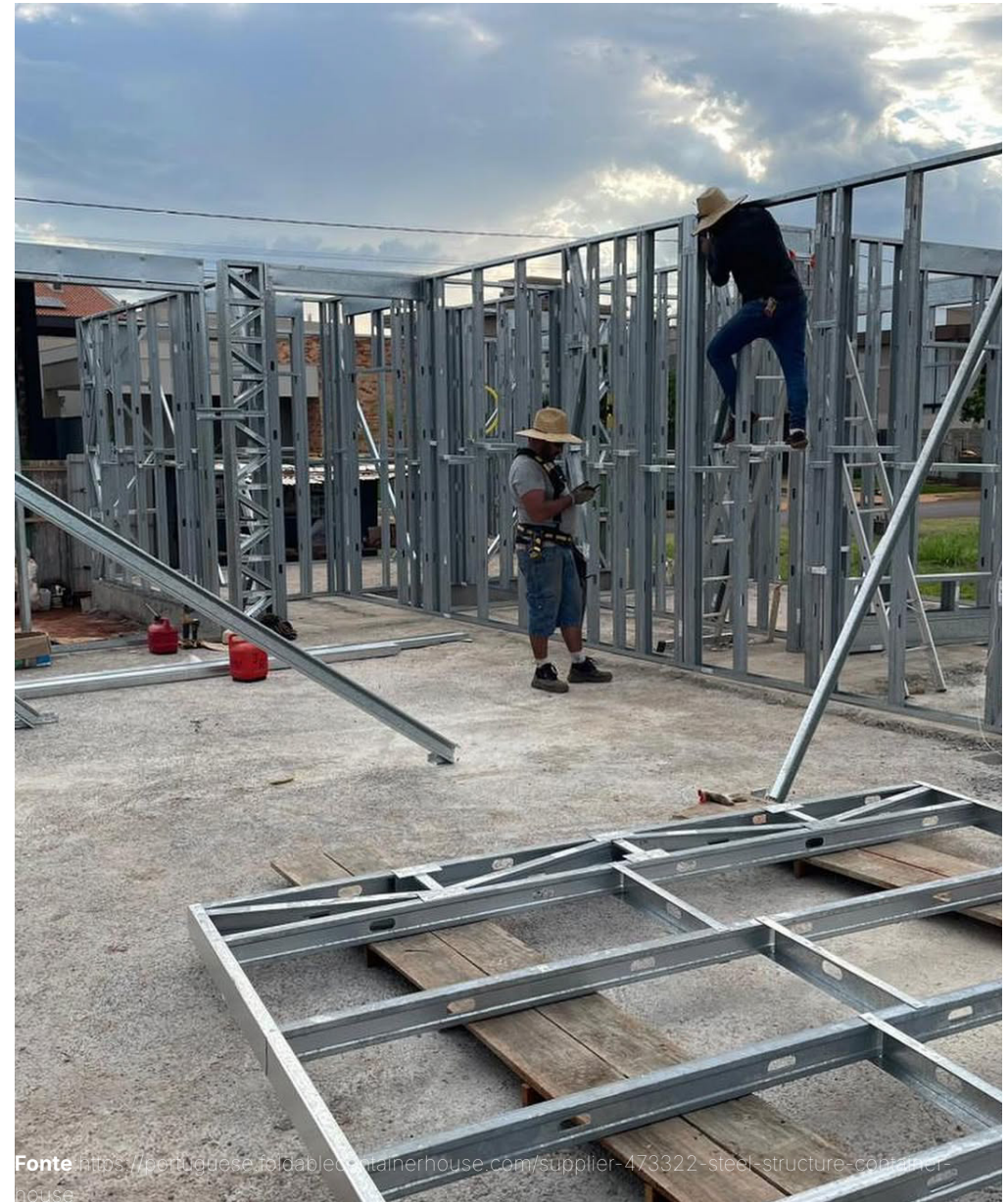
- Velocidade de montagem;

- Alto controle de qualidade na produção dos sistemas;

- Minimização do trabalho na obra;

- Aumento da precisão dimensional devido às condições mais propícias de montagem dos sistemas na fábrica.

A **desvantagem** desse método é que o construtor necessita de um ambiente apropriado como uma oficina para a confeção dos componentes.



Fonte: <http://portuguese.totablecontainerhouse.com/supplier-473322-steel-structure-container-house/>

Método Modular

As construções modulares são unidades completamente pré-fabricadas na indústria e podem ser entregues no local da obra com todos os acabamentos internos como revestimentos, louças sanitárias, bancadas, mobiliários fixos, metais, instalações elétricas e hidráulicas, etc. As unidades podem ser estocadas lado a lado, ou uma sobre as outras já na forma da construção final. Exemplo muito comum desse tipo de construção são os módulos de casas de banho para obras comerciais ou residenciais de grande porte.



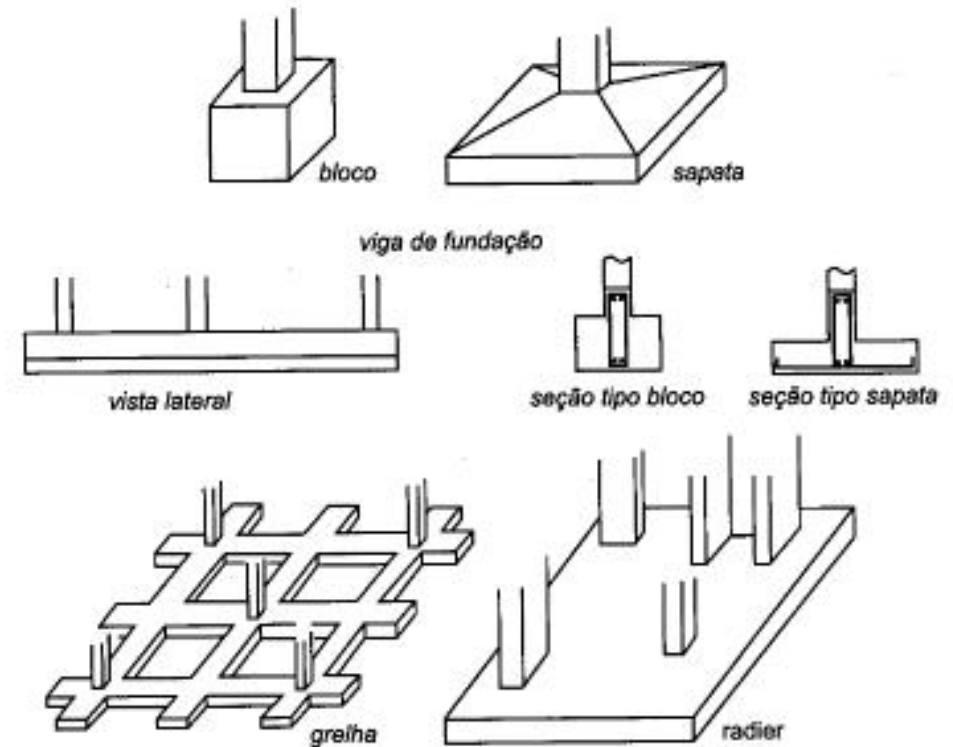
Fonte: RENATA CRISTINA MORAES DE CRASTO

FUNDAÇÕES

Por ser muito leve, a estrutura de Steel Framing e os componentes de fechamento exigem bem menos da fundação do que outras construções. Segundo afirma Trebilcock (1994), um painel estrutural pesa apenas 20% de uma parede equivalente em blocos. No entanto, como a estrutura distribui a carga uniformemente ao longo dos painéis estruturais, a fundação deverá ser contínua suportando os painéis em toda a sua extensão. As fundações são efetuadas segundo o processo da construção convencional e como em qualquer outra construção deve se observar o isolamento contra a umidade.

As fundações comumente usadas em estruturas em Steel Framing são:

Laje radier e Sapata Corrida ou Viga Baldrame



Fonte: <https://www.passeidireto.com/arquivo/41988471/livro-fundacoes-criterios-de-projeto-investigacao-do-subsolo-fundacoes-superfici>

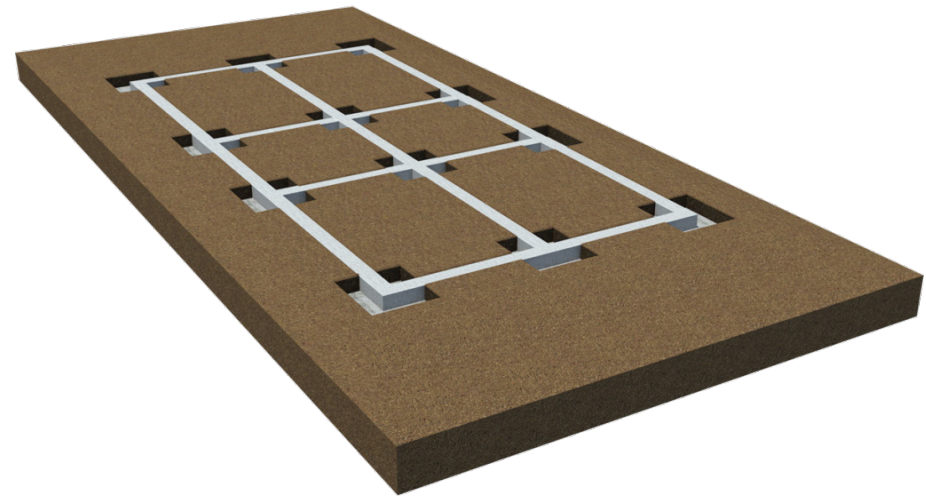
Laje radier

É um tipo de fundação rasa que funciona como uma laje e transmite as cargas da estrutura para o terreno. Os componentes estruturais fundamentais do radier são a laje contínua de betão e as vigas no perímetro da laje e sob as paredes estruturais ou colunas e onde mais for necessário para fornecer rigidez no plano da fundação.



Sapata Corrida ou Viga Baldrame

A sapata corrida é um tipo de fundação indicada para construções com paredes portantes, onde a distribuição da carga é contínua ao longo das paredes. Constitui-se de vigas que podem ser de betão armado, de blocos de betão ou alvenaria que são locados sob os painéis estruturais. O contra piso desse tipo de fundação é obtido por meio de perfis galvanizados que apoiados sobre a fundação constituem uma estrutura de suporte aos materiais que formam a superfície do contra piso.

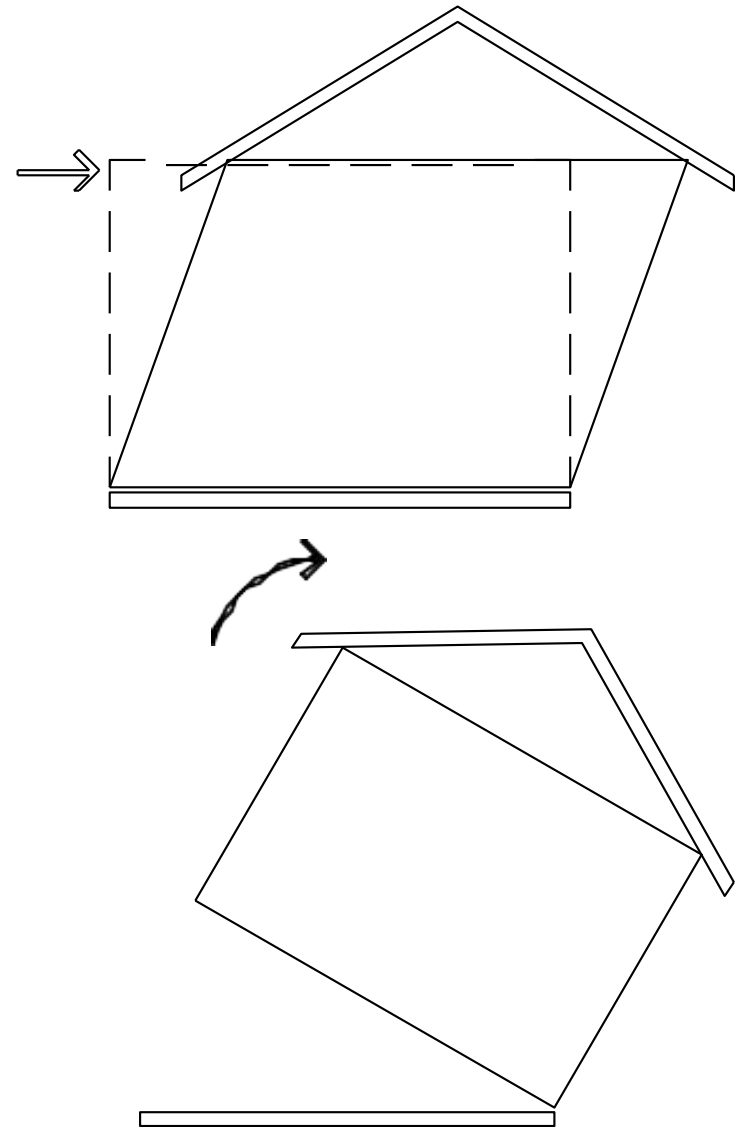


Fonte: <https://www.passeidireto.com/arquivo/41988471/livro-fundacoes-criterios-de-projeto-investigacao-do-subsolo-fundacoes-superfici>

Fixação dos Painéis na Fundação

Para evitar o movimento da edificação devido à pressão do vento, a superestrutura deve ser firmemente ancorada na fundação. Esses movimentos podem ser de translação ou tombamento com rotação do edifício. A translação é uma ação onde o edifício desloca-se lateralmente devido à ação do vento. Tombamento é uma elevação da estrutura em que a rotação pode ser causada por assimetria na direção dos ventos que atingem a edificação (Scharff, 1996).

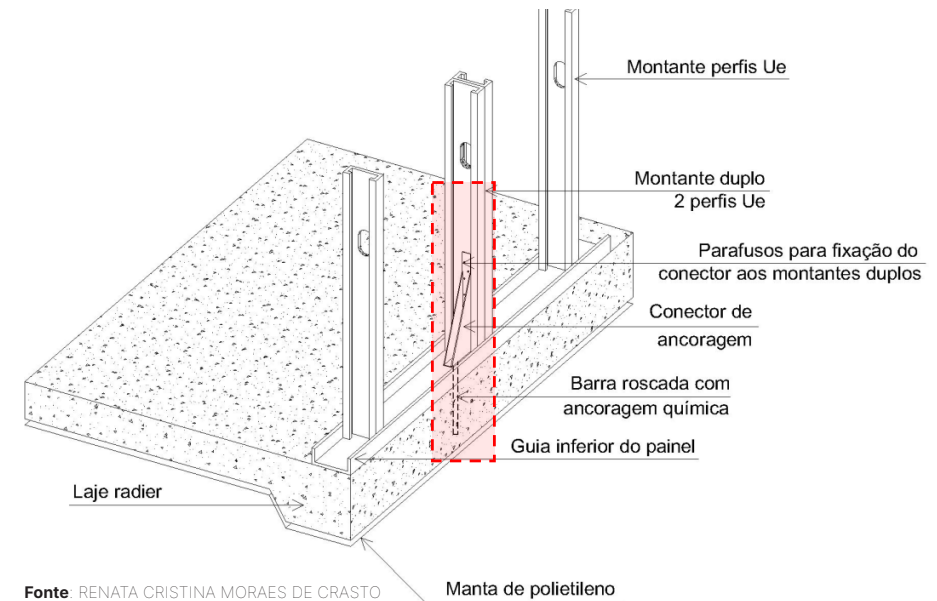
Os tipos mais utilizados de ancoragem são: a química com barra roscada; a com fita metálica e a fixação com barra roscada tipo "J"



Fixação química com barra roscada

A **Fixação química com barra roscada** é colocada depois da betonagem da fundação. Consiste em uma barra roscada com arruela e porca, que é fixada no betão por meio de perfuração preenchida com uma resina química a base de epóxi formando uma interface resistente com o betão.

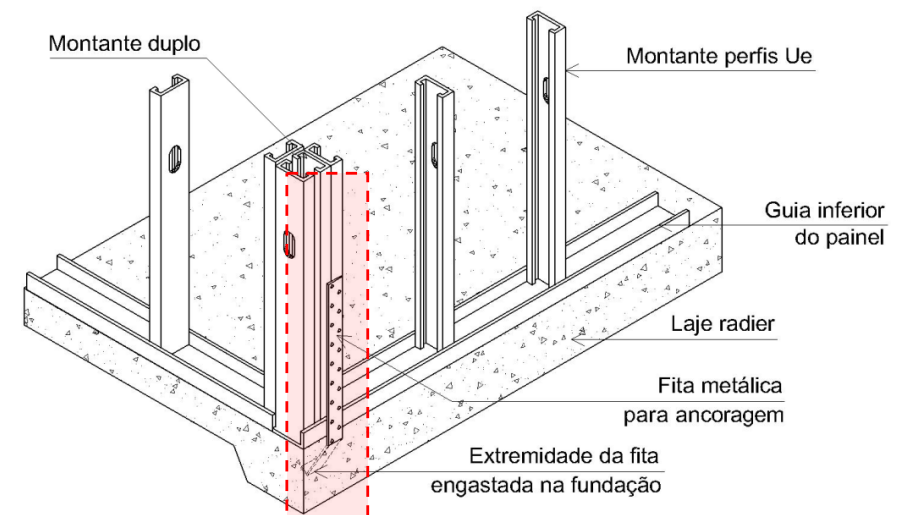
A fixação à estrutura se dá por meio de uma peça em aço que é conectada à barra roscada e à guia e aparafusada ao montante geralmente duplo.



Fixação com fita metálica

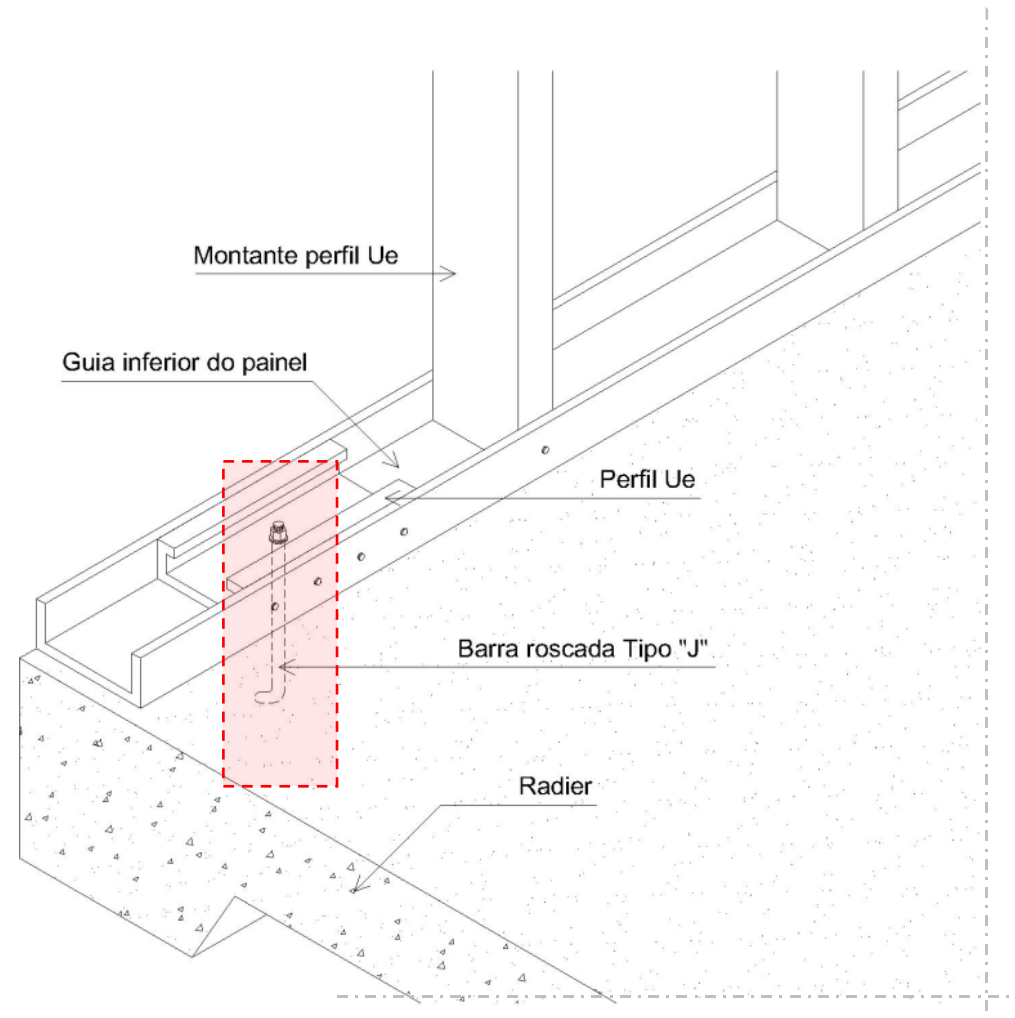
As fitas metálicas são peças de aço, com uma extremidade engastada na fundação, colocada antes da betonagem e a outra extremidade é aparafusada nos montantes da estrutura. Uma recomendação construtiva é que essas fitas não devem ser fixadas aos "cripples" (montantes curtos localizado em baixo de vãos de janela) (Consul Steel, 2002).

Esses chumbadores devem ser precisamente posicionados antes da betonagem, pois dado a cura do betão, eles não podem ser mais deslocados.



Fixação com barra roscada tipo "J"

A ancoragem com barra roscada tipo "J" consiste em uma barra roscada e curvada, engastada na fundação, pois é colocada antes da betonagem. A parte curva é posicionada no interior da fundação e a parte reta serve para ser fixada à guia ou ao montante. Não é uma ancoragem muito recomendada, devido a dificuldade de locação da barra roscada. Quando fixado à guia é necessário o uso de um reforço de comprimento mínimo igual a 150 mm de um perfil Ue.



Fonte: RENATA CRISTINA MORAES DE CRASTO

MATERIAIS DE FECHAMENTO DO INVÓLUCRO

O sistema de fechamento vertical no LSF consiste em paredes externas e internas feitas com elementos leves, compatíveis com a estrutura. Os fechamentos são fixados externamente aos perfis galvanizados, formando as vedações da edificação. Os materiais utilizados devem atender a normas que garantam a habitabilidade e satisfação dos usuários.

- Segurança estrutural;**
- Segurança ao fogo;**
- Estanqueidade;**
- Conforto termo-acústico;**
- Conforto visual;**
- Adaptabilidade ao uso;**
- Higiene;**
- Durabilidade;**
- Economia.**



Painéis de OSB

Os painéis de OSB são feitos de madeira de reflorestamento (pinus), com tiras orientadas em três camadas para maior resistência e rigidez. Unidas com resinas e prensadas sob alta temperatura, são versáteis, podendo ser serradas, perfuradas, pregadas e pintadas (Masisa, 2003). Possuem tratamento contra insetos e resistência relativa à umidade, mas exigem acabamento impermeável em áreas externas (Masisa, 2003). Comercializados em 1,22 m x 2,44 m, com espessuras entre 9 e 18 mm, sua aplicação depende do acabamento, espaçamento entre montantes e função estrutural no projeto.

A espessura mínima das placas de OSB varia conforme o espaçamento entre montantes e o tipo de revestimento aplicado. A fixação é feita com parafusos auto-brocantes em perfis galvanizados, seguindo o método do drywall. Por serem leves ($5,4 \text{ kg/m}^2$), as placas permitem fácil transporte manual. Para acomodar dilatações provocadas por variações térmicas e de humidade, o projecto deve prever juntas de 3 mm entre placas e em todo o perímetro, incluindo junto às esquadrias.

OSB COM REVESTIMENTOS LEVES TIPO SIDING VINÍLICO E SIMILARES		
Aplicação	Espaçamento máximo entre montantes	Espessura mínima
Horizontal	400 mm	9 mm
Vertical	400 mm	12 mm
Horizontal	600 mm	9 mm
Vertical	600 mm	12 mm
OSB COM REVESTIMENTOS TIPO ARGAMASSA		
Horizontal	400 mm	12 mm
Vertical	400 mm	12 mm
Horizontal	600 mm	12 mm
Vertical	600 mm	15 mm

Acabamentos

Como acabamento final podem ser adotados o Siding vinílico, o de madeira ou cimentício e a argamassa.

Antes de se efetuar o revestimento externo, Cuidados prévios:
As placas de OSB devem estar completamente secas antes da aplicação do revestimento.

Siding vinílico

Material versátil e de fácil aplicação.

Pouca manutenção, podendo ser pintado e limpo com água e sabão.

Disponível em painéis com réguas duplas de 5,00 m.

Argamassas

Pesquisas têm focado em aumentar a flexibilidade e aderência para minimizar problemas de trincas e fissuras.

Execução pode apresentar dificuldades, como: superfície inadequada das placas e membranas de impermeabilização para aderência.

Exposição às condições climáticas, afetando o desempenho.



Fonte: RENATA CRISTINA MORAES DE CRASTO

PLACAS DE GESSO ACARTONADO

No sistema Light Steel Framing (LSF), as placas de gesso acartonado são usadas como fechamento vertical interno dos painéis estruturais e não estruturais, além de compor as divisórias internas.

Quando não estruturais, essas divisórias podem ser construídas com o sistema Drywall, que utiliza perfis U e Ue de aço galvanizado de menores dimensões, projetados para suportar apenas o peso dos fechamentos, revestimentos e peças suspensas (como armários e quadros). A montagem das placas de fibrocimento segue princípios semelhantes, diferenciando-se apenas no tratamento das juntas e nos tipos de parafusos utilizados.



Fonte: <https://www.pimacon.com/produto/Constru%C3%A7%C3%A3o/Gesso-Cartonado/Placas/placa-fermacell-pavimento-standard-76141-1500x500x25mm->

Características das Placas de Gesso Acartonado

O gesso acartonado é um sistema leve de fechamento vertical usado para compartimentar e separar espaços internos em edificações. Composto por uma estrutura de perfis metálicos e chapas de gesso, é montado por acoplamento mecânico e não possui função estrutural. Sua densidade superficial varia de 6,5 kg/m² a 14 kg/m², dependendo da espessura da chapa, sendo uma vedação leve e eficiente.

Produção

As placas de gesso acartonado são fabricadas industrialmente e compostas de uma mistura de gesso, água e aditivos, revestidas em ambos os lados com lâminas de cartão, que confere ao gesso resistência à tração e flexão.



Fonte: <https://www.pimacon.com/produto/Constru%C3%A7%C3%A3o/Gesso-Cartonado/Placas/placa-fermacell-pavimento-standard-76141-1500x500x25mm->

Esse sistema permite derivações e composições de acordo com as necessidades de resistência à umidade e fogo, isolamento acústico ou fixação em grandes vãos (Krüger, 2000). As dimensões nominais e tolerâncias são especificadas por normas, e de forma geral, as placas ou chapas são comercializadas com largura de 1,20 m e comprimentos que variam de 1,80 m a 3,60 m de acordo com o fabricante. Sendo as espessuras de 9,5 mm, 12,5 mm e 15 mm.

Tipos de placas de gesso

A placa Standard (ST) para aplicação em paredes destinadas a áreas secas;

A placa Resistente à Umidade (RU), também conhecida como placa verde, para paredes destinadas a ambientes sujeitos à ação da umidade, por tempo limitado de forma intermitente;

A **Placa Resistente ao Fogo (RF)**, conhecida como placa rosa, para aplicação em áreas secas, em paredes com exigências especiais de resistência ao fogo.



Perfis de Aço para Sistemas Drywall

Os perfis de aço galvanizado usados em divisórias Drywall são fabricados de forma semelhante aos perfis do sistema Light Steel Framing (LSF), mas com chapas de menor espessura, já que não têm função estrutural. As divisórias são compostas por guias superior e inferior e montantes verticais, que formam a estrutura para fixação das chapas.

O espaçamento entre os montantes (modulação) pode ser de **400 mm** ou **600 mm**, dependendo das cargas das placas de fechamento, revestimentos e peças suspensas. Essa modulação racionaliza o sistema, reduzindo desperdícios com cortes, aumentando a industrialização da construção e acelerando a execução.

Tipo de perfil	Desenho	Código	Dimensões nominais (mm)	Utilização
Guia (formato de 'U')		G 48	48/28	Paredes, forros e revestimentos
		G 70	70/28	
		G 75	75/28	
		G 90	90/28	
Montante (formato de 'C')		M 48	48/35	Paredes, forros e revestimentos
		M 70	70/35	
		M 75	75/35	
		M 90	90/35	

Aspetos de Projeto e Execução

Antes de montar o fechamento interno, é essencial compatibilizar os projetos e verificar:

Instalação e impermeabilização do fechamento externo, conclusão das lajes e telhado, finalização de atividades com água e cura dos elementos estruturais.

As lajes e fundações devem estar niveladas e protegidas contra umidade. As instalações hidráulicas e elétricas precisam estar posicionadas para evitar cortes nos perfis.

Além disso, o método de fixação dos perfis deve ser compatível com a base de apoio.



Fonte: <https://www.wcg.net/weghome/categoria/arquitetura/page/15/>

PLACAS DE FIBROCIMENTO

As placas de fibrocimento podem ser utilizadas como fechamento externo ou interno dos painéis, principalmente em áreas molhadas, substituindo o gesso acartonado e em áreas expostas a intempéries. Para uso em pisos é necessário um substrato de apoio, que pode ser de chapas de madeira transformada resistente a água, para proporcionar resistência à flexão.

A principal delas é que existem dois grupos: o com fibras dispersas na matriz, e o com malha de fibra de vidro em ambas as superfícies. Os produtos do primeiro tipo foram desenvolvidos a partir de matrizes de cimento que continham amianto. Com as restrições legais a respeito do uso desse tipo de fibra, as chapas ganharam fibras plásticas, de vidro ou celulósicas (Loturco, 2003).



Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/904662/fachadas-de-fibrocimento-9-bons-exemplos>

Histórico do Desenvolvimento de Fibrocimento sem Amianto

A produção de fibrocimento começou na Austrália em 1917 pela James Hardie, expandindo-se para a Nova Zelândia em 1938. Durante a Segunda Guerra, fibras vegetais foram testadas como alternativa ao amianto, mas o uso foi interrompido após o restabelecimento do suprimento. Nos anos 1970, preocupações com a saúde levaram à substituição do amianto. Em 1981, a Austrália adotou oficialmente fibrocimento livre de amianto, com a James Hardie liderando a transição e disseminando a tecnologia globalmente.

Processo Hatschek de Produção de Fibrocimento

Desenvolvido por Ludwing Hatschek no final do século XIX, o processo Hatschek baseia-se na fabricação de papel e é amplamente utilizado na produção de fibrocimento. A mistura de água, cimento, minerais e fibras forma uma suspensão que é filtrada por cilindros com telas (estágios 1 e 2). As camadas acumuladas são transferidas para um feltro, passando por caixas de vácuo para remoção de água (estágio 3). Depois, são prensadas e uniformizadas, formando o produto final (estágios 4 e 5). O processo evoluiu, mas seus princípios permanecem os mesmos.



Fonte: <https://www.sinoma-wuhan.com/inquiry>

Componentes do fibrocimento

Fibrocimento sem amianto é constituído basicamente por diferentes percentagens de cimento Portland, calcário, fibras vegetais e sintéticas, abaixo está a definição e a função de cada componente.

Cimento Portland e adições

O cimento Portland é o componente principal, têm a função de ligante, podendo representar valores superiores a 80% da massa de materiais secos que formam o compósito (CHUNG, 2005).



Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/915670/como-os-paineis-de-fibrocimento-sao-fabricados>

Fibras Celulósicas em Fibrocimento

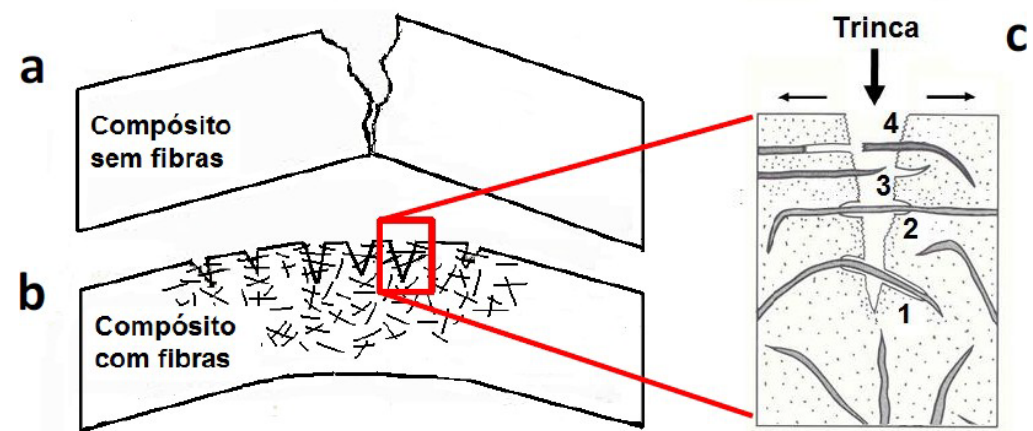
As fibras celulósicas, extraídas de fontes vegetais como a madeira, são sustentáveis, biodegradáveis e de baixo custo (Savastano et al., 2003). Elas auxiliam na retenção de partículas de cimento, melhorando a trabalhabilidade da mistura e proporcionando reforço inicial na cura (Toledo Filho et al., 2000). A polpa kraft, um tipo de celulose quimicamente processada, é usada no processo Hatschek para produzir placas delgadas com boa distribuição de fibras na matriz cimentícia (John et al., 2005).



Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/915670/como-os-paineis-de-fibrocimento-sao-fabricados>

Fibras Sintéticas em Fibrocimento

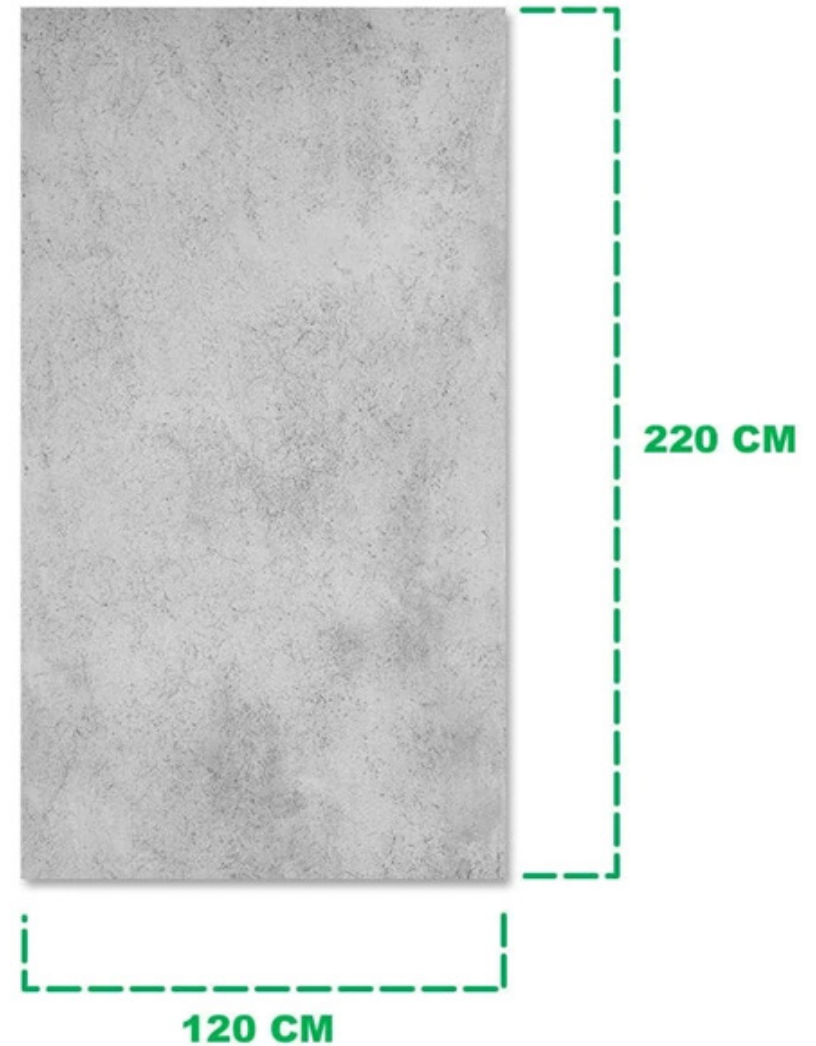
As fibras sintéticas são amplamente utilizadas para melhorar a resistência mecânica e a durabilidade do fibrocimento. Apesar das vantagens das fibras sintéticas, seu alto custo e disponibilidade limitada representam desafios para a produção de fibrocimento de baixo custo (Savastano & Agopyan, 1999). Uma alternativa para reduzir os custos é diminuir a quantidade de fibras sintéticas sem comprometer o desempenho mecânico do material.



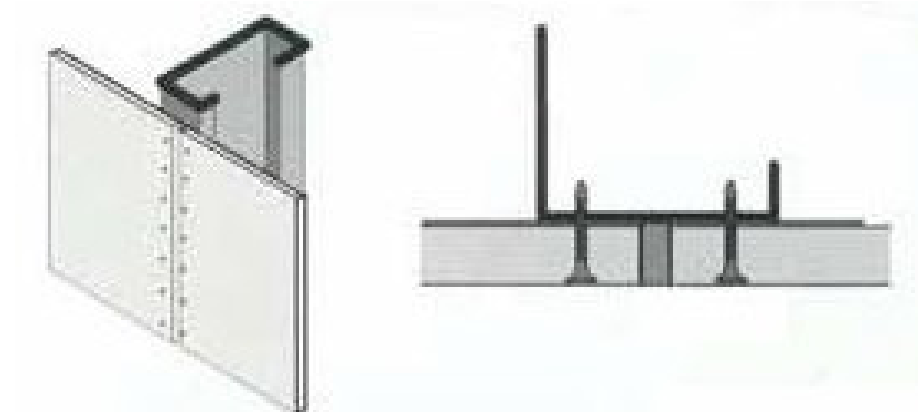
Fonte: DANILLO WISKY SILVA, LAVRAS - MG

Espessura da placa		Aplicação Usual	
6 mm	Podem ser aplicadas em divisórias leves e paredes secas internas, onde não existam aplicações de cargas suportadas diretamente pela placa.		
8 mm	Podem ser aplicadas em divisórias leves e paredes internas e externas, em áreas secas e úmidas, podendo existir aplicações de cargas suportadas pela placa.		
10 mm	Utilizadas para áreas secas e molhadas, internas ou externas. Ideal para paredes estruturais, melhorando a resistência contra impactos, aplicações de carga e isolamentos termo/acústicos.		

Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/904662/fachadas-de-fibrocimento-9-bons-exemplos>



Basicamente, a junta pode se apresentar de duas formas: a junta aparente e a junta invisível. No caso de juntas aparentes, a aplicação de perfis ou selantes elastoméricos destacam visualmente a junta e podem ser a melhor alternativa no caso de placas que possuem o coeficiente de variação dimensional muito alto. Para esse tipo de junta as bordas da placa devem ser planas.



As juntas invisíveis devem ser tratadas de acordo com especificações de cada fabricante das placas e dos produtos de rejuntamento, porém é sempre indicado um reforço sobre a junta de tela de fibra de vidro resistente a alcalinidade. As bordas das placas devem ser rebaixasadas para garantir o nivelamento do tratamento da junta.

As juntas devem apresentar no mínimo 3 mm entre as placas.



Fonte RENATA CRISTINA MORAES DE CRASTO

LIGAÇÕES E MONTAGEM

Existe uma ampla variedade de conexões e ligações para estruturas metálicas e seus componentes, embora nem todas sejam tão utilizadas.

Segundo Elhajj (2004) a escolha de um tipo específico de ligação ou fixação depende dos seguintes fatores:

- Condições de carregamento;
- Tipo e espessura dos materiais conectados;
- Resistência necessária da conexão;
- Configuração do material;
- Disponibilidade de ferramentas e fixações;
- Local de montagem, se no canteiro ou em uma fábrica ou oficina;
- Custo;
- Experiência de mão de obra.



Fonte: <https://perfisa.pt/construcao-em-light-steel-framing/>



Parafusos

Tipos e vantagens:

Parafusos auto-atarraxantes e auto-perfurantes são os mais utilizados. Amplamente disponíveis para diferentes ligações (metal/metal, chapa/metal). Fáceis de aplicar tanto no canteiro quanto na pré-fabricação.

Durabilidade e confiabilidade:

Fabricados em aço carbono com tratamento cementado e temperado.

Revestidos com proteção zinco-eletrolítica, evitando corrosão e mantendo compatibilidade com estruturas galvanizadas.

Dimensões e aplicação:

Tamanhos variam do nº 6 ao nº 14, com mais uso do nº 6 ao nº 10. Comprimentos de ½ pol. a 3 pol., conforme a necessidade. Parafusos devem ultrapassar o último elemento metálico em três passos de rosca.

Fixação entre placas e perfis metálicos:

Deve fixar todas as camadas e ultrapassar o perfil metálico em pelo menos 10 mm.



Fonte: RENATA CRISTINA MORAES DE CRASTO

Os parafusos auto-atarraxantes apresentam dois tipos de ponta: ponta broca e ponta agulha. A espessura da chapa metálica a ser perfurada é que define o tipo de ponta a ser utilizada.



Fonte: RENATA CRISTINA MORAES DE CRASTO

Parafusos com ponta agulha perfuram chapas metálicas com espessura máxima de 0,84 mm (Elhajj, 2004) e são recomendados para uso em perfis metálicos não estruturais como os usados em drywall.

Os parafusos com ponta broca são utilizados em chapas metálicas com espessura mínima de 0,84 mm (Elhajj, 2004). São muito empregados quando há a conexão de várias camadas de materiais e são os mais recomendados nas ligações de perfis estruturais.

A cabeça do parafuso define o tipo de material a ser fixado. Os parafusos com cabeça tipo lentilha, sextavada e panela são empregados para a fixação de perfis metálicos entre si (ligação metal/metal). Já os parafusos com cabeça tipo trombeta servem para a fixação de placas de fechamento nos perfis metálicos. Outras características podem ser asas no corpo do parafuso para a fixação de placas de fechamento como OSB e placas de fibrocimento, e ranhuras na cabeça tipo trombeta.



Fonte: RENATA CRISTINA MORAES DE CRASTO

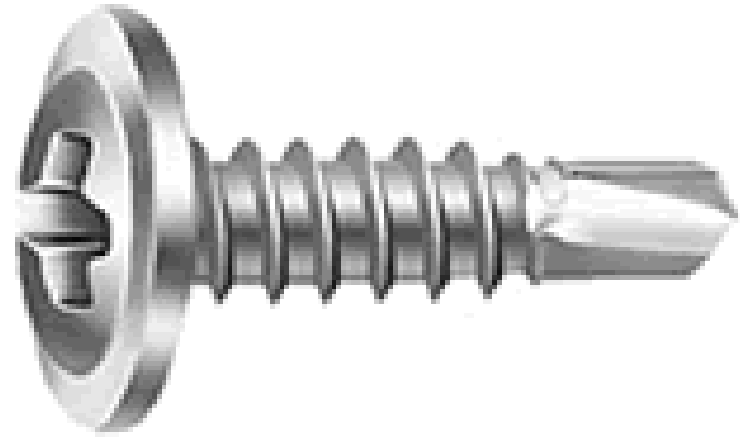
Tipos de cabeça de parafusos mais utilizados em ligações com LSF.

Respetivamente: cabeças lentilha, sextavada, panela e trombeta.

Aplicações

Parafuso cabeça lentilha e ponta broca

Normalmente utilizado nas ligações tipo metal/metal, ou seja, entre perfis e em fitas metálicas. Sua cabeça larga e baixa permite fixar firmemente as chapas de aço sem que estas se rasguem e sem causar abaulamentos nas placas de fechamento. É principalmente utilizado na ligação entre montantes e guias.



Parafuso cabeça sextavada e ponta broca

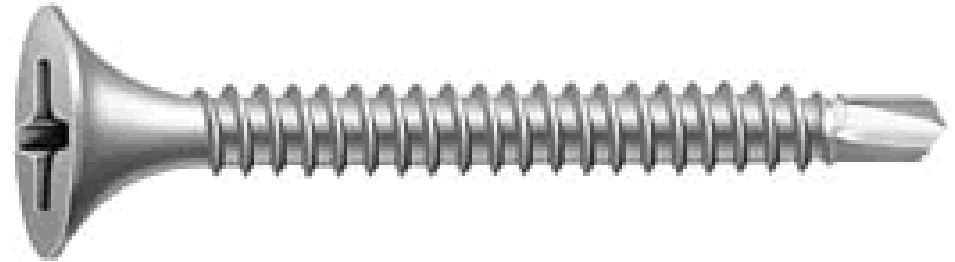
Também conhecido como parafuso estrutural é utilizado na ligação entre painéis, de perfis em tesouras, enrijecedores de alma em vigas de piso e nas peças de apoio das tesouras. O perfil da sua cabeça impede que seja utilizado onde uma placa é posteriormente colocada.



Fonte: RENATA CRISTINA MORAES DE CRASTO

Parafuso cabeça trombeta e ponta broca

É utilizado na fixação de placas de gesso e OSB. Sua cabeça permite a total penetração no substrato, ficando rente à superfície. Disponível em diversos comprimentos dependendo da quantidade de camadas de chapas a serem fixadas.



Parafuso cabeça trombeta e ponta broca com asas

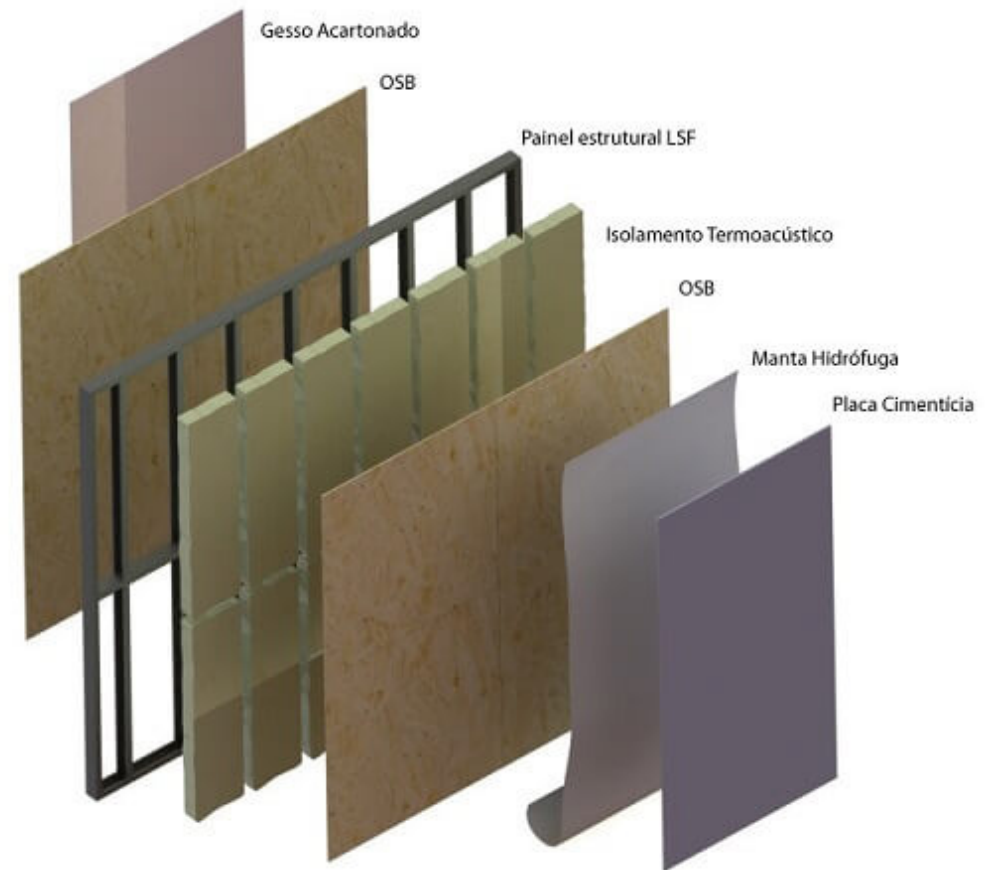
Usado na fixação de placas cimentícias. A cabeça tipo trombeta permite a total penetração no substrato. As asas, que se encontram entre a ponta e a rosca, proporcionam uma perfuração de maior diâmetro na placa, não permitindo que os filamentos do material que a compõem obstruam a perfuração. Estas asas se desprendem quando fazem contato com o perfil metálico onde se fixa a placa.



Fonte: RENATA CRISTINA MORAES DE CRASTO

ISOLAMENTO TERMO-ACÚSTICO

O desempenho Termo acústico de uma edificação depende de fatores como localização, fechamentos, coberturas, esquadrias e posicionamento das aberturas. O isolamento termo acústico controla o conforto interno, reduzindo a transmissão de sons e variações térmicas. No isolamento térmico, a resistência dos materiais é essencial para minimizar perdas de calor no inverno e ganhos no verão. Em construções LSF (Light Steel Frame), é importante evitar pontes térmicas devido à alta condutividade do aço, usando isolantes como lã mineral e poliestireno expandido. Já o isolamento acústico segue o princípio massa-mola-massa, utilizando materiais porosos, como lã de vidro, para absorver e dissipar a energia sonora.



Fonte: <https://blog.ipog.edu.br/engenharia-e-arquitetura/alvenaria-estrutural/>

NORMAS INTERNACIONAIS

O Brasil possui um conjunto robusto de normas técnicas desenvolvidas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) para regular o uso do sistema LSF:

ABNT NBR 16970:2022 (Sistema LSF)

Esta norma está dividida em três partes principais:

Desempenho: Define os requisitos para os componentes e o desempenho do sistema, como resistência estrutural, conforto térmico e acústico.

Projeto Estrutural: Estabelece condições para cálculo e dimensionamento das estruturas em aço formadas a frio.

Interface entre Sistemas: Regulamenta as conexões entre o LSF e outros sistemas, como paredes, pisos e esquadrias.

Para além do Brasil temos normas do Japão, Canada, Estados Unidos da América, China e etc...

NORMAS NACIONAIS

Atualmente, Moçambique tem normas genéricas aplicáveis a materiais e métodos de construção, mas nenhuma diretamente voltada para o LSF. As regulamentações locais seguem o Regulamento de Construção e Urbanização (Decreto-Lei 2/2014), que abrange aspectos gerais de urbanização e edificação.

Possibilidades Futuras

Adaptação de Normas Brasileiras ou Sul-Africanas: Por conta das semelhanças climáticas, Moçambique pode considerar adaptar normas brasileiras (como a ABNT NBR 16970) ou sul-africanas para regulamentar o uso do LSF.

Parcerias para Desenvolvimento de Normas
Uso de Diretrizes Internacionais

VANTAGENS

- Menor peso da estrutura
- Menor tempo de execução, processos construtivos industrializados
- Menor necessidade de trabalhos de fundação
- Elementos estruturais recicláveis
- Menor impacto ambiental
- Utilização de meios de transporte e equipamentos mais ligeiros
- Ligações mecânicas entre os elementos, possibilitando a desconstrução
- Permite projetos arquitetónicos modernos e personalizados.
- Pode ser otimizado com isolamento térmico e acústico adequado, como lã mineral e outros materiais isolantes.
- Resistente a ventos fortes, comuns em regiões sujeitas a ciclones.

DESVANTAGENS

Atualmente, Moçambique tem normas genéricas aplicáveis a materiais e métodos de construção, mas nenhuma diretamente voltada para o LSF. As regulamentações locais seguem o Regulamento de Construção e Urbanização (Decreto-Lei 2/2014), que abrange aspectos gerais de urbanização e edificação.

Possibilidades Futuras

Adaptação de Normas Brasileiras ou Sul-Africanas: Por conta das semelhanças climáticas, Moçambique pode considerar adaptar normas brasileiras (como a ABNT NBR 16970) ou sul-africanas para regulamentar o uso do LSF.

Parcerias para Desenvolvimento de Normas
Uso de Diretrizes Internacionais

ANÁLISE DE FECHAMENTOS PERIMETRAIS

Desempenho dos Materiais

Os materiais utilizados no fechamento perimetral em sistemas LSF desempenham papéis cruciais no conforto térmico, acústico e na resistência estrutural das edificações. As placas cimentícias, por exemplo, oferecem elevada resistência à umidade, ao fogo e a impactos, características essenciais para regiões sujeitas a intempéries severas. Esses materiais também têm baixa manutenção, aumentando a durabilidade das construções. A combinação de placas fibrocimento com sistemas de isolamento, como lã de vidro, potencializa o desempenho térmico e acústico, minimizando pontes térmicas e assegurando maior eficiência energética.

Comparação entre os Principais Materiais Usados para Fechamento do Invólucro

Placas de Fibrocimento:

Resistentes e leves, com bom desempenho estrutural, térmico e acústico, mas requerem acabamentos para evitar fissuras.

Placas de Gesso (Drywall):

Econômicas e fáceis de instalar, porém pouco resistentes à umidade e impactos.

Placas de OSB:

Leves e estruturais, mas exigem impermeabilização para resistir à umidade.

Blocos de Alvenaria:

Tradicionais e estruturais, porém pesados, demorados na instalação e geram mais desperdício.

Viabilidade no Contexto Local

Em Maputo e outras regiões de Moçambique, a viabilidade do sistema LSF com placas de fibrocimento está em fase de transição para se tornar realidade. Segundo o Sr. Ângelo, representante da INFIBRA, há negociações em andamento com a Construa para introduzir placas de fibrocimento e perfis em LSF no mercado nacional. Essa parceria tem o potencial de reduzir custos e facilitar o acesso a esses materiais, tornando o sistema mais competitivo e acessível no país.

Disponibilidade e Custo dos Materiais em Moçambique

Atualmente, os materiais para construção convencional, como blocos de alvenaria e cimento, dominam o mercado moçambicano devido à sua ampla disponibilidade. No entanto, o sistema LSF, integrado com placas de fibrocimento, poderá ganhar espaço à medida que a Construa e INFIBRA consolidarem sua parceria. Essa iniciativa promete ampliar a oferta local, reduzindo os custos associados à importação e aumentando a competitividade do sistema no mercado nacional.

Adaptação do Sistema LSF às Condições Climáticas e Culturais Locais

O sistema LSF, aliado às placas de fibrocimento, adapta-se bem ao contexto climático moçambicano. Sua resistência a ventos fortes e umidade torna-o ideal para regiões sujeitas a ciclones e inundações. Além disso, a leveza e rapidez de construção permitem atender com maior eficiência às demandas por reconstrução em áreas afetadas por desastres naturais. Culturalmente, o desafio é introduzir o conceito de construção industrializada em um mercado predominantemente artesanal, mas campanhas de conscientização e capacitação técnica podem facilitar sua aceitação.

CASOS DE ESTUDO

CASOS DE ESTUDO

OBRA TRANSFORMADORA
Instituto Dona Ana Rosa

PARA VENCER O TEMPO
Vila Olímpica, Maputo



Fonte: Archidaily, Perkinswill

OBRA TRANSFORMADORA

Instituto Dona Ana Rosa

Projeto arquitetônico: Perkins+Will

Área construída: 850 m²

Aço empregado: Perfis em LSF

Projeto estrutural: Kofar Indústria

Fornecimento da estrutura de aço: Kofar Indústria e Comércio de Produtos

Execução da obra: SBN Engenharia

Construção e Acabamentos

Local: Vila Sônia, São Paulo, Brasil

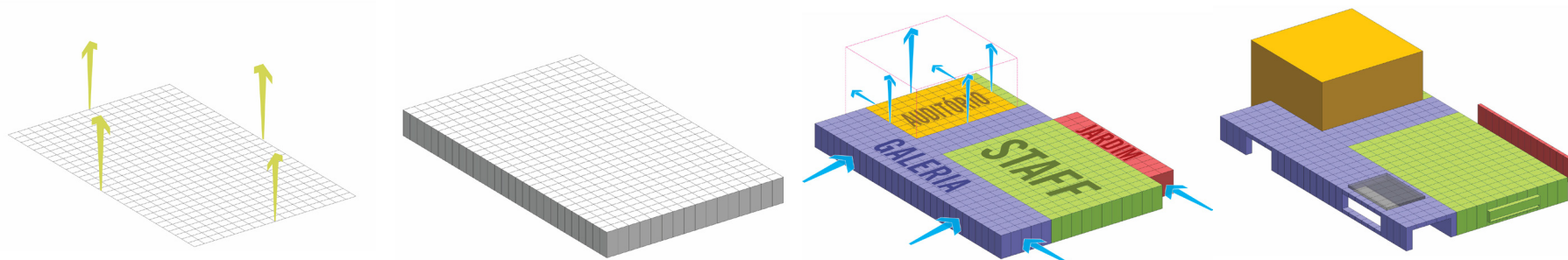
Data do Projeto: 2010-2013

Conclusão da obra: 2013

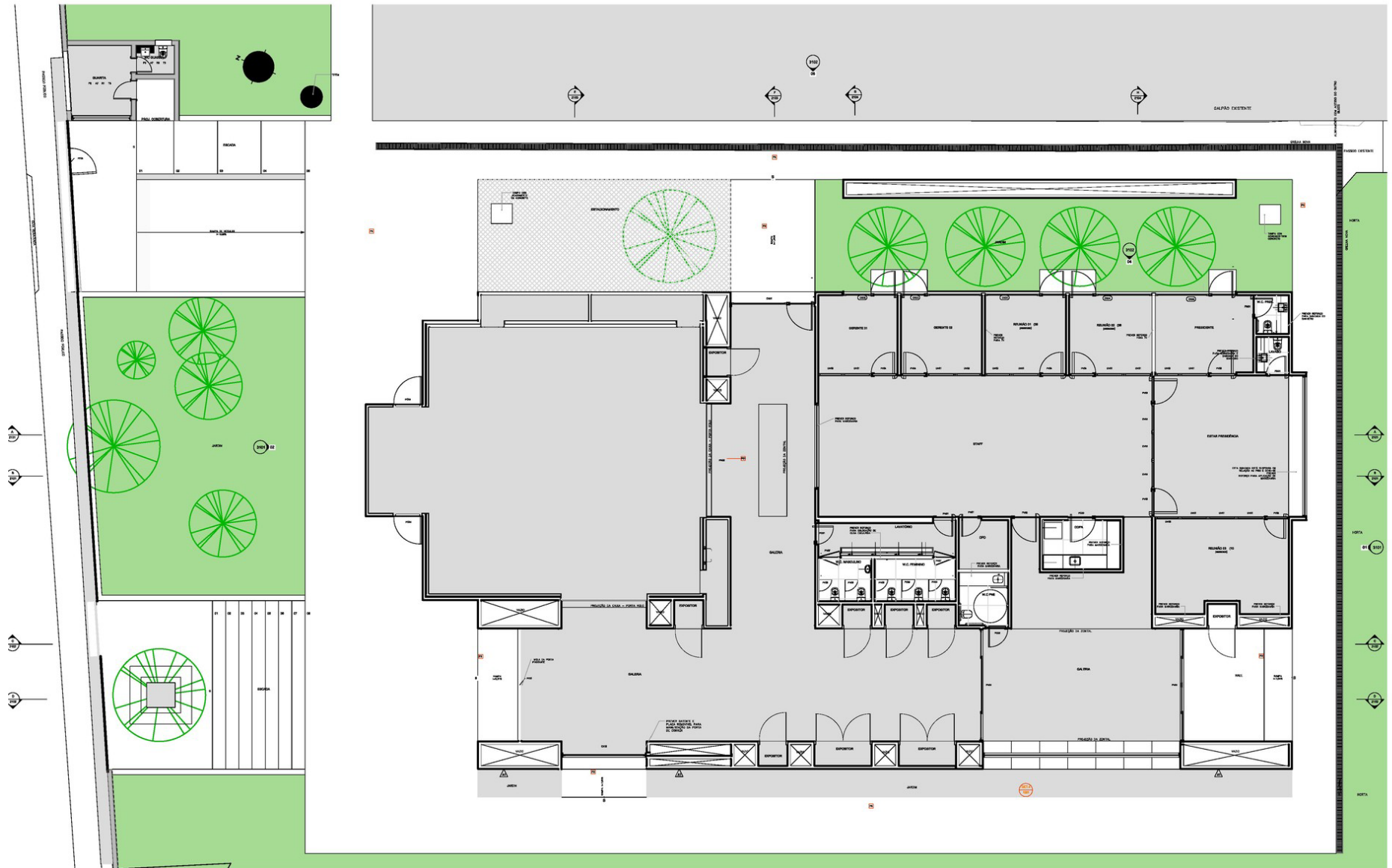
Instituto Dona Ana Rosa, entidade social que atende cerca de 1,5 mil crianças e jovens de baixa renda na zona oeste de São Paulo, Brasil.

O projeto foi idealizado em light steel framing pela flexibilidade e outras propriedades construtivas do sistema. Além de garantir velocidade à obra, a solução em perfis leves de aço se mostrou adequada por atender, também, às exigências do cliente, que buscava uma obra limpa, racional, de baixo impacto e que pudesse, ainda, ser desmontada com facilidade caso o Instituto optasse por mudar sua sede de endereço. "A opção pelo light steel framing se deu, principalmente, pela versatilidade do material. O projeto deveria oferecer a possibilidade de ser desmontado e reaproveitado. Também precisávamos cumprir um enxuto cronograma para atender a um evento da Instituição, fato que acabou favorecendo o uso deste método construtivo", explica o Arq. Tolaine.

As **estruturas em light steel framing** foram projetadas sobre fundação do tipo radier de betão para abrigar diferentes espaços. O projeto estrutural painéis em light steel framing foram fixados no radier por meio de chumbadores de 3/8", a cada 1,20 m nos painéis externos e, nos internos, junto às extremidades e aberturas das portas. Os fechamentos, por sua vez, foram executados em placas de fibrocimento e em madeira para conferir um aspeto sólido à edificação, que abriga uma área de exposição, administração e um teatro."



Fonte: Archidaily, Perknswill





Fonte: Archidaily, Perknswill



Fonte: Autor

PARA VENCER O TEMPO

Vila Olímpica, Jogos Pan-Africanos de Mz

Projeto arquitetónico: Mota-Engil

Área construída: 97.477 m²

Aço empregado: Perfis em LST

Projeto estrutural: Worthington Construction Group

Fornecimento da estrutura de aço: Vela Steel Building Systems

Execução da obra: Mota-Engil e Soares da Costa

Local: Maputo, Moçambique

Data do projeto: 2010-2011

Conclusão da obra: 2011

CONSTRUIR 27 EDIFÍCIOS de quatro andares em tempo recorde foi o desafio do arquiteto José Antonio Ribeiro, da Mota-Engil, ao projetar as instalações que abrigariam cerca de 2.500 atletas durante a décima edição dos Jogos Pan-Africanos, em 2011. Para que ficassem prontas em um prazo de apenas dois anos, as construções verticais, localizadas na periferia de Maputo, em Moçambique, foram idealizadas em light steel framing para atender ao exíguo cronograma da obra e, também, para favorecer sua adaptação após o evento esportivo, quando os alojamentos foram transformados em unidades habitacionais para servir à população local.



Fonte: Arquitetura e Aço
light steel framing, aplicação do sistema construtivo

Assim, os perfis leves de aço galvanizado formados a frio foram fabricados simultaneamente à execução das fundações do empreendimento. O método trouxe mais agilidade e também colaborou para uma maior precisão e resistência estrutural no que diz respeito ao suporte das cargas dos edifícios.

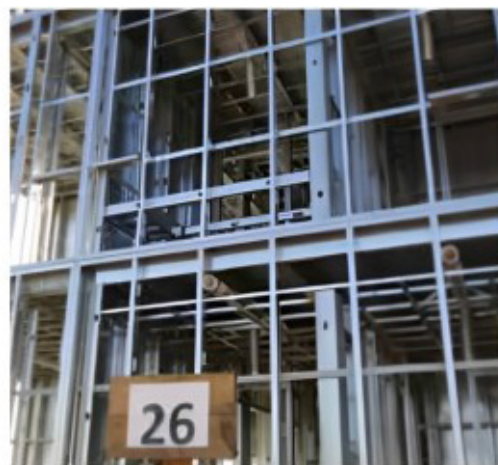
“Priorizamos perfis e painéis de aço resistentes e que tinham a ductilidade como característica principal. Isso foi necessário para assegurar a integridade das estruturas e evitar falhas no caso de um abalo sísmico, evento comum na região. O uso de estruturas em concreto teria imposto uma carga significativamente maior sobre as fundações”. “Priorizamos perfis e painéis de aço que tinham a ductilidade como característica principal para assegurar a integridade das estruturas e evitar falhas no caso de um abalo sísmico”



Obra limpa e rápida

Montadas em apenas oito meses, as estruturas em aço asseguraram organização e limpeza ao canteiro de obras. Com elas, os depósitos de areia e a presença de blocos de cimento foram eliminados, otimizando os custos de maneira significativa. Tanto os elementos metálicos como os não metálicos foram interligados e fixados por meio de parafusos de aço galvanizado perfurantes e roscantes. Nos pisos, um sistema de concreto com gipsita trouxe velocidade à instalação e, ainda, leveza frente ao sistema de Betonagem convencional. As paredes formadas por painéis de light steel framing receberam no fechamento interno placas de gesso acartonado. Já para o fechamento externo, foram utilizadas placas de fibrocimento. O interior dos painéis foi preenchido com mantas de lã mineral para assegurar o isolamento Térmico acústico das unidades habitacionais.

Além da otimização do prazo, o uso do light steel framing trouxe, ainda, outros benefícios ao empreendimento, que ocupa mais de 97 mil m² de área construída e conta com 848 apartamentos. A redução do ruído e de resíduos no local da obra, a baixa emissão de poluentes atmosféricos durante o processo construtivo e a eficiência térmica acústica das edificações são algumas delas. Assim como no Brasil, a presença do sistema construtivo light steel framing no continente africano é relativamente nova. Ele desembarcou na África há dez anos e, desde então, sua participação no mercado local não para de crescer. Perfis leves de aço galvanizado formados a frio foram fabricados simultaneamente à execução das fundações para conferir mais agilidade à obra, que teve suas estruturas montadas em apenas oito meses.

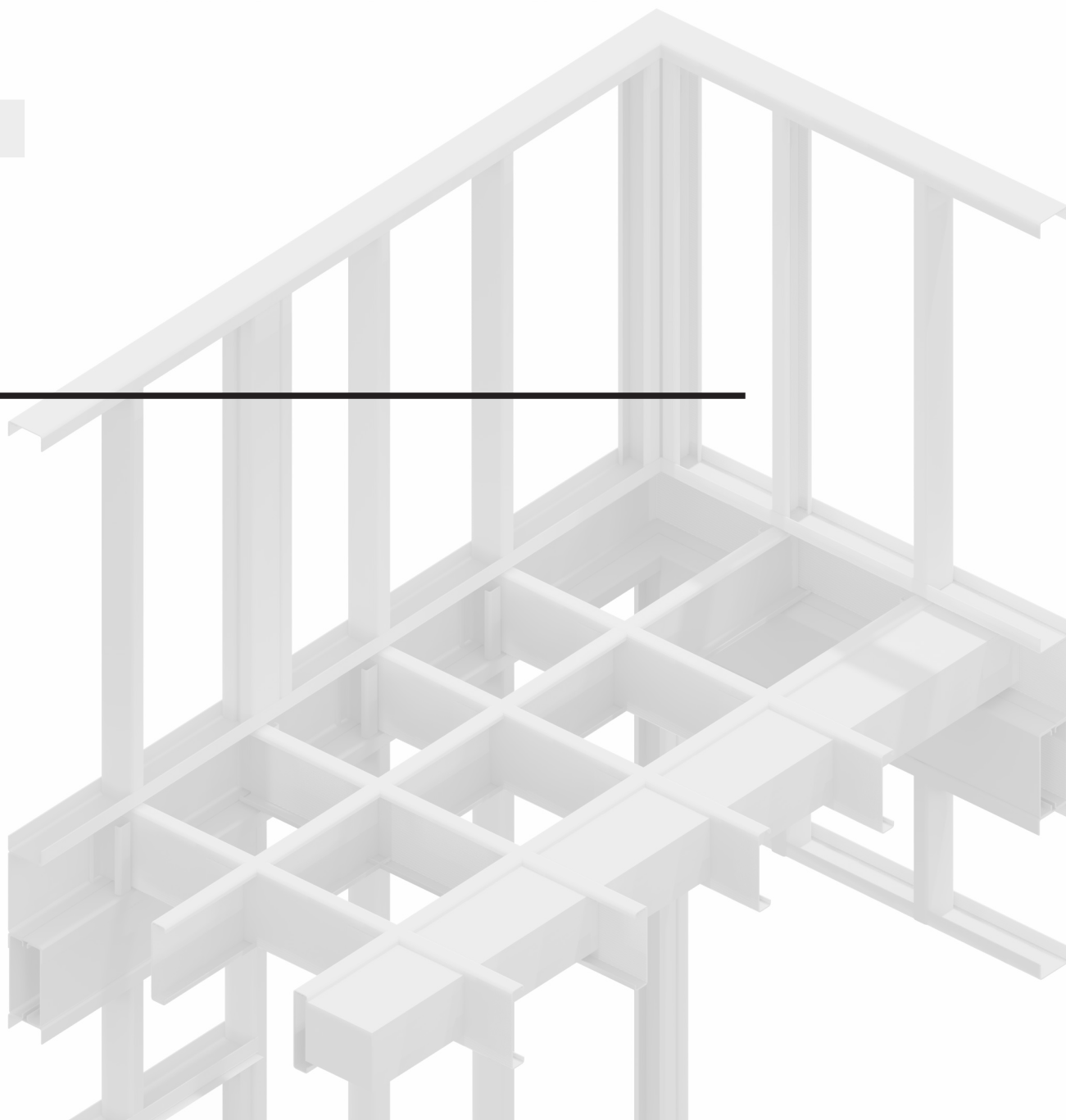


Fonte: Arquitetura e Aço
light steel framing, aplicação do sistema construtivo

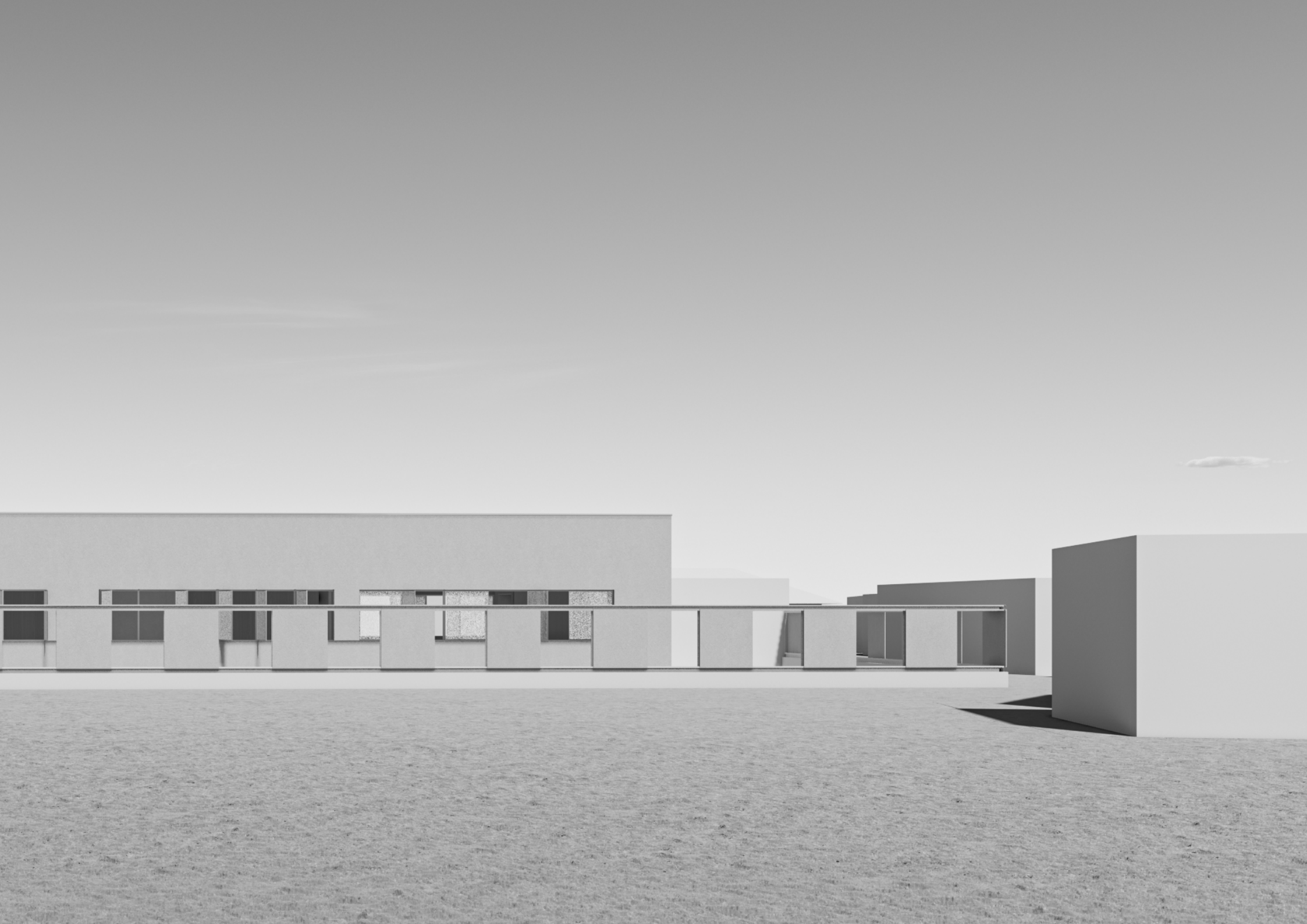
PROTÓTIPO

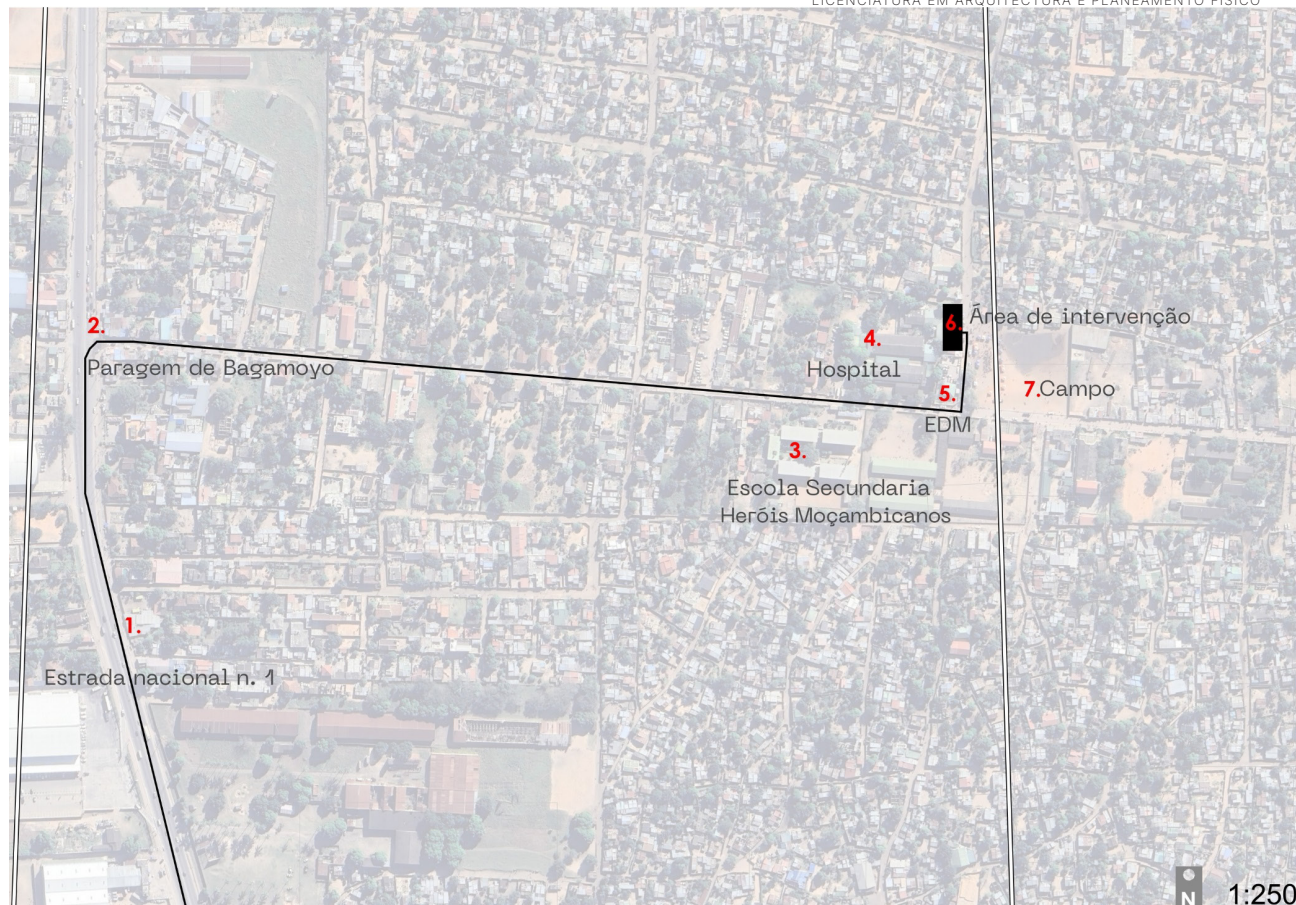
Estrutura Administrativa
do Bairro Bagamoyo

Processo Construtivo









LEGENDA

- 1. N1
- 2. Paragem de Bagamoyo
- 3. Escola Secundaria Heróis Moçambicanos
- 4. Hospital de Bagamoyo
- 5. EDM
- 6. Área de intervenção
- 7. Campo

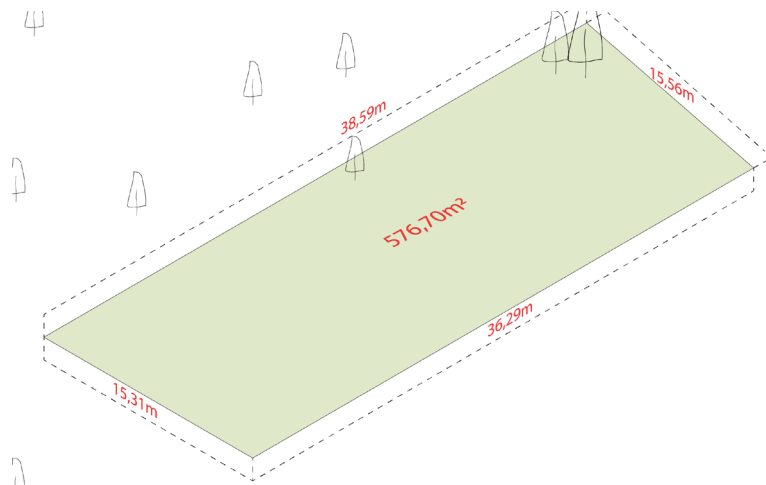


Área de Intervenção

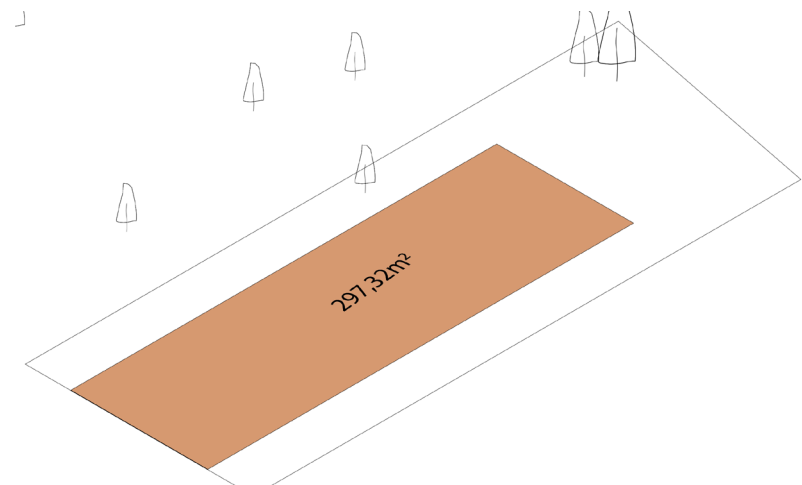
Bairro de Bagamoyo

Estrutura Administrativa do Bairro Bagamoyo

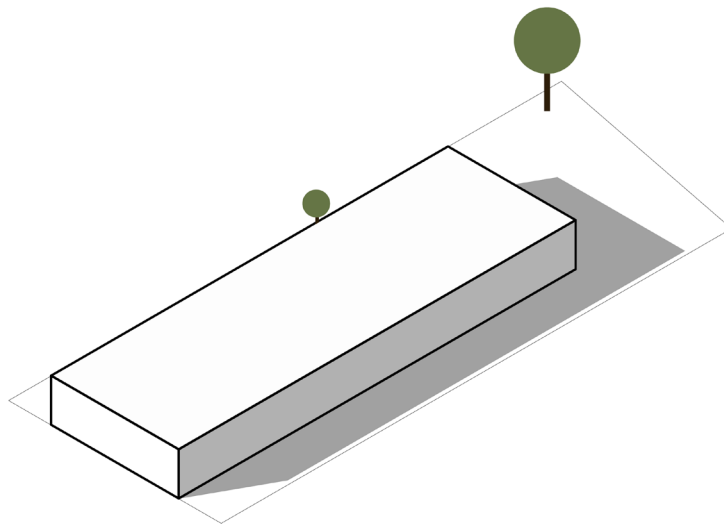
Durante as manifestações, a sede do bairro Bagamoyo foi vandalizada e parcialmente incendiada. Esta proposta visa reconstruí-la e ampliá-la, tornando-a mais funcional e confortável para as reuniões comunitárias. O objetivo é melhorar a infraestrutura e oferecer um espaço mais seguro e adequado para a população.



Talhão



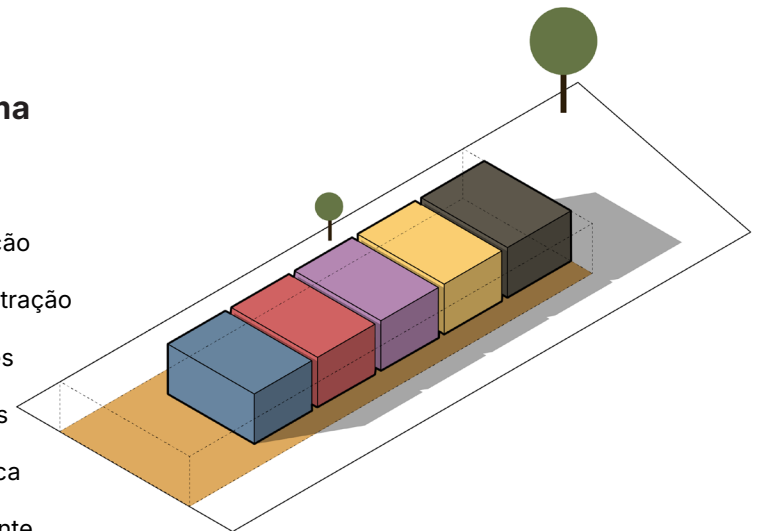
Área a construir

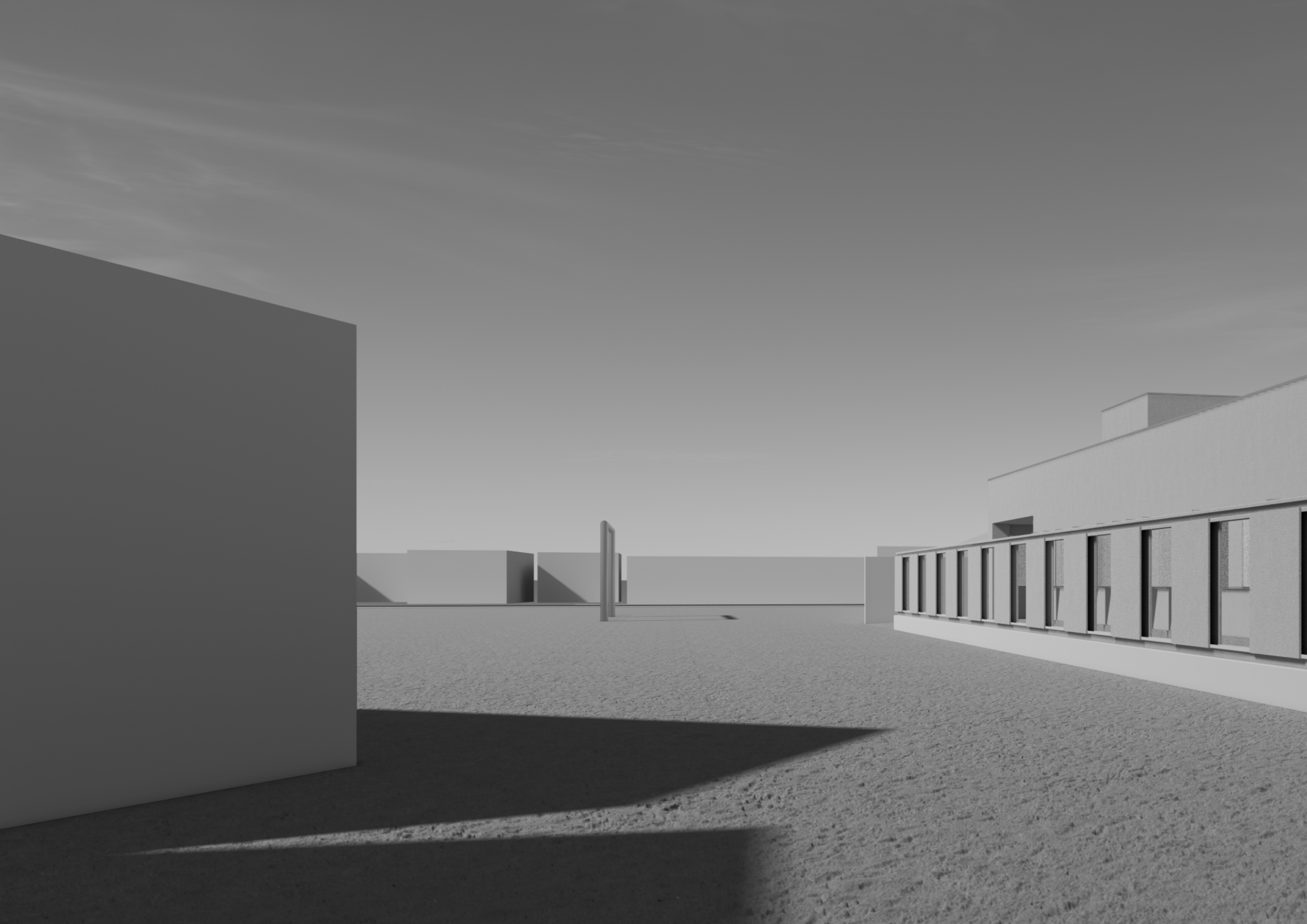


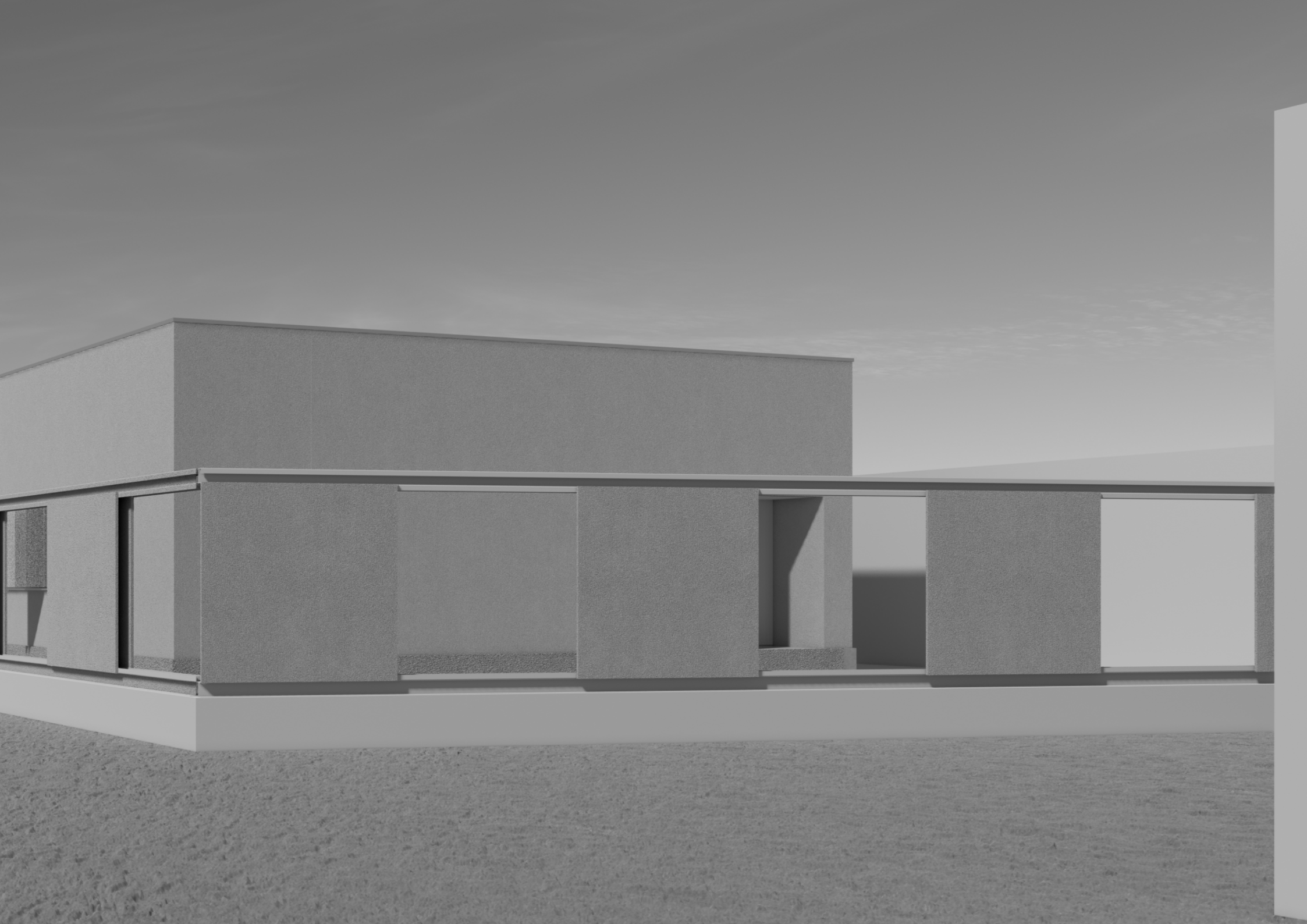
Volume

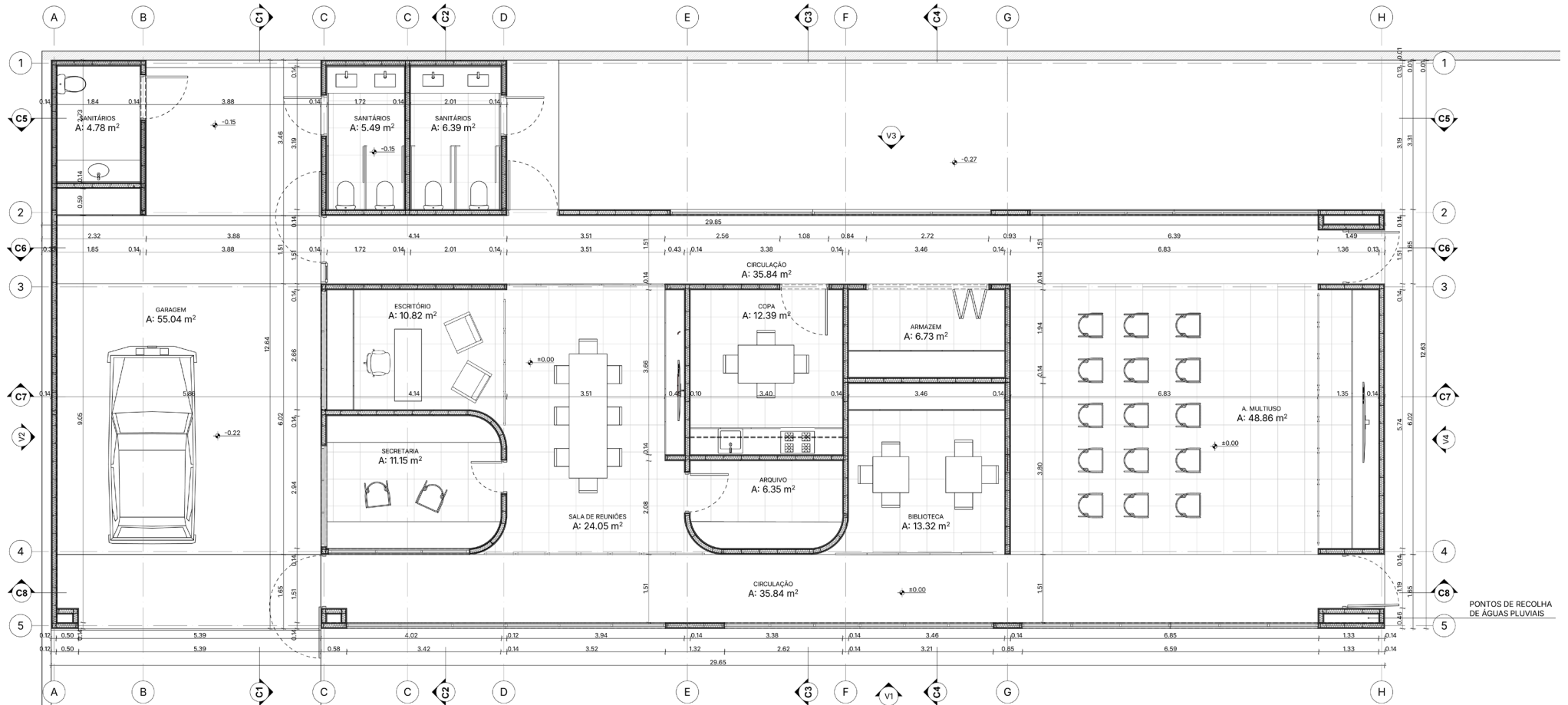
Programa

- Circulação
- Administração
- Reuniões
- Serviços
- Biblioteca
- Polivalente







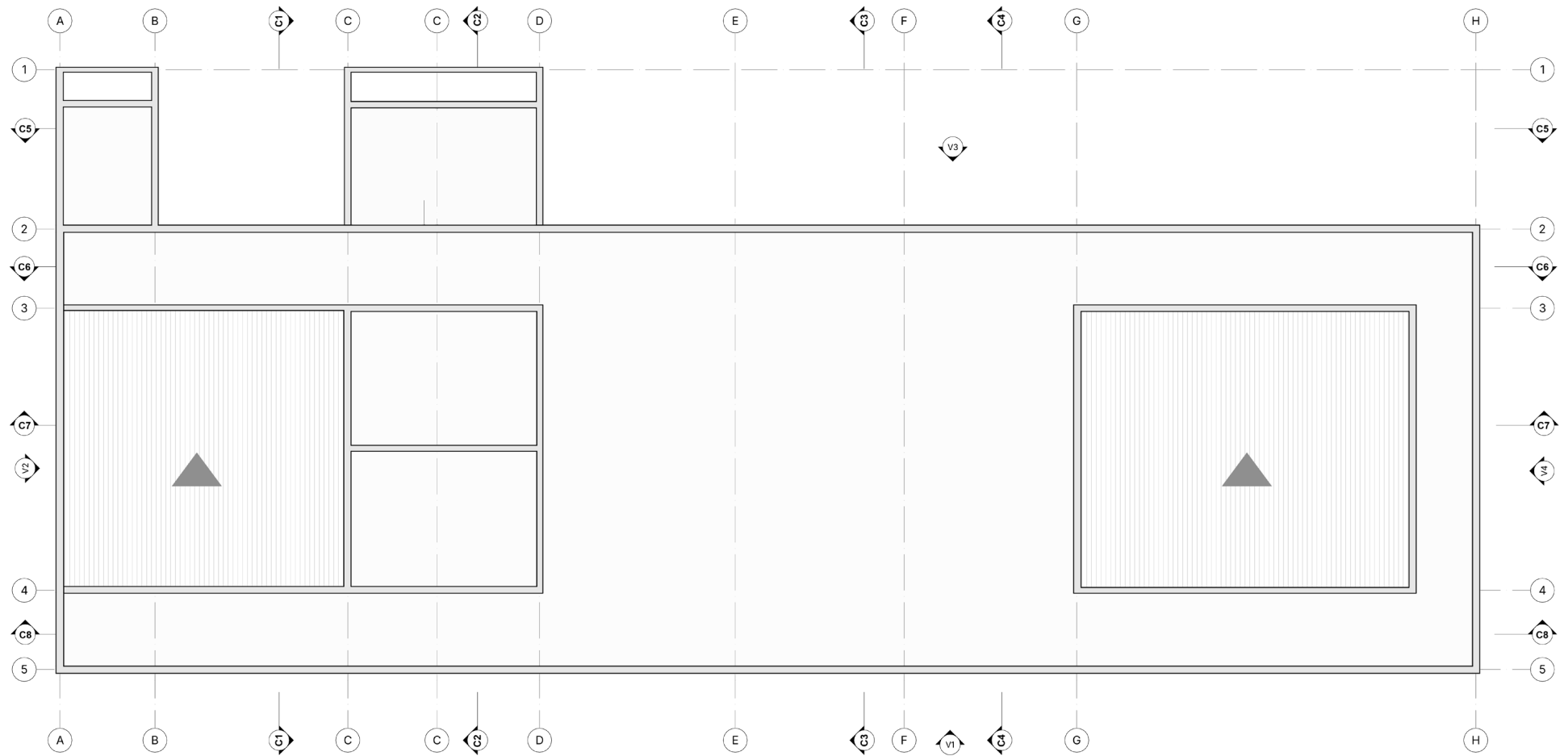


PONTOS DE RECOLHA
DE ÁGUAS PLUVIAIS



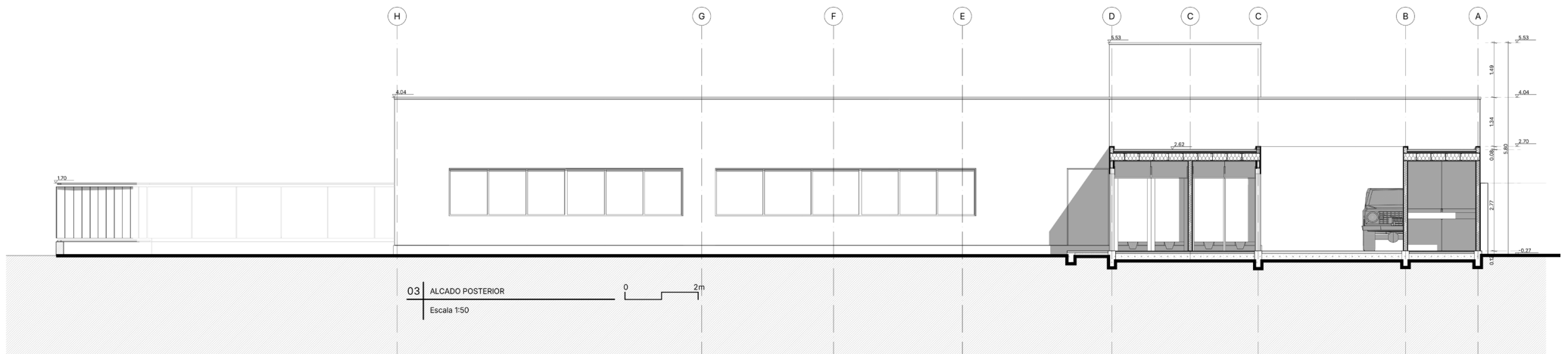
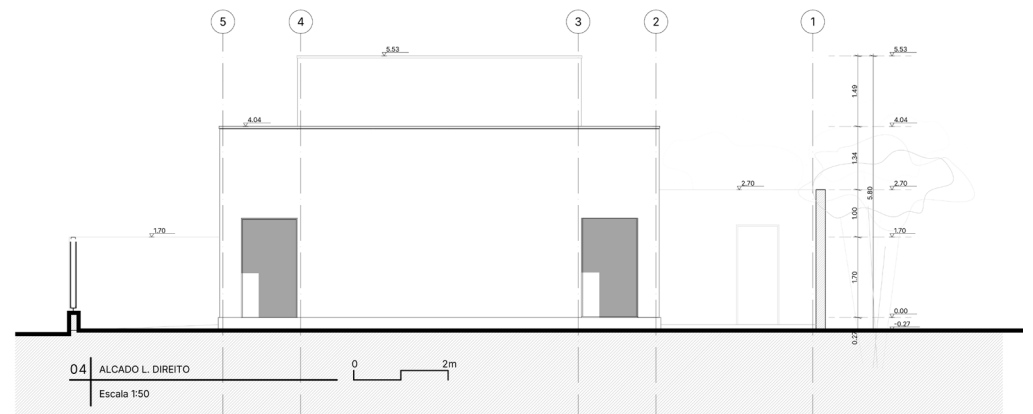
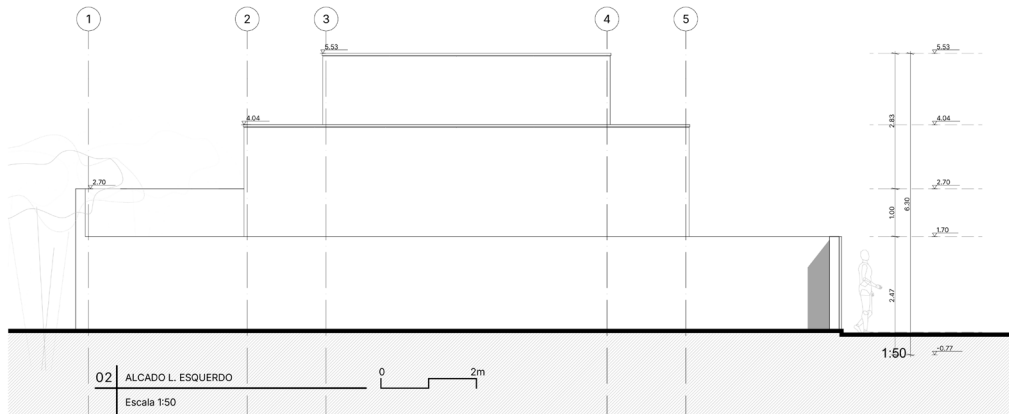
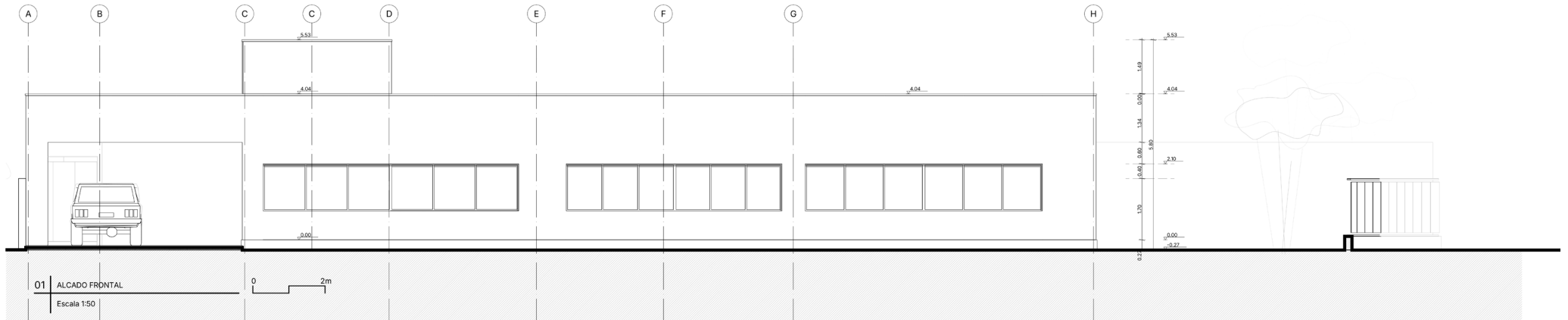
01 PLANTA BAIXA
Escala 1:50

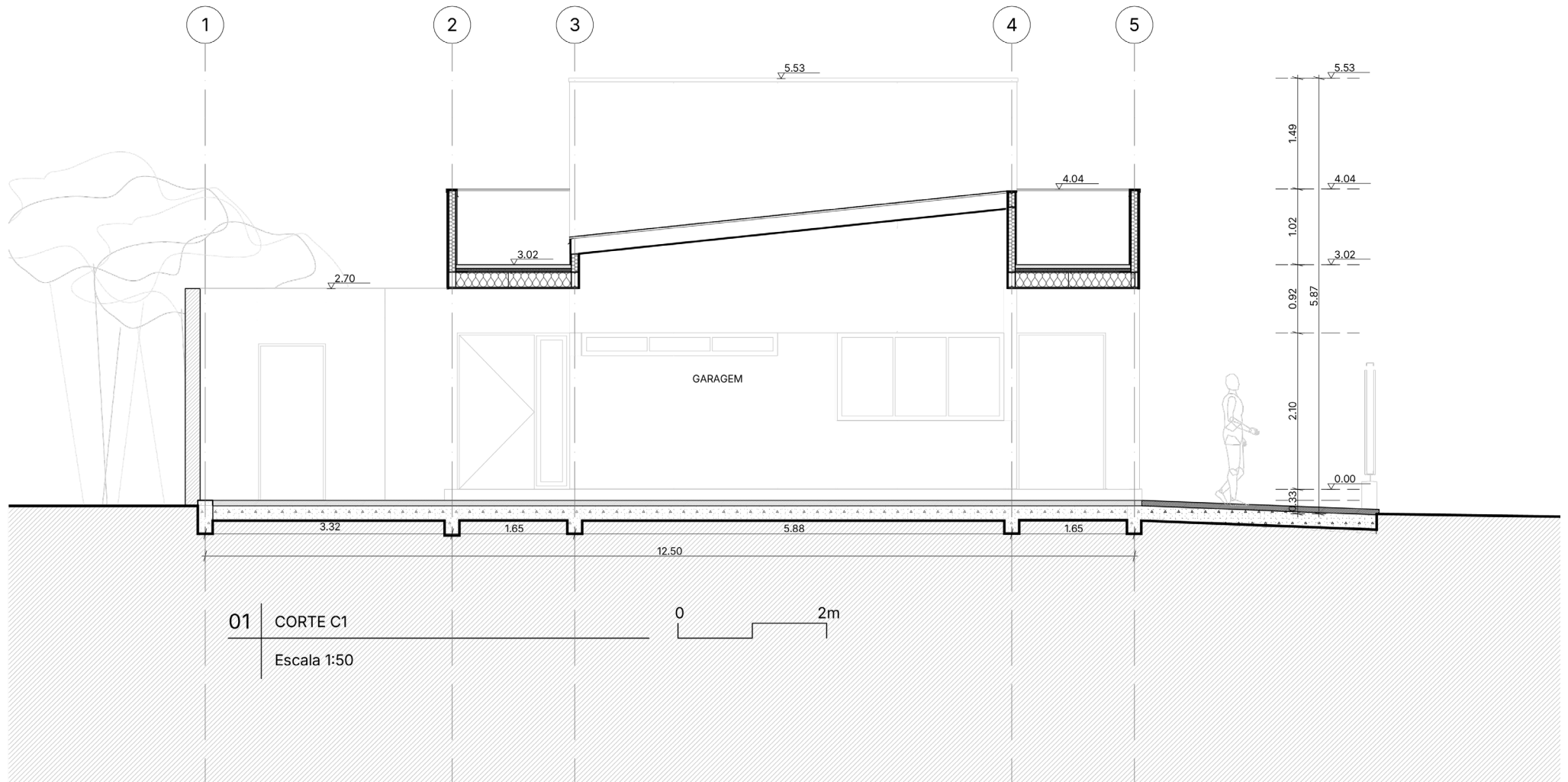
0 2m

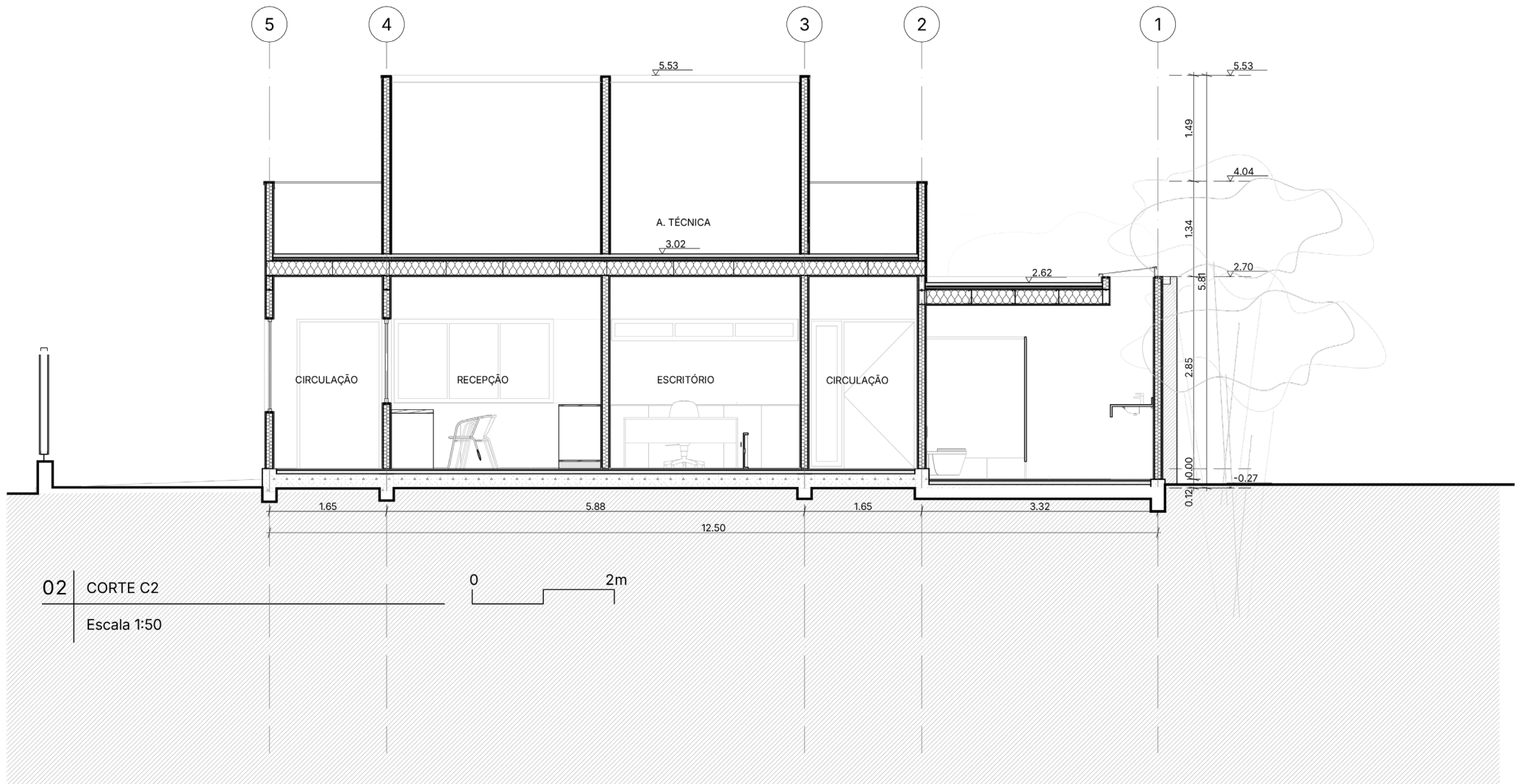


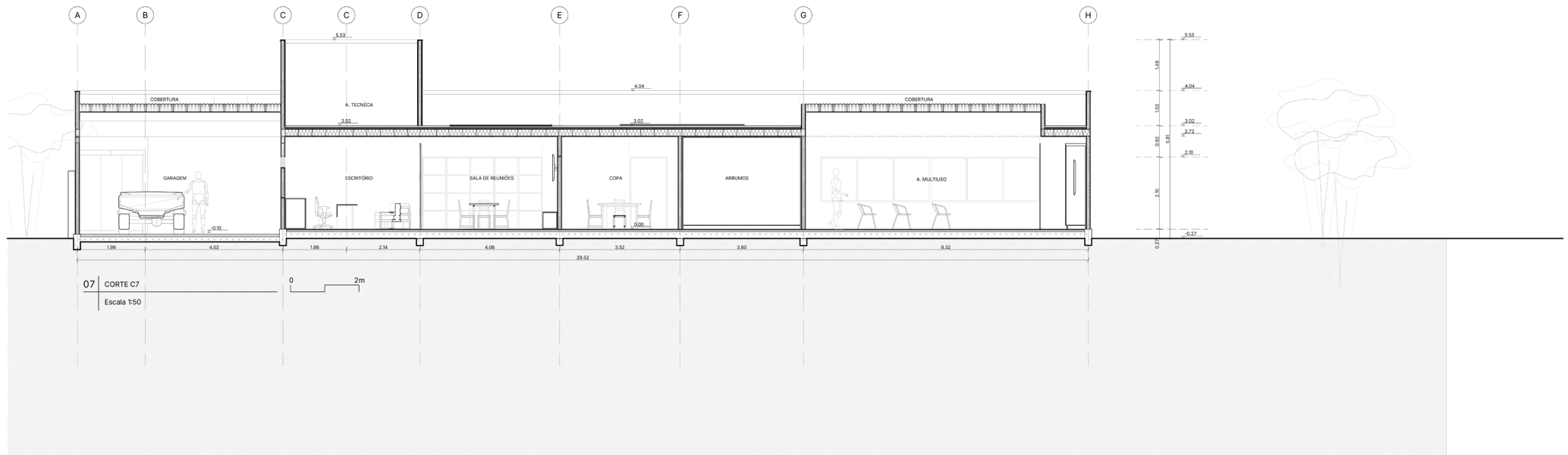
02 PLANTA DE COBERTURA
Escala 1:50

0 2m

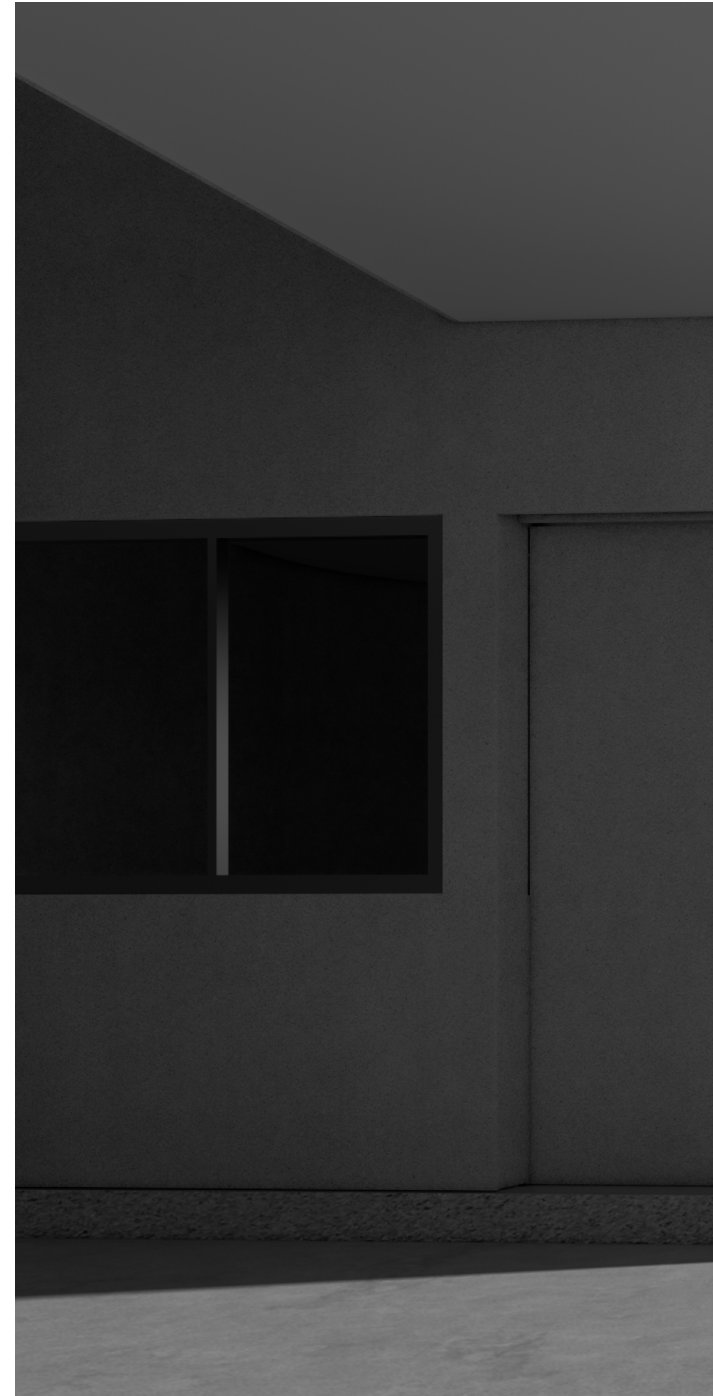


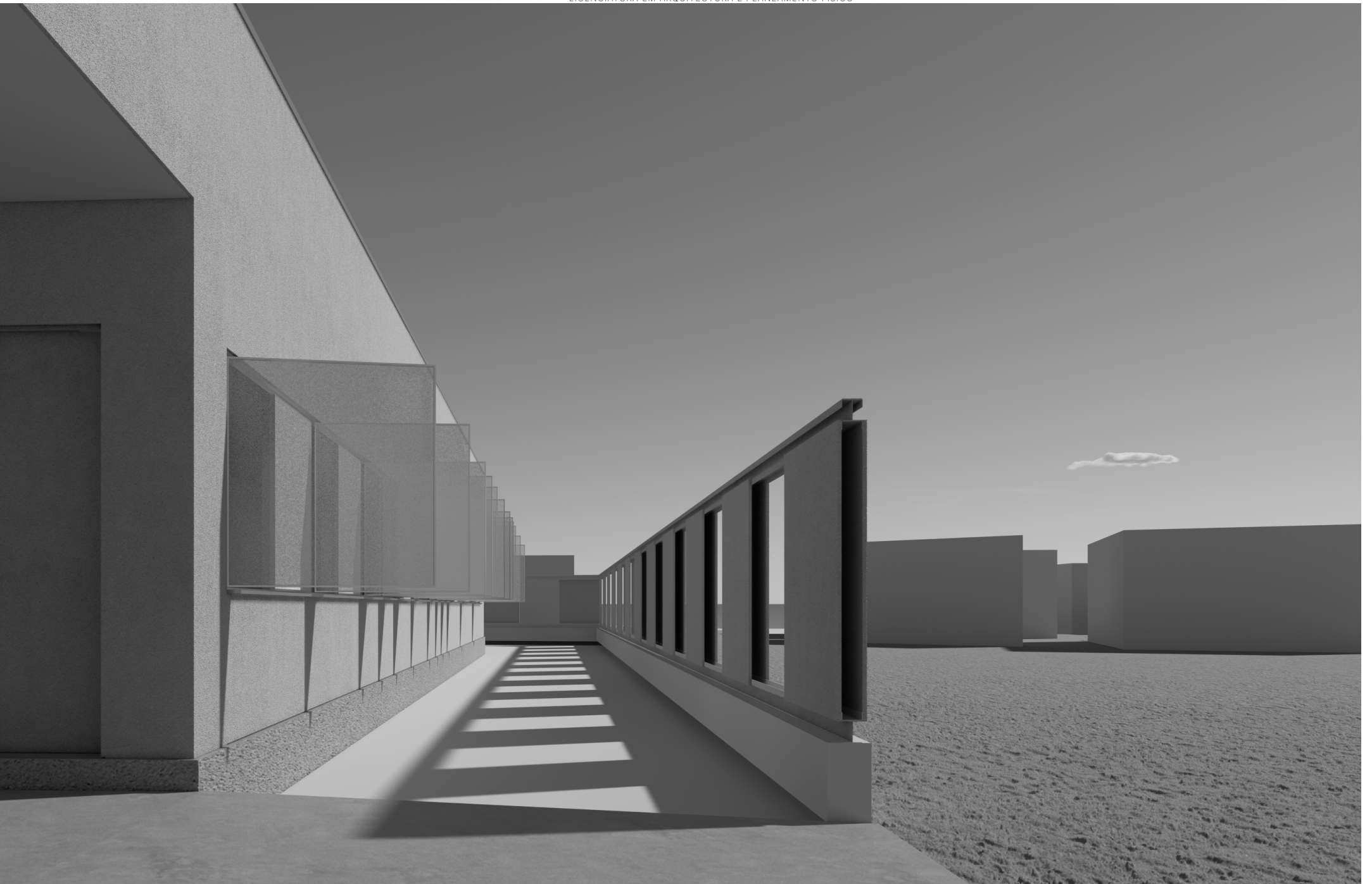


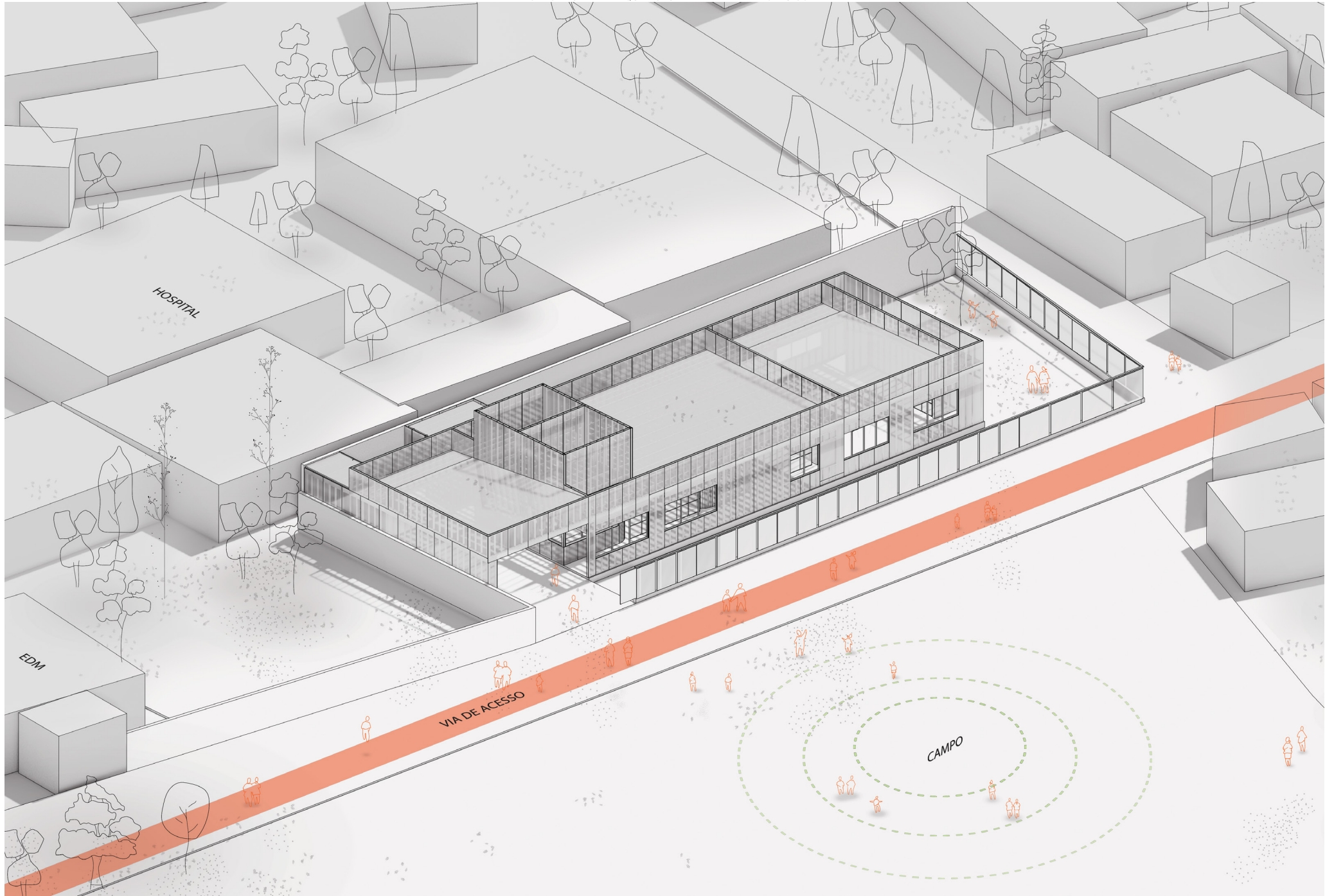


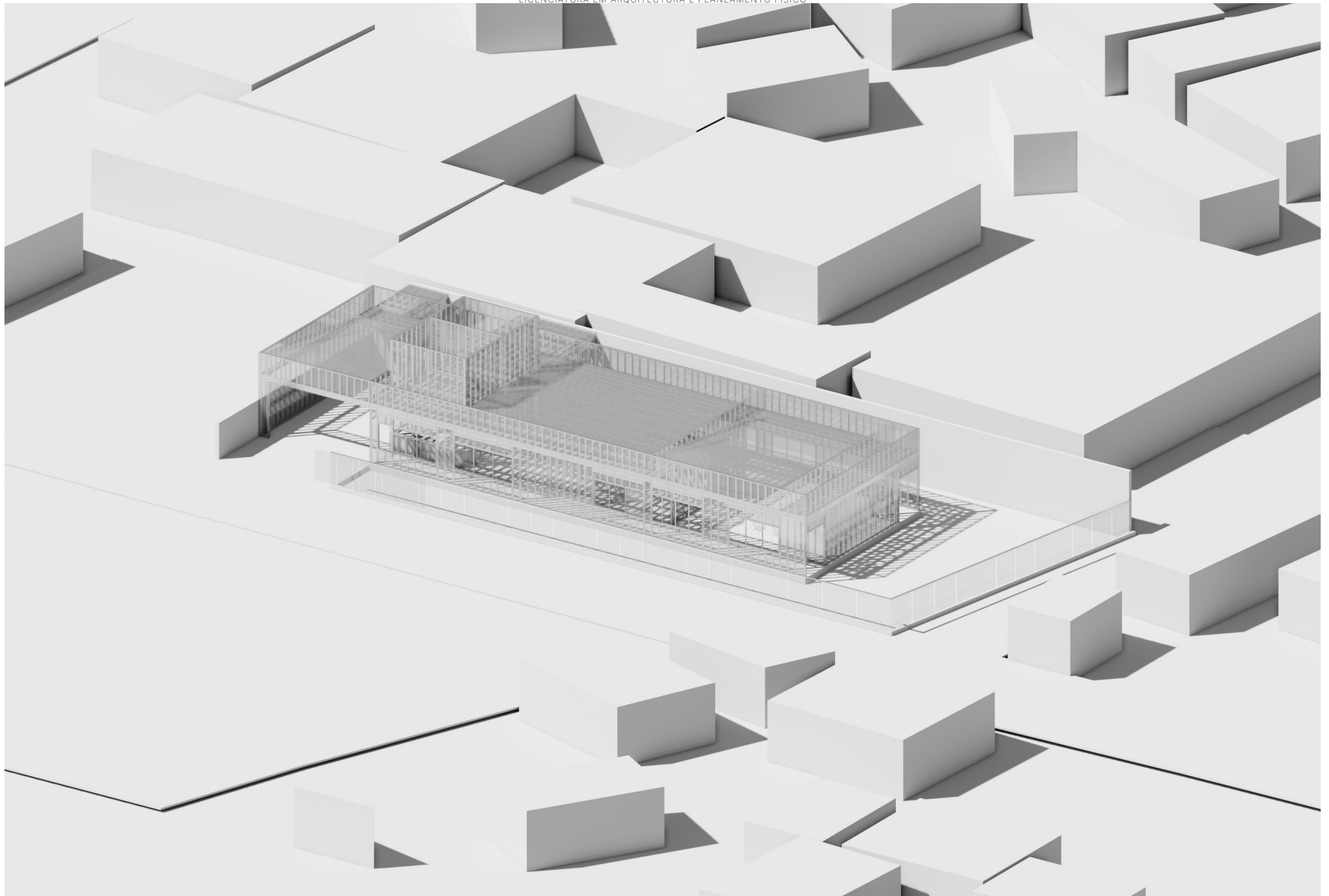










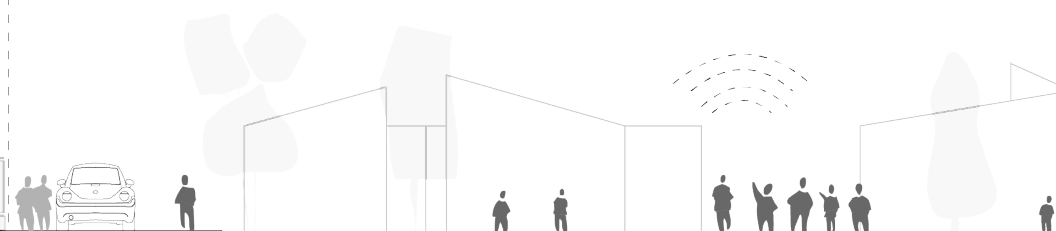
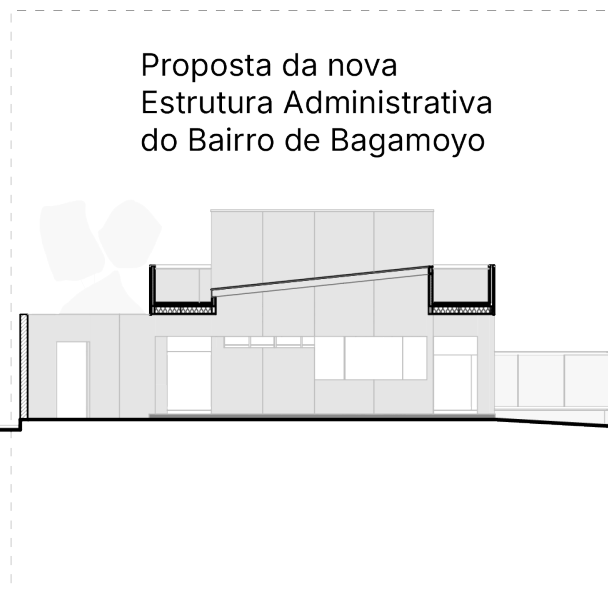


Bagamoio Centro
De Saúde Urbano A

Proposta da nova
Estrutura Administrativa
do Bairro de Bagamoyo

Vias internas

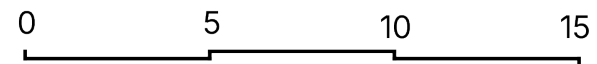
PLANO GERAL

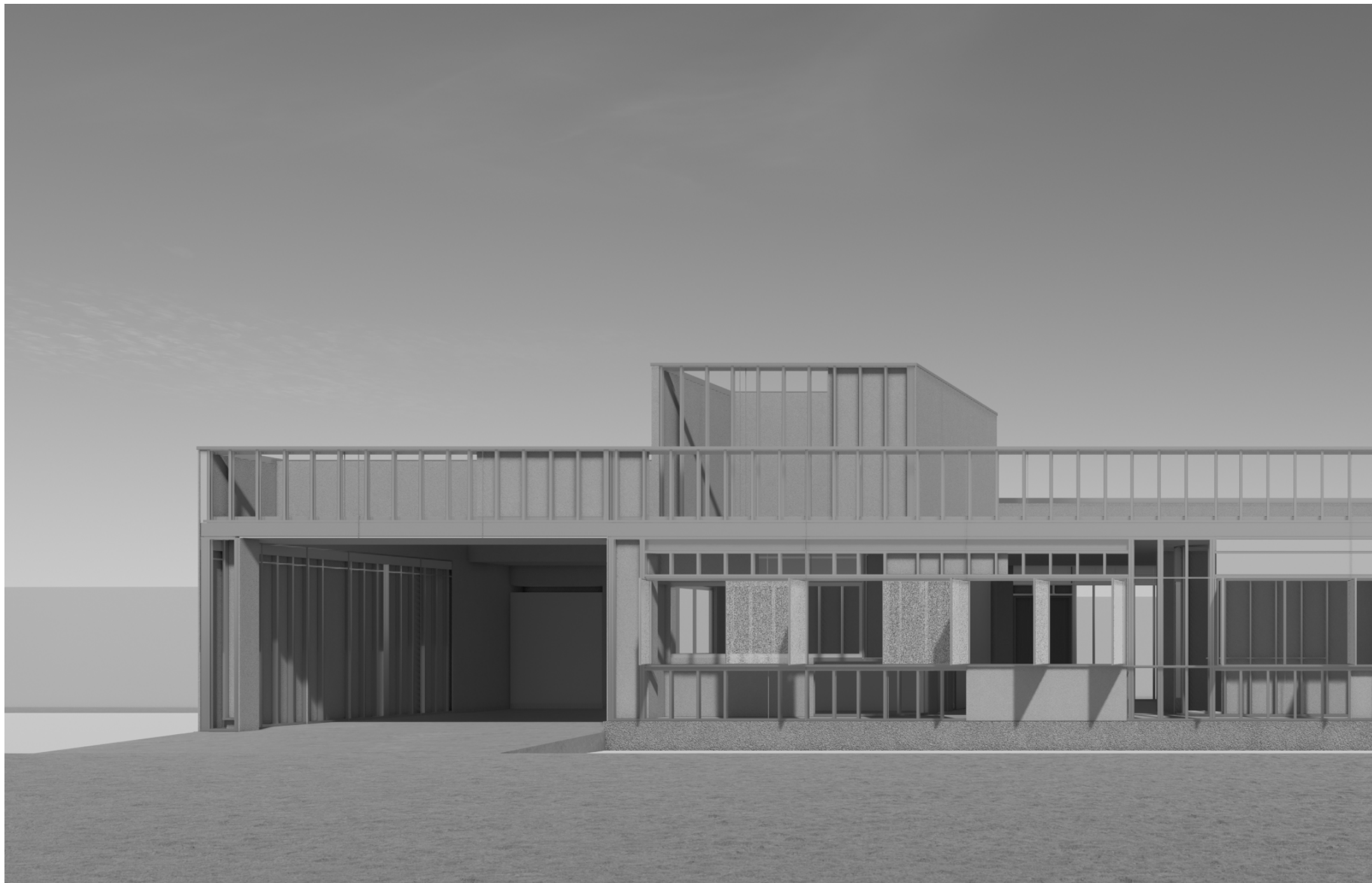


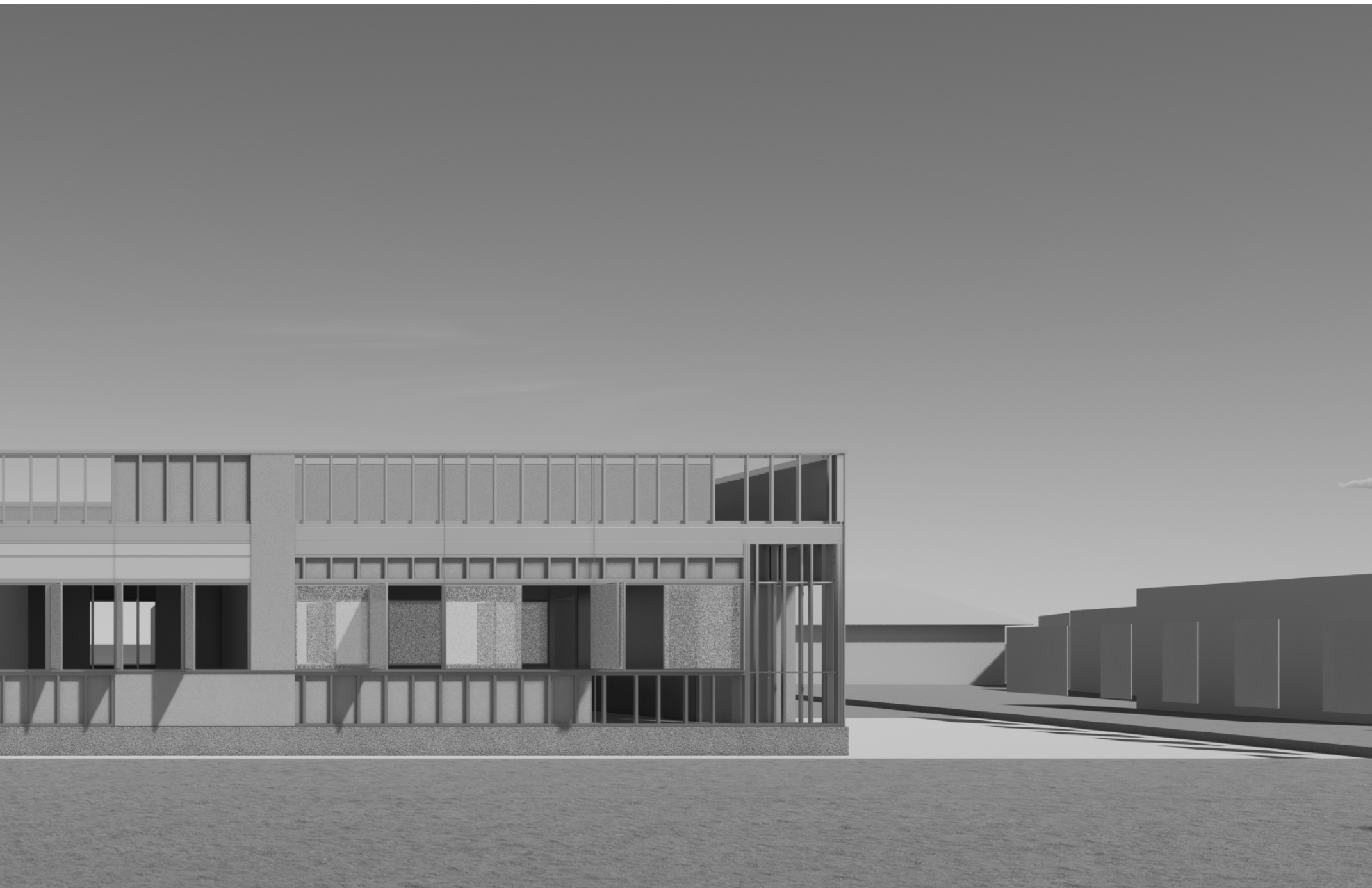
Zona Habitacional

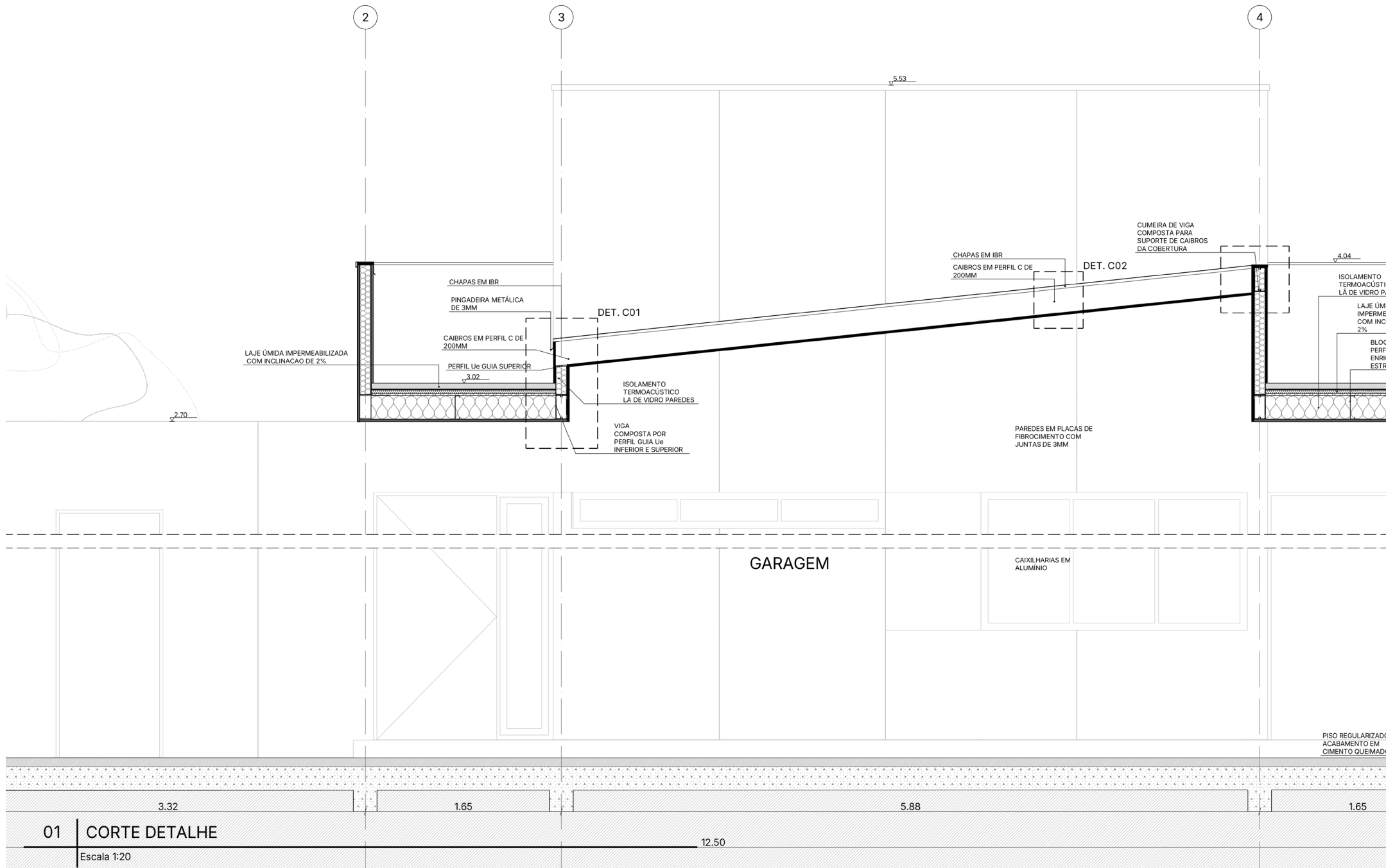
Zona de estacionamento
privado
Pequeno Mercado

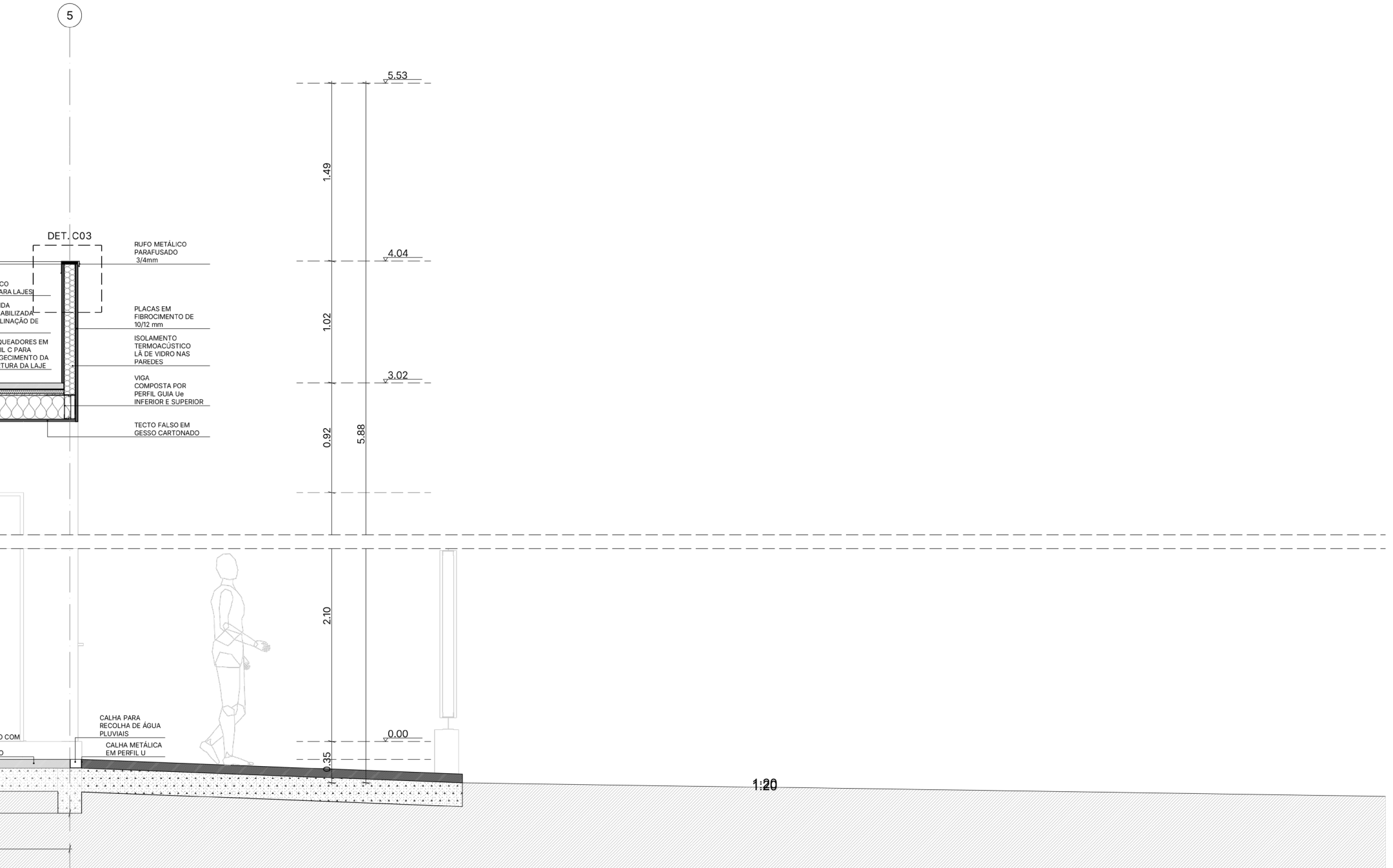
Campo Municipal de Bagamoyo
Único espaço público onde ocorrem
diversas actividades recreativas

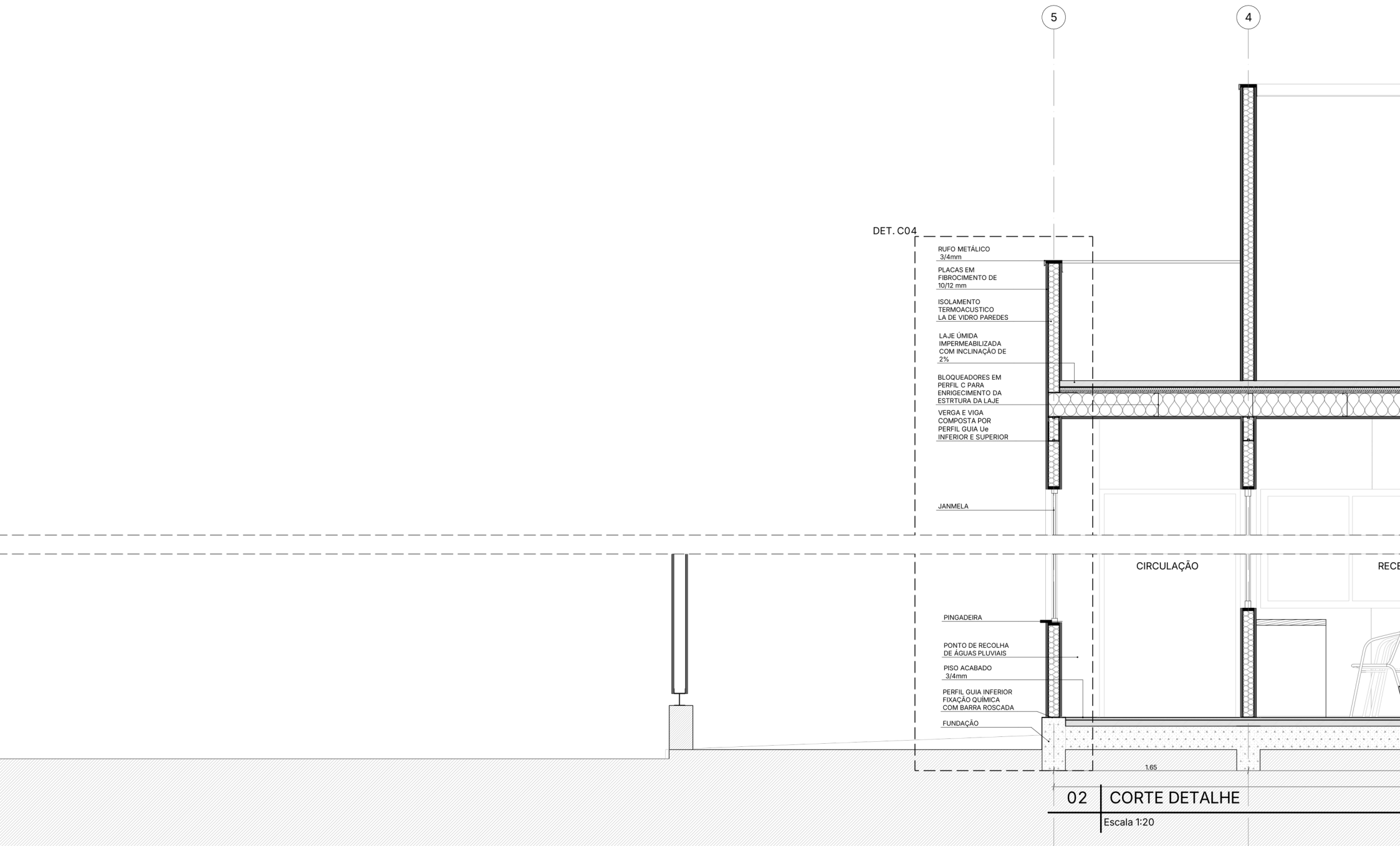


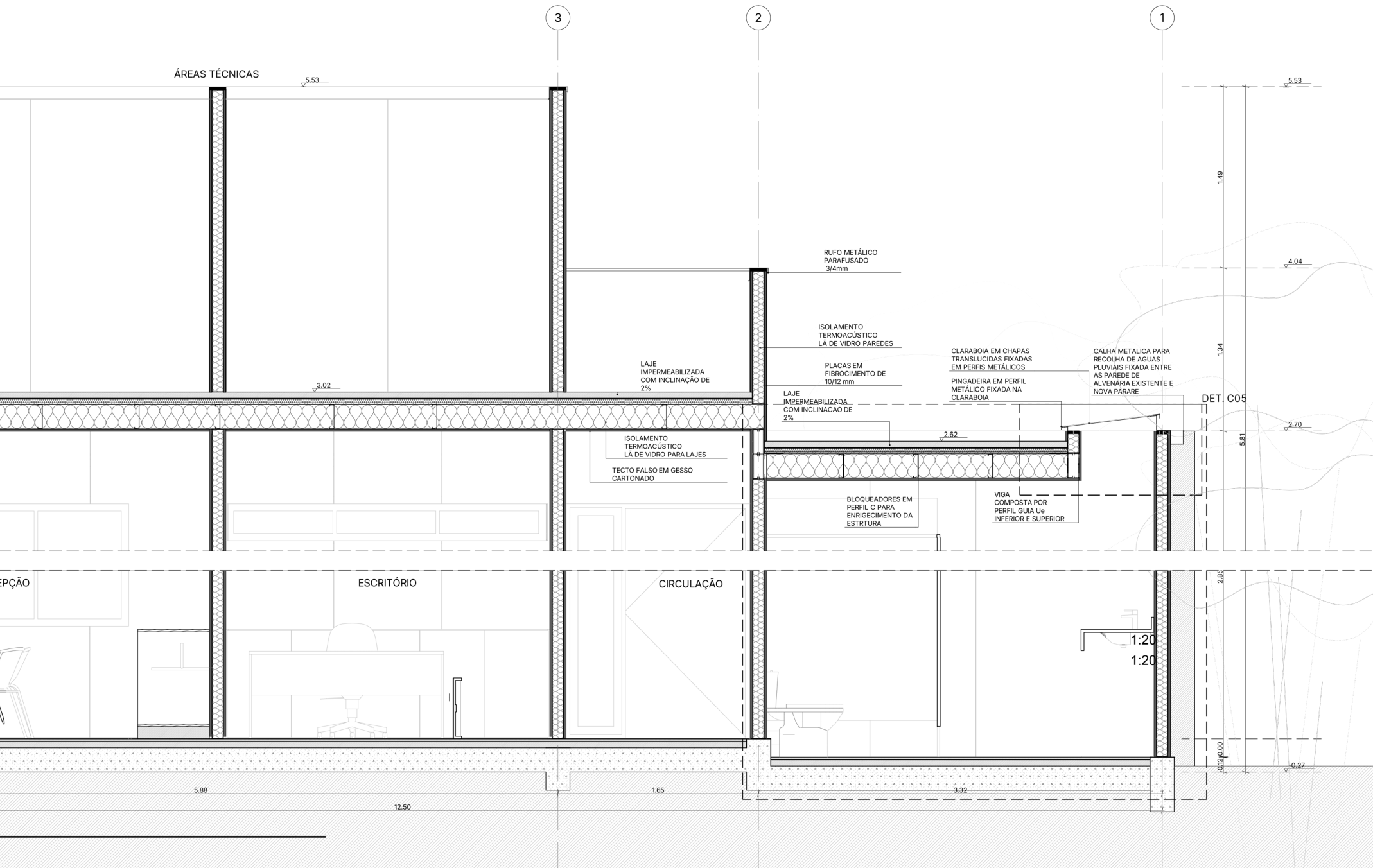


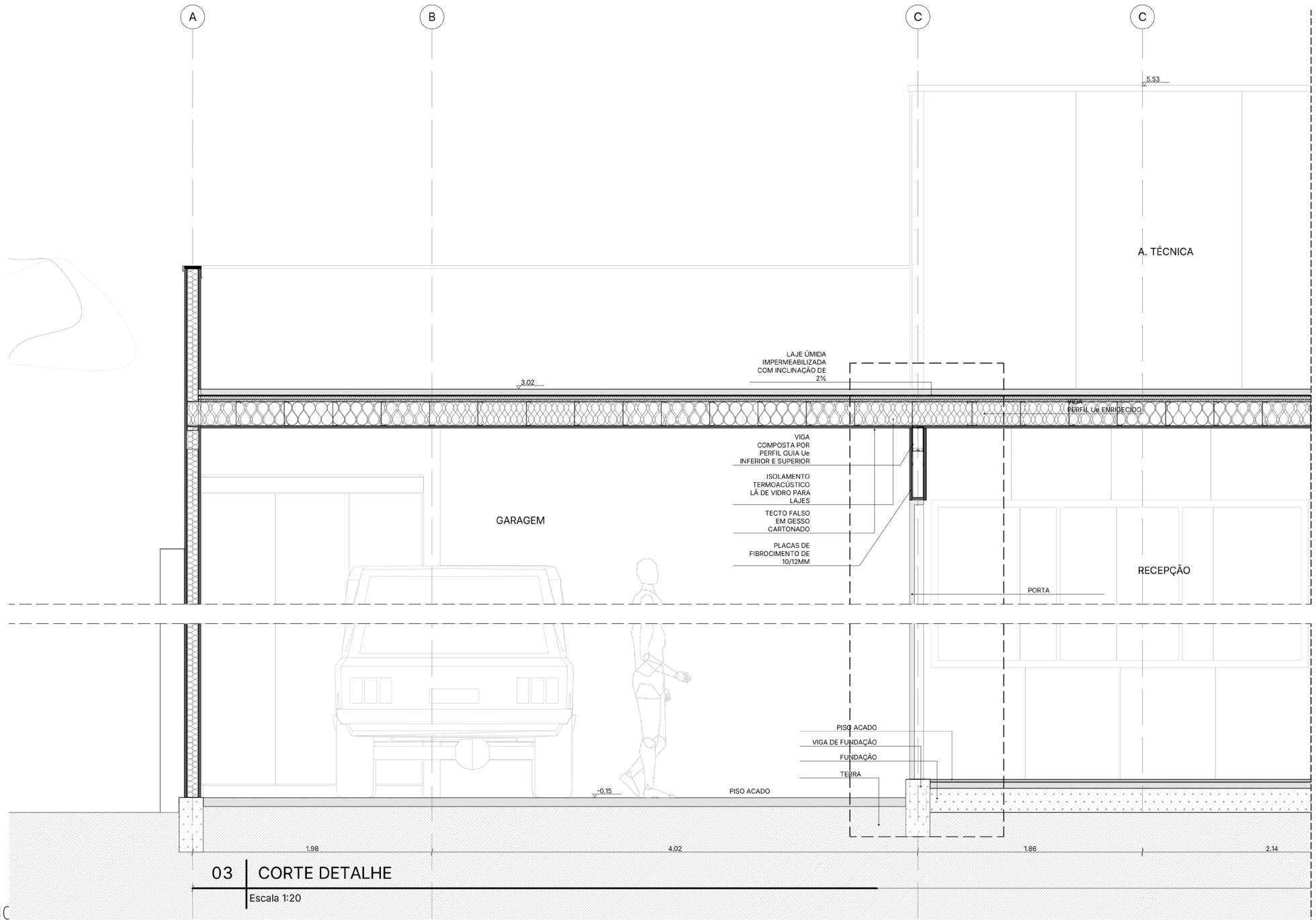






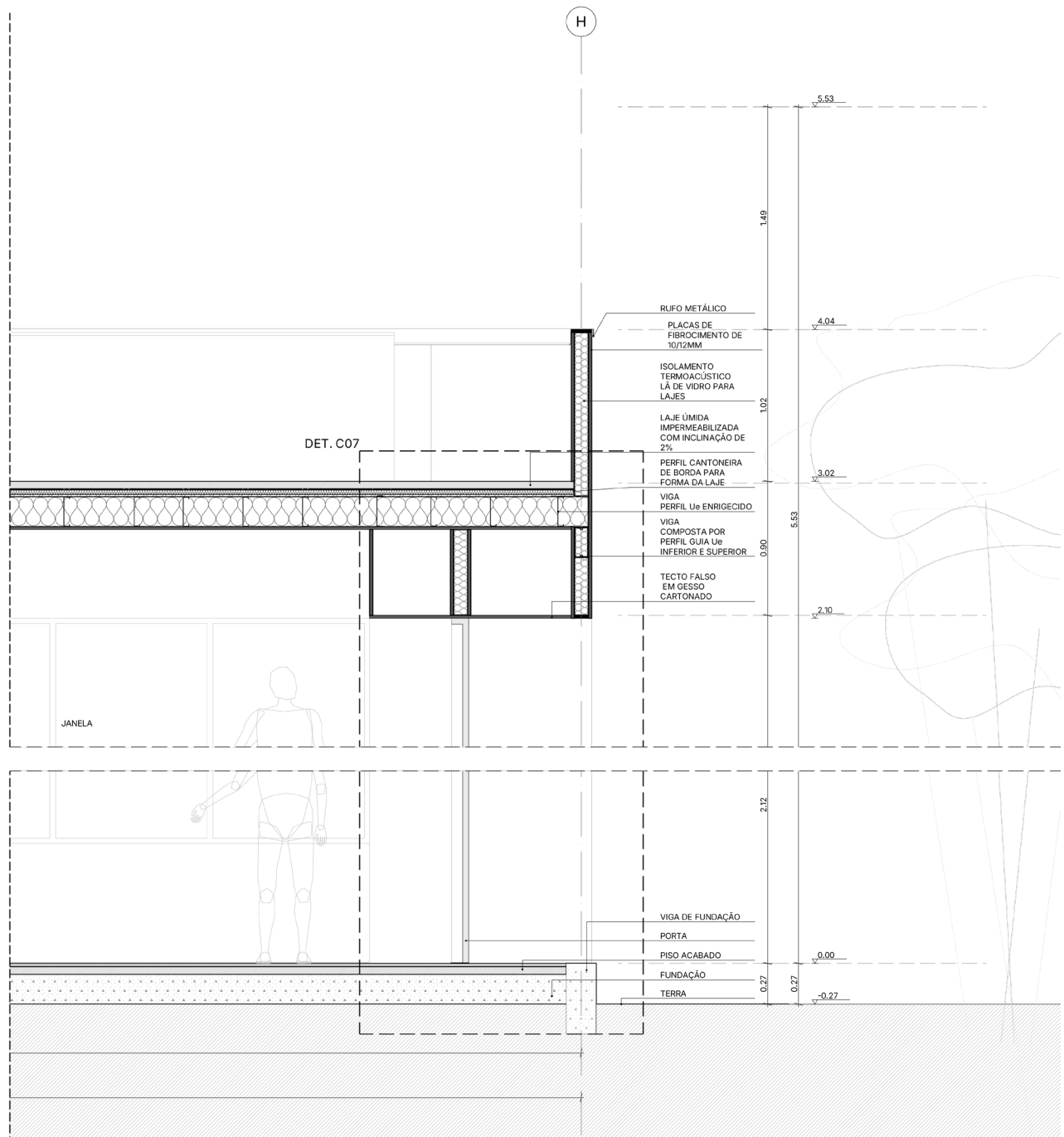
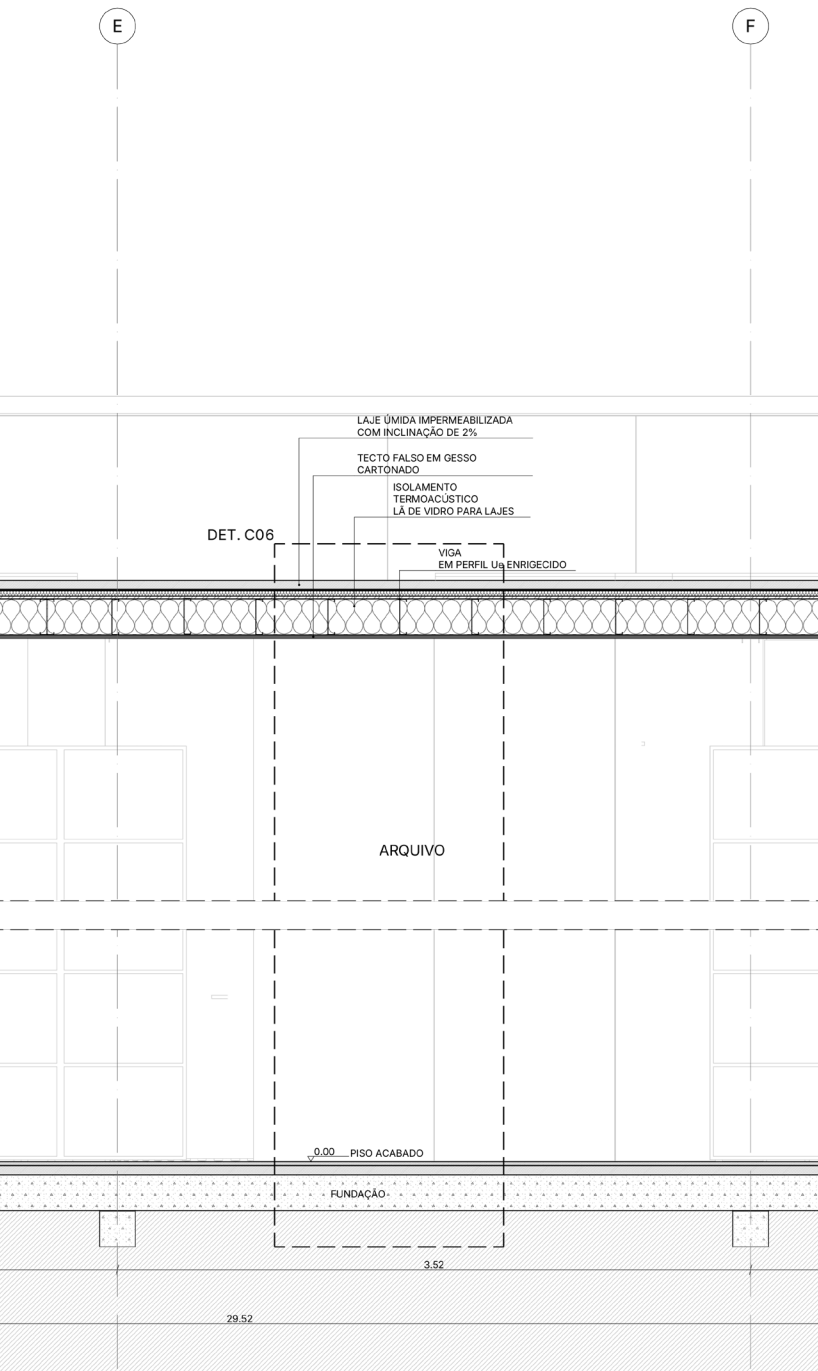






03 | CORTE DETALHE

Escala 1:20



PROCESSO CONSTRUTIVO

A montagem do sistema segue uma sequência típica

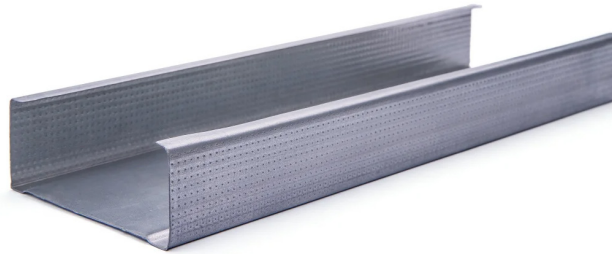


EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS PARA UMA OBRA EM STEEL FRAME E PLACAS DE FIBROCIMENTO

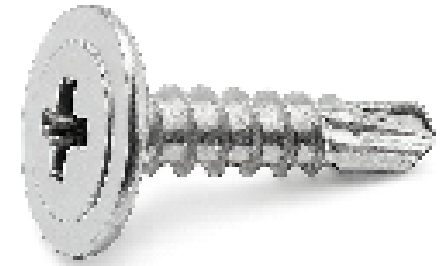




Guia U



Montante Ue



Parafusos Metal+Metal



Chumbadores



Manta Asfáltica para guias



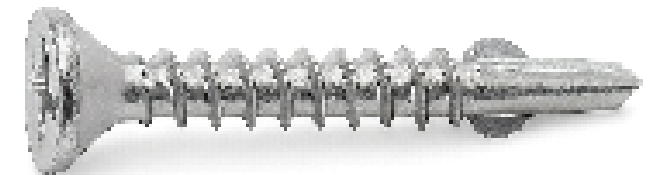
Metal+Metal



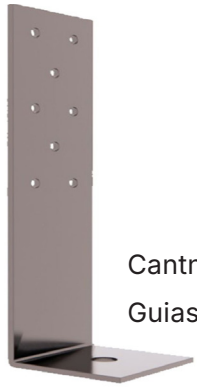
Ripa



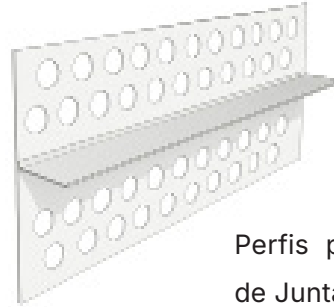
Chapa plana para
contraventamento lateral



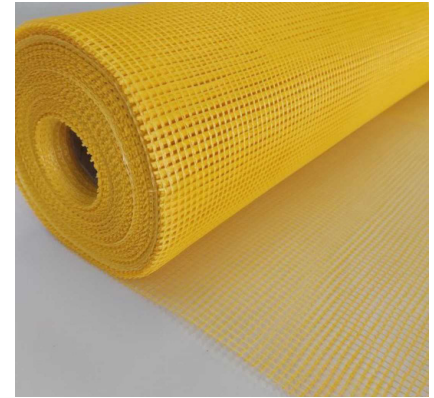
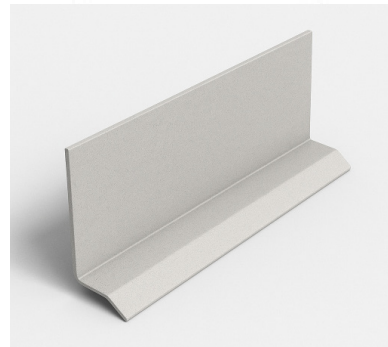
Metal+Placas



Cantneira para fixação das Guias



Perfis para tratamento de Juntas



Tela para tratamento de Juntas



Manta Hidrofuga



Fitas

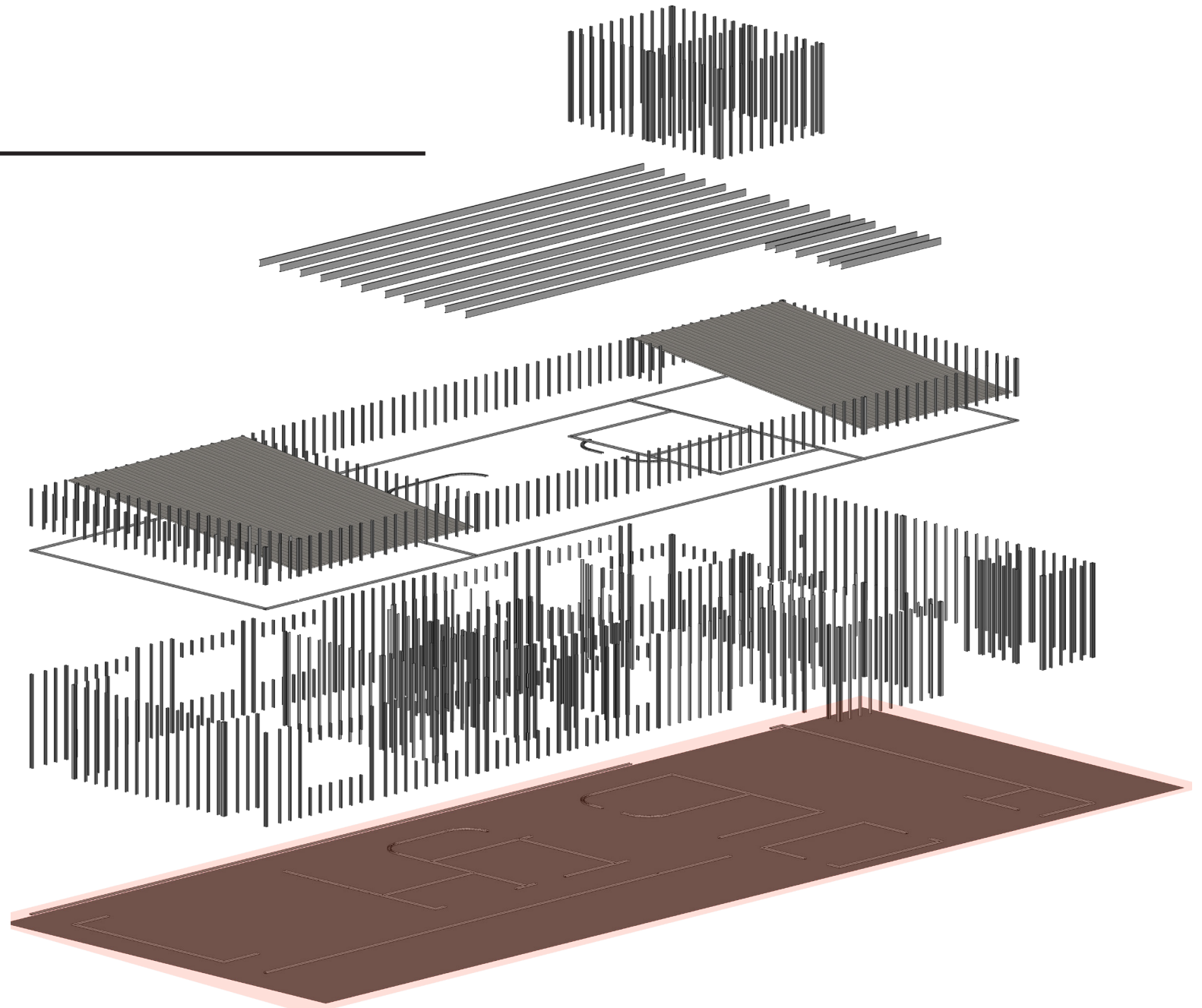


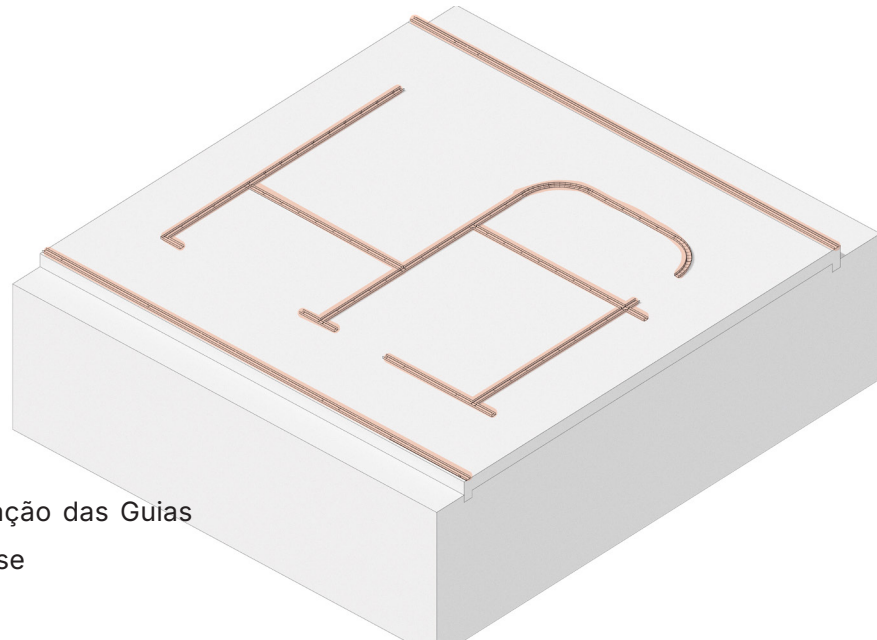
Isolamento/lã de Vidro



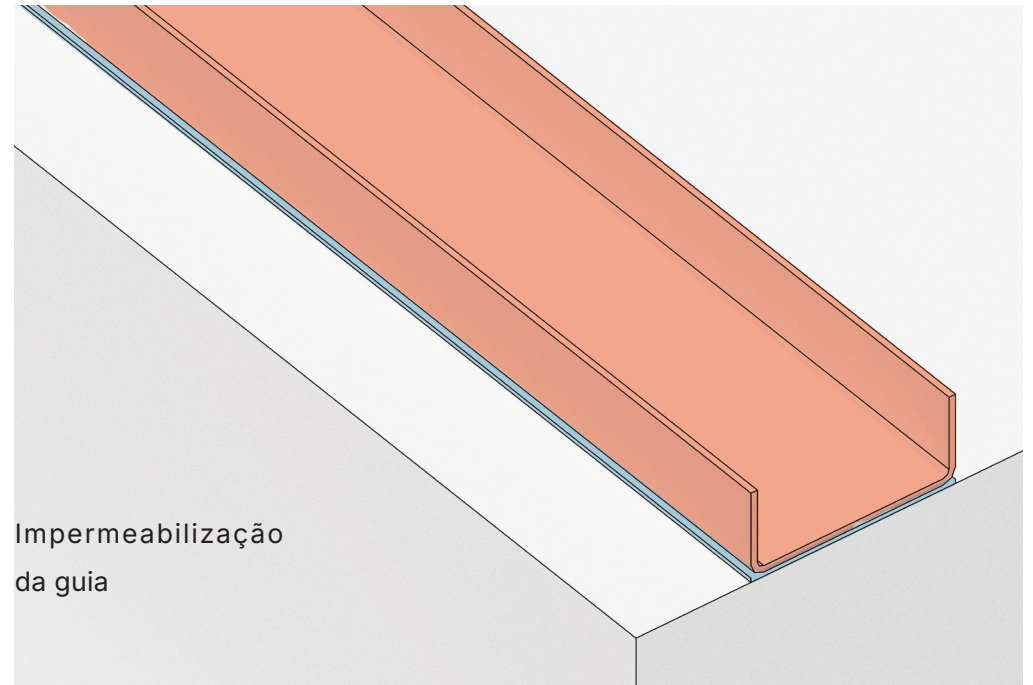
Chapas Onduladas

Base

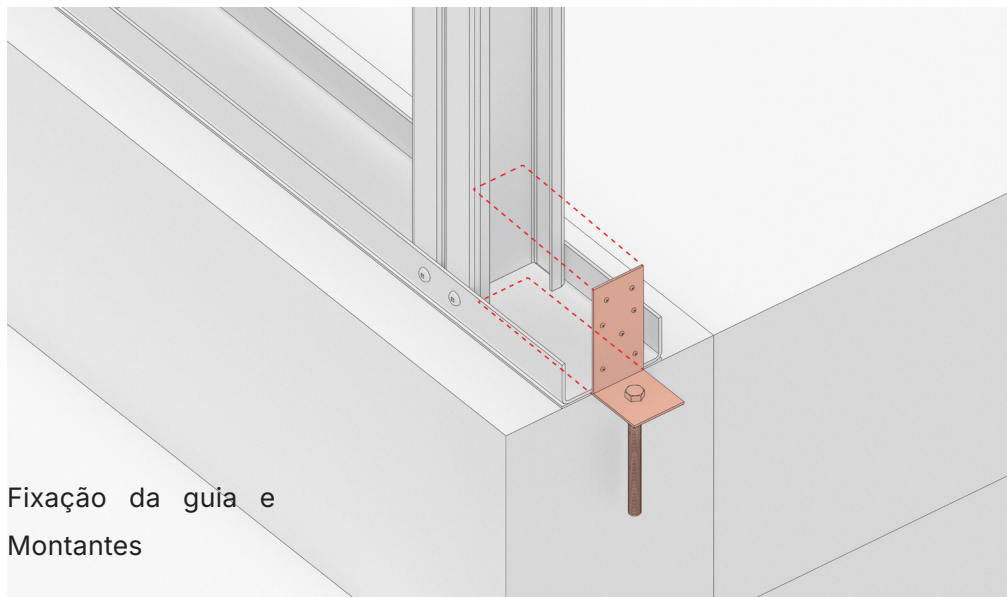




Marcação das Guias
na base



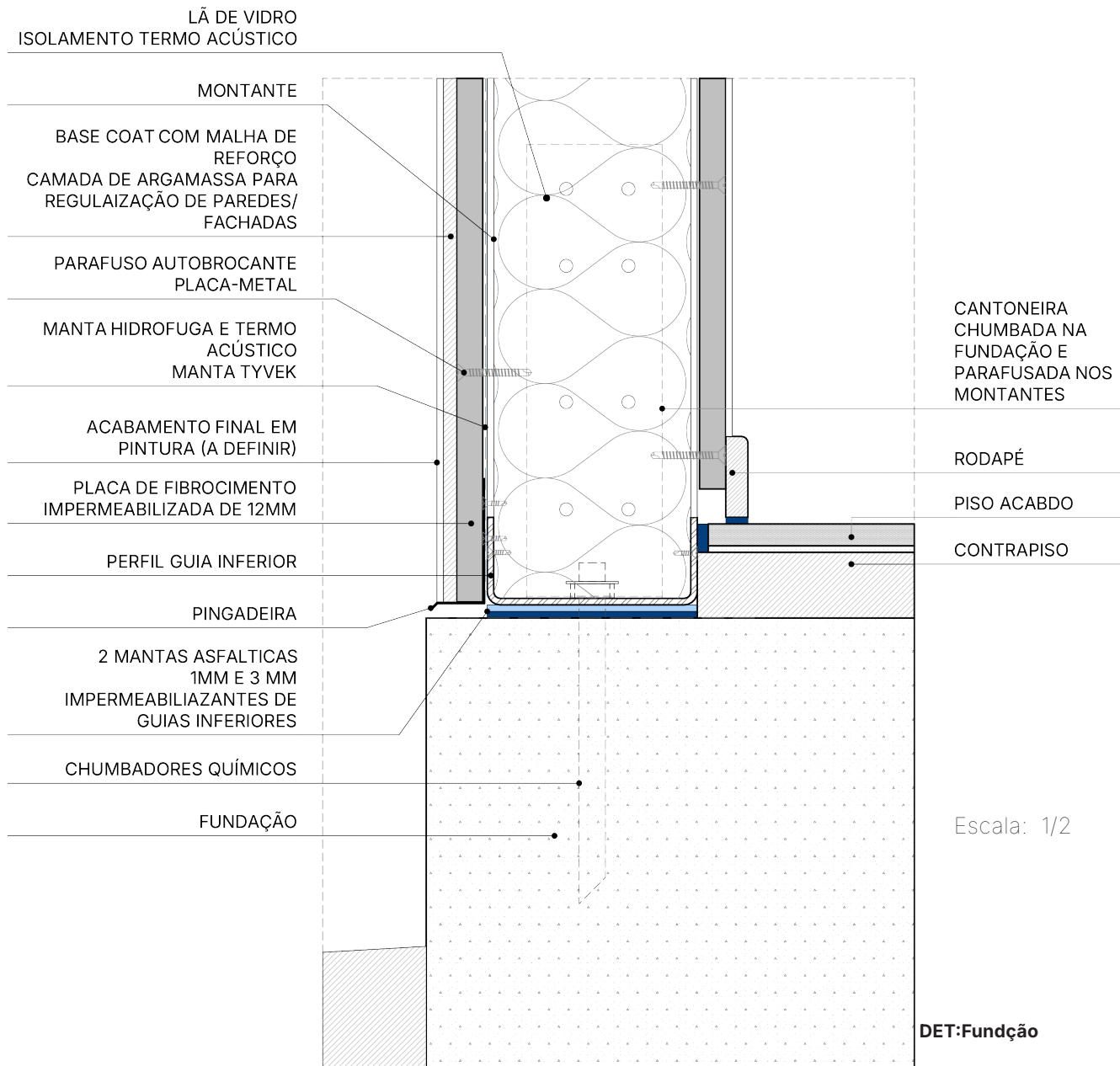
Impermeabilização
da guia



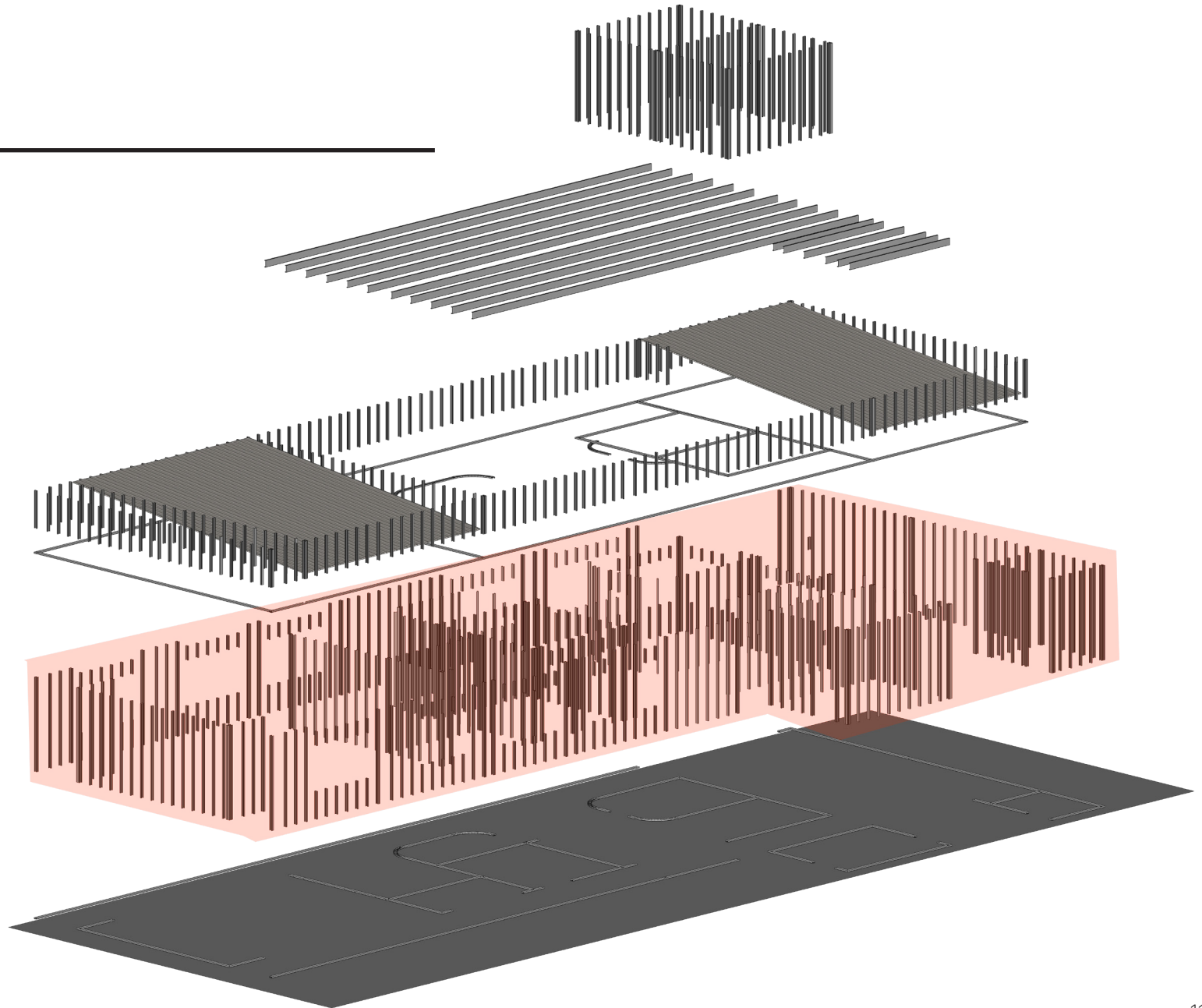
Fixação da guia e
Montantes

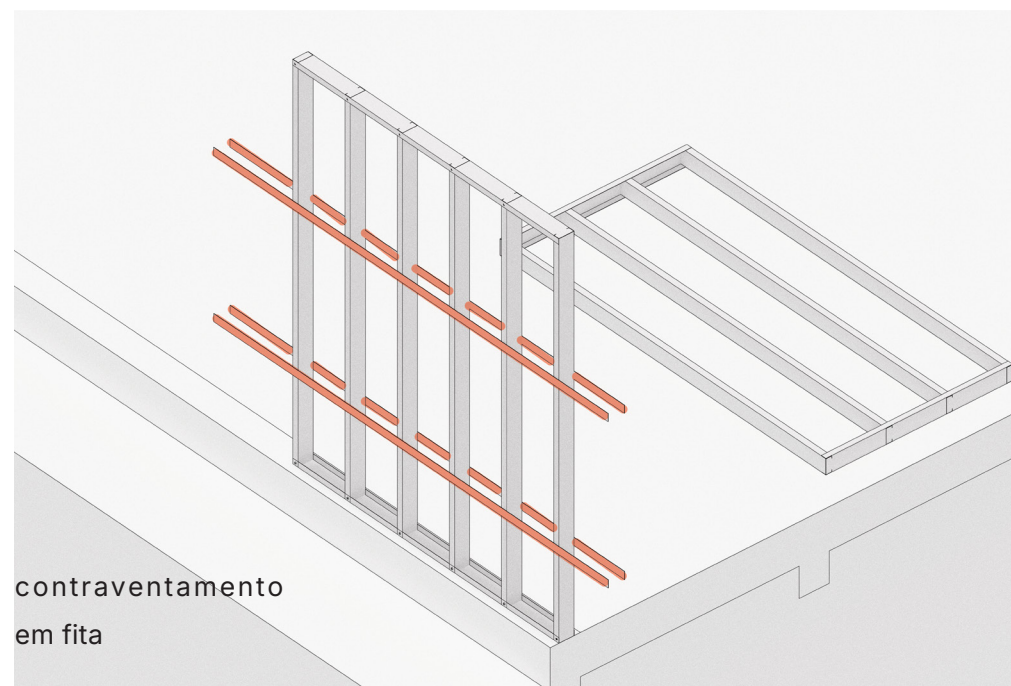
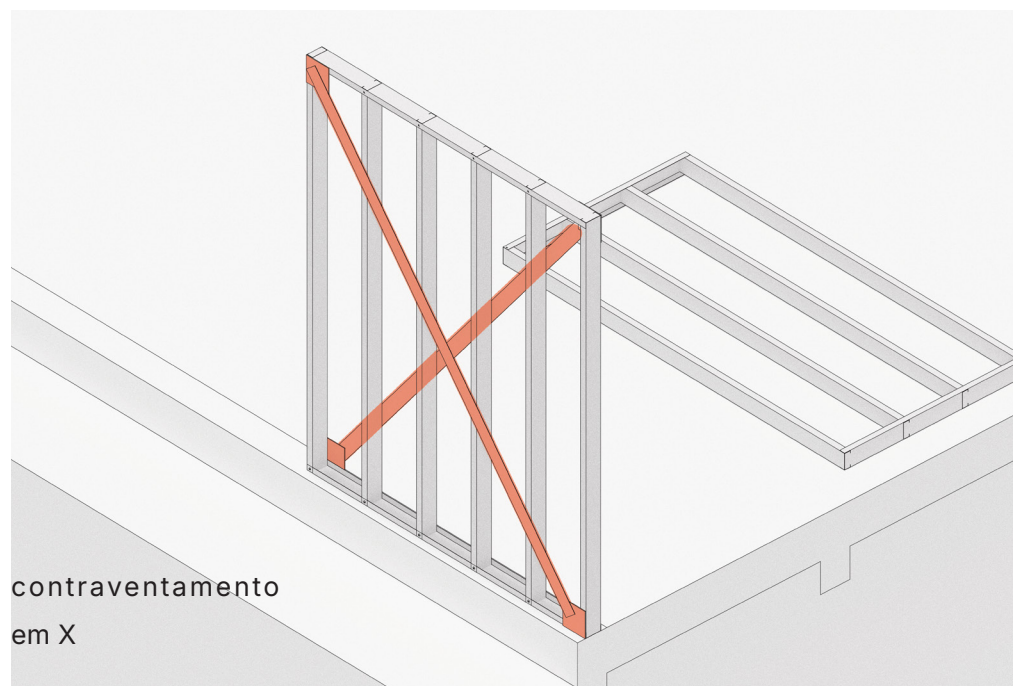
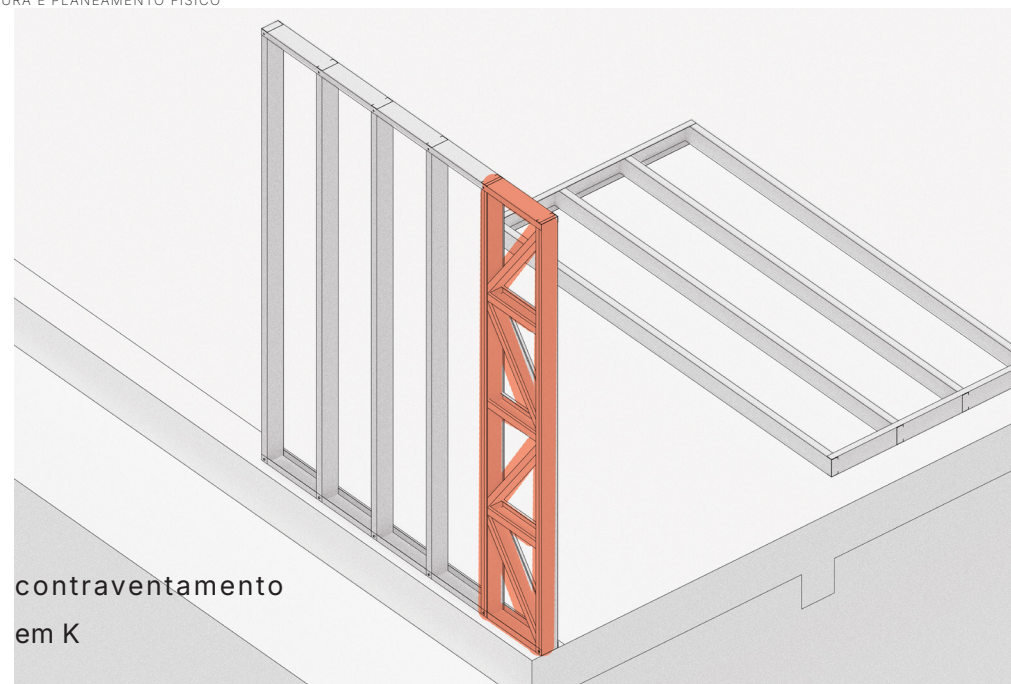
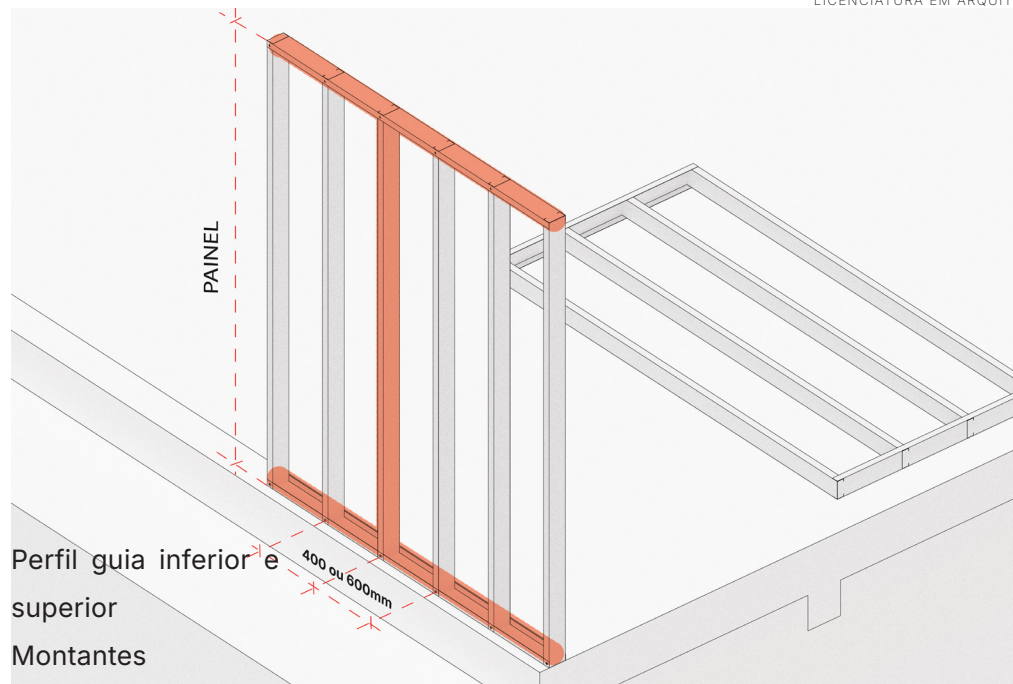


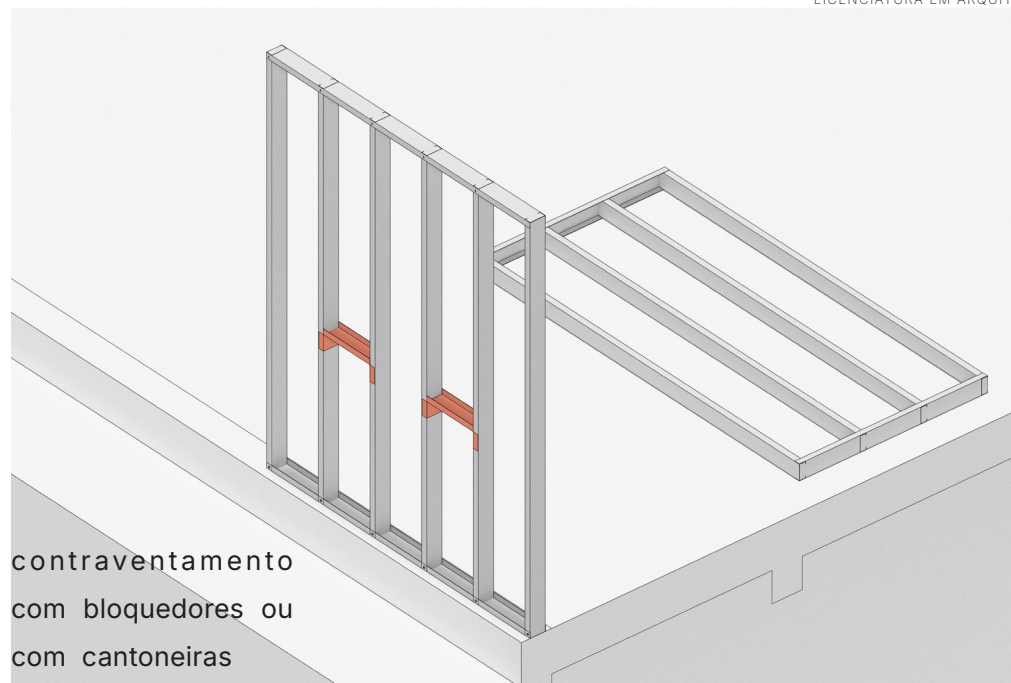
Guias e Montantes fixados com
Chumbados químicos com barra
roscada



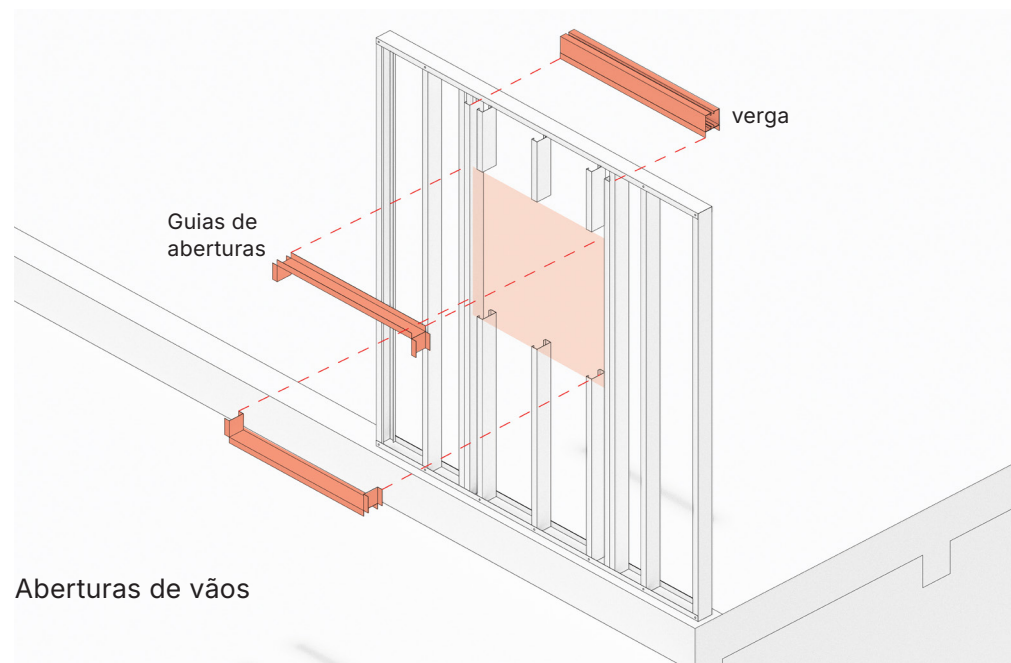
Paredes



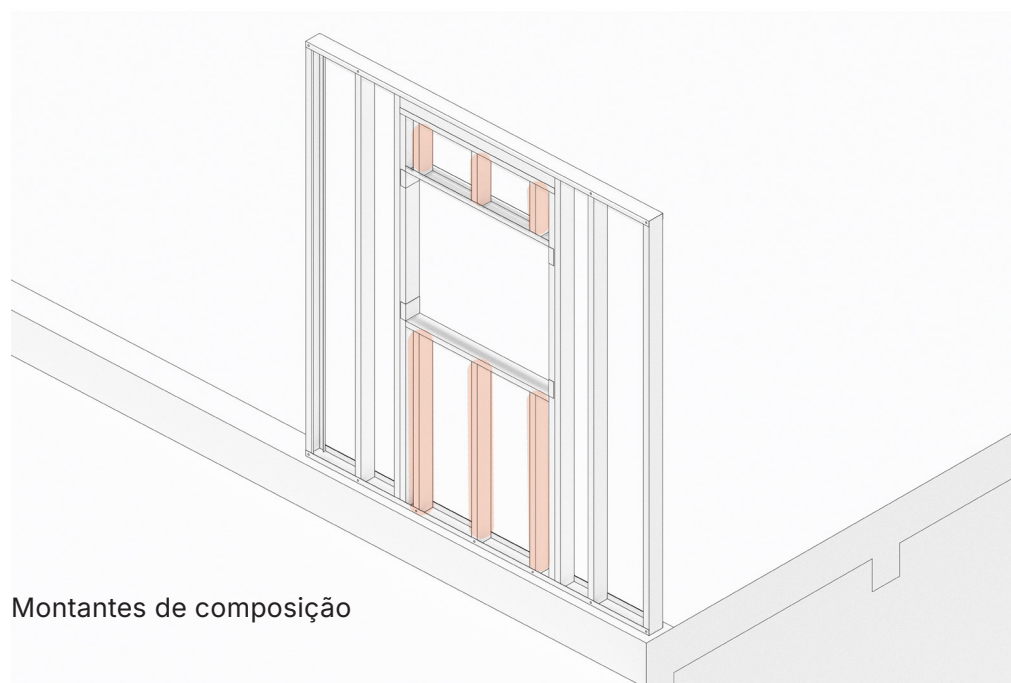




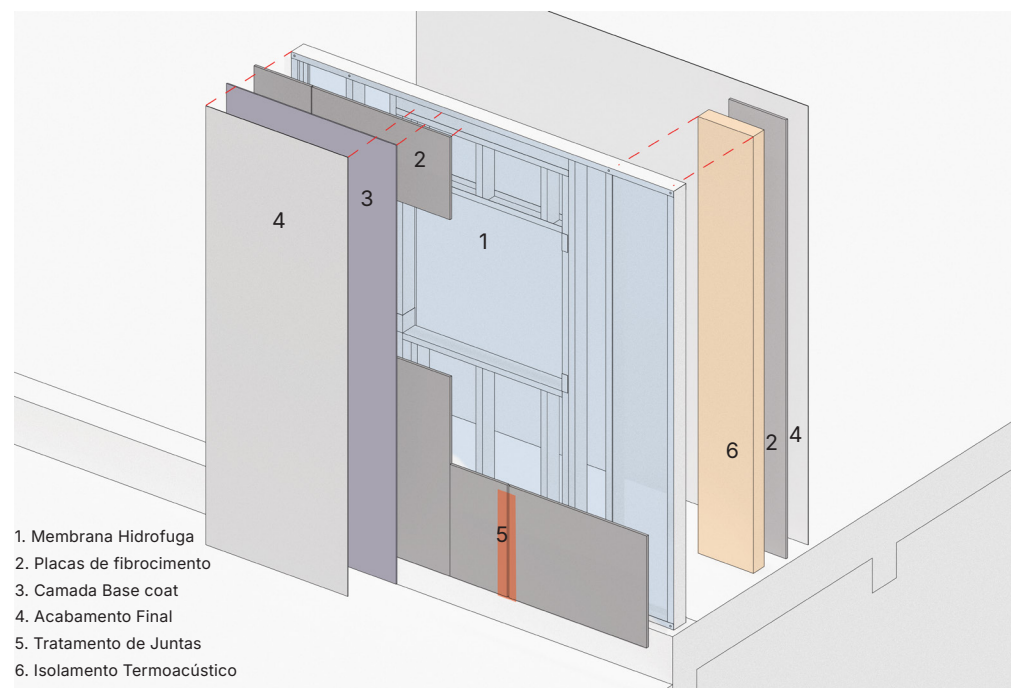
contraventamento
com bloqueadores ou
com cantoneiras



Aberturas de vãos

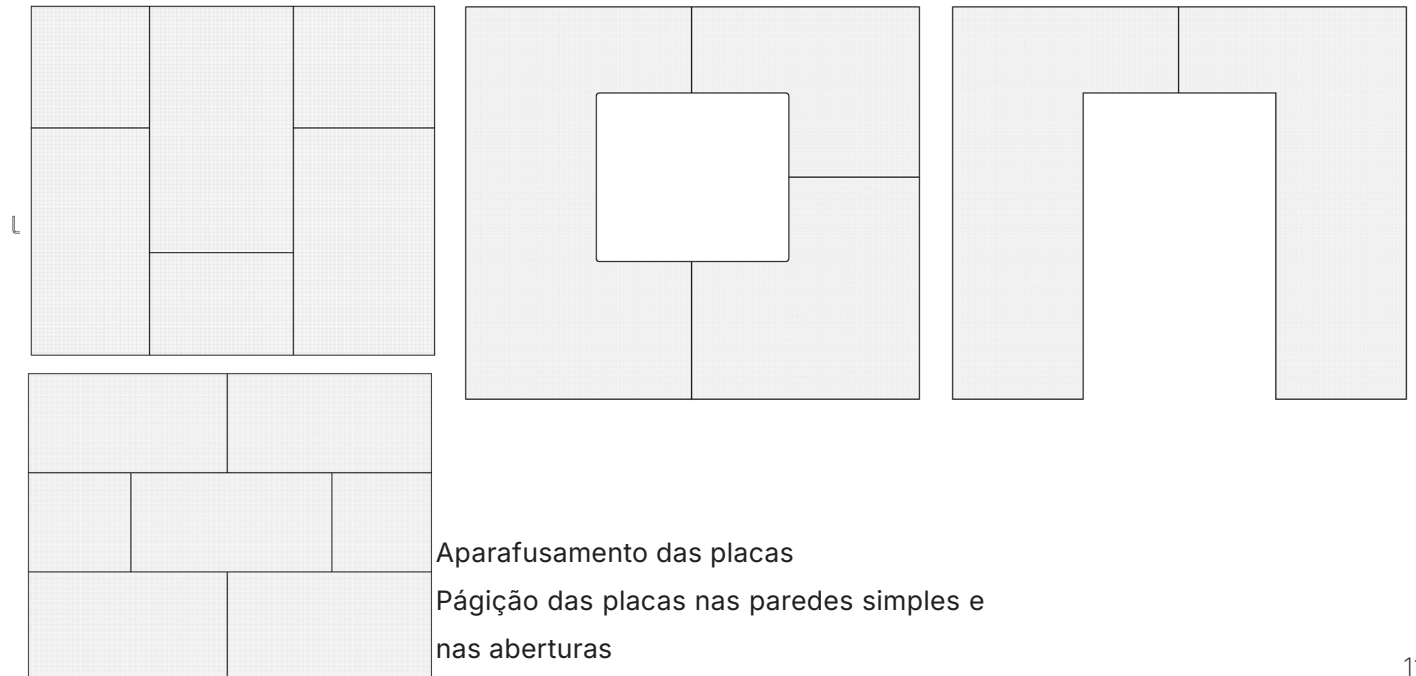
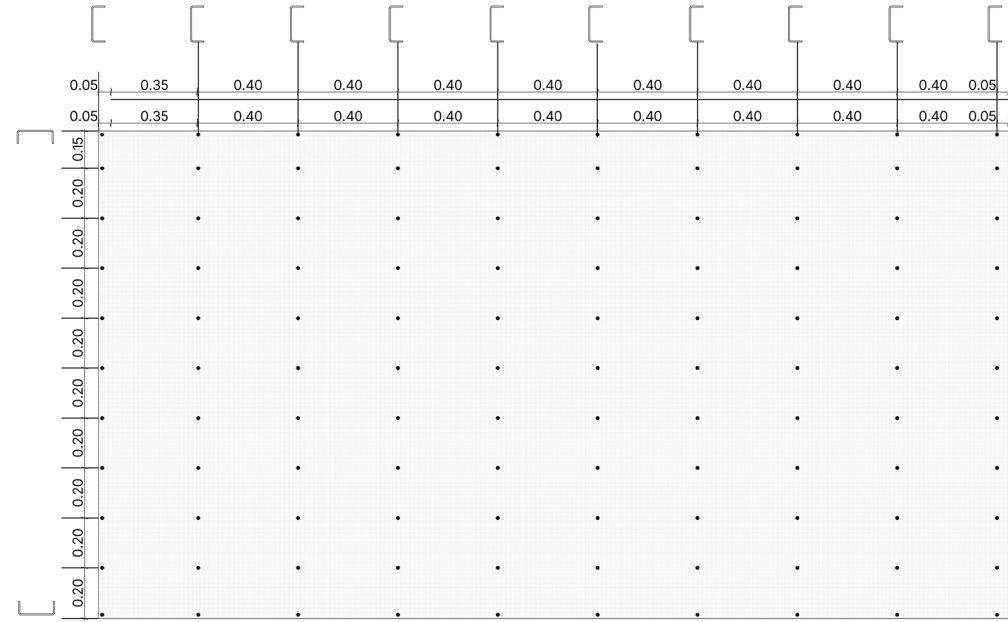
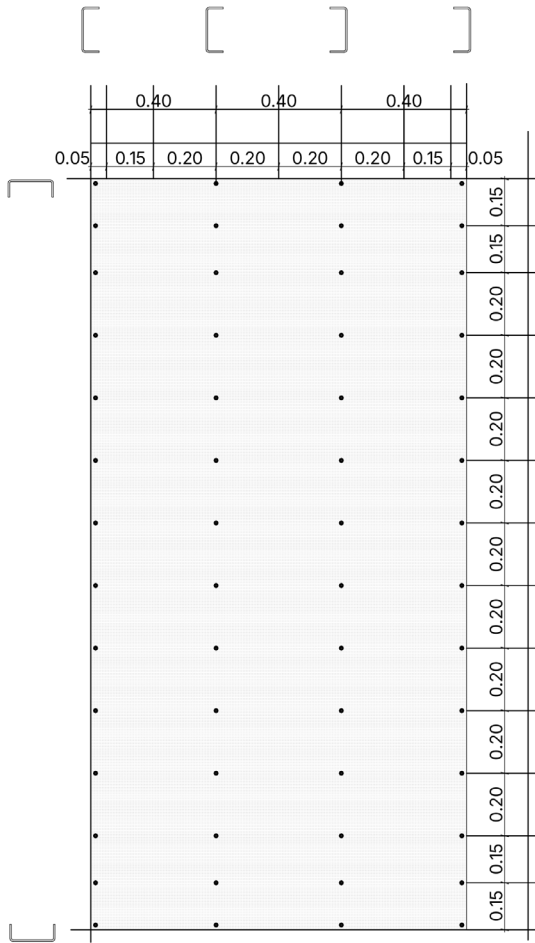


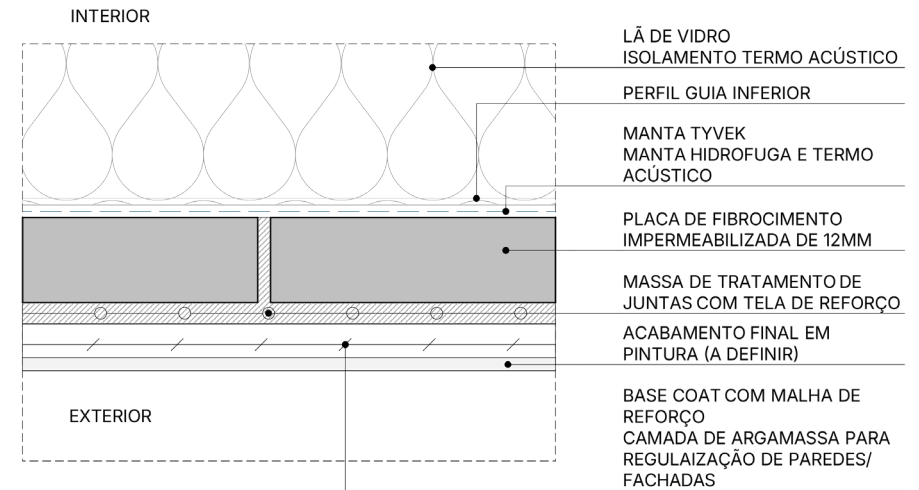
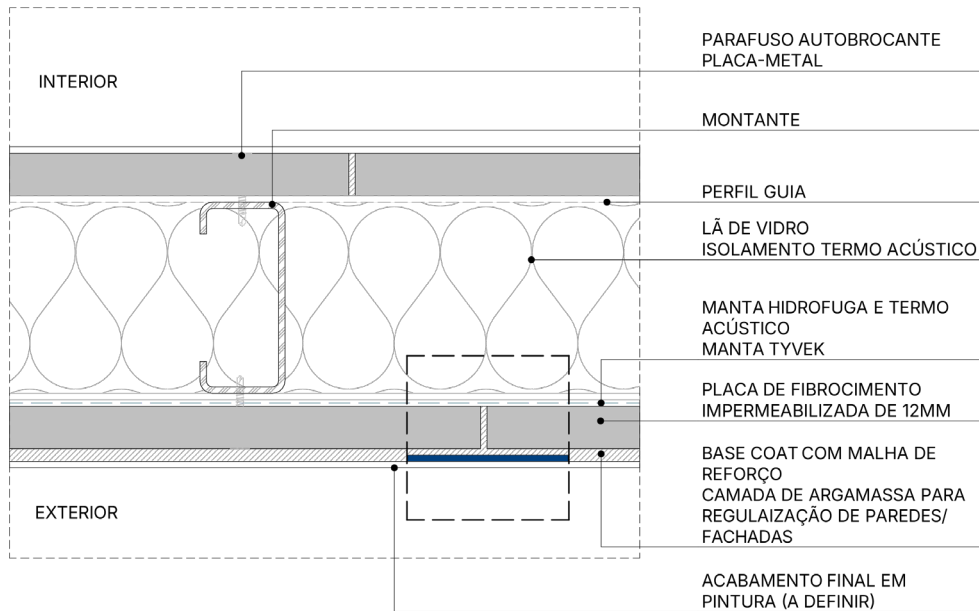
Montantes de composição



1. Membrana Hidrofuga
2. Placas de fibrocimento
3. Camada Base coat
4. Acabamento Final
5. Tratamento de Juntas
6. Isolamento Termoacústico

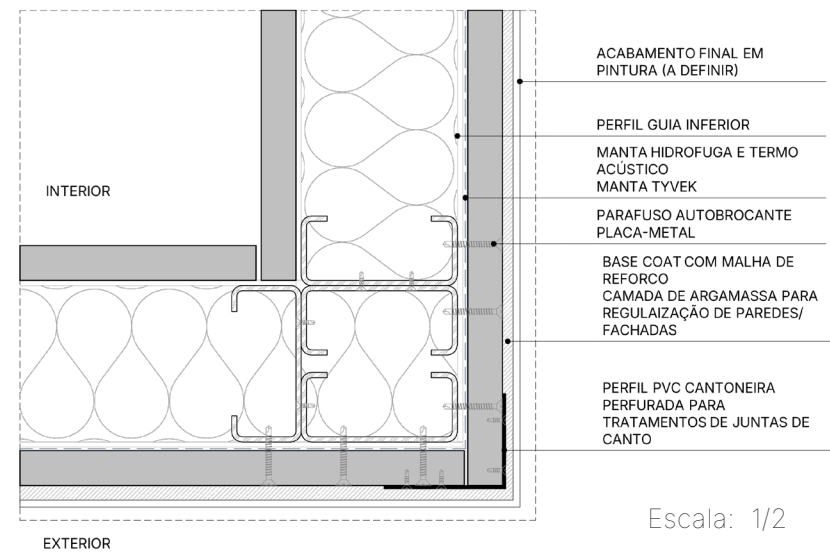
Aplicações	Espessuras mínimas em mm									
	5	6	8	10	12	14	16	20	25	30
Tapumes	X	X								
Tecto Falso Interno		X	X							
Tecto Falso externo			X	X						
Paredes internas divisórias			X	X						
Paredes internas Á. úmidas				X						
Shafts			X							
Paredes Internas alto trafego				X						
Paredes Externas				X	X					
Fachadas					X	X	X	X		
Mezanino								X	X	X
DivisóriasAutoportantes								X	X	X





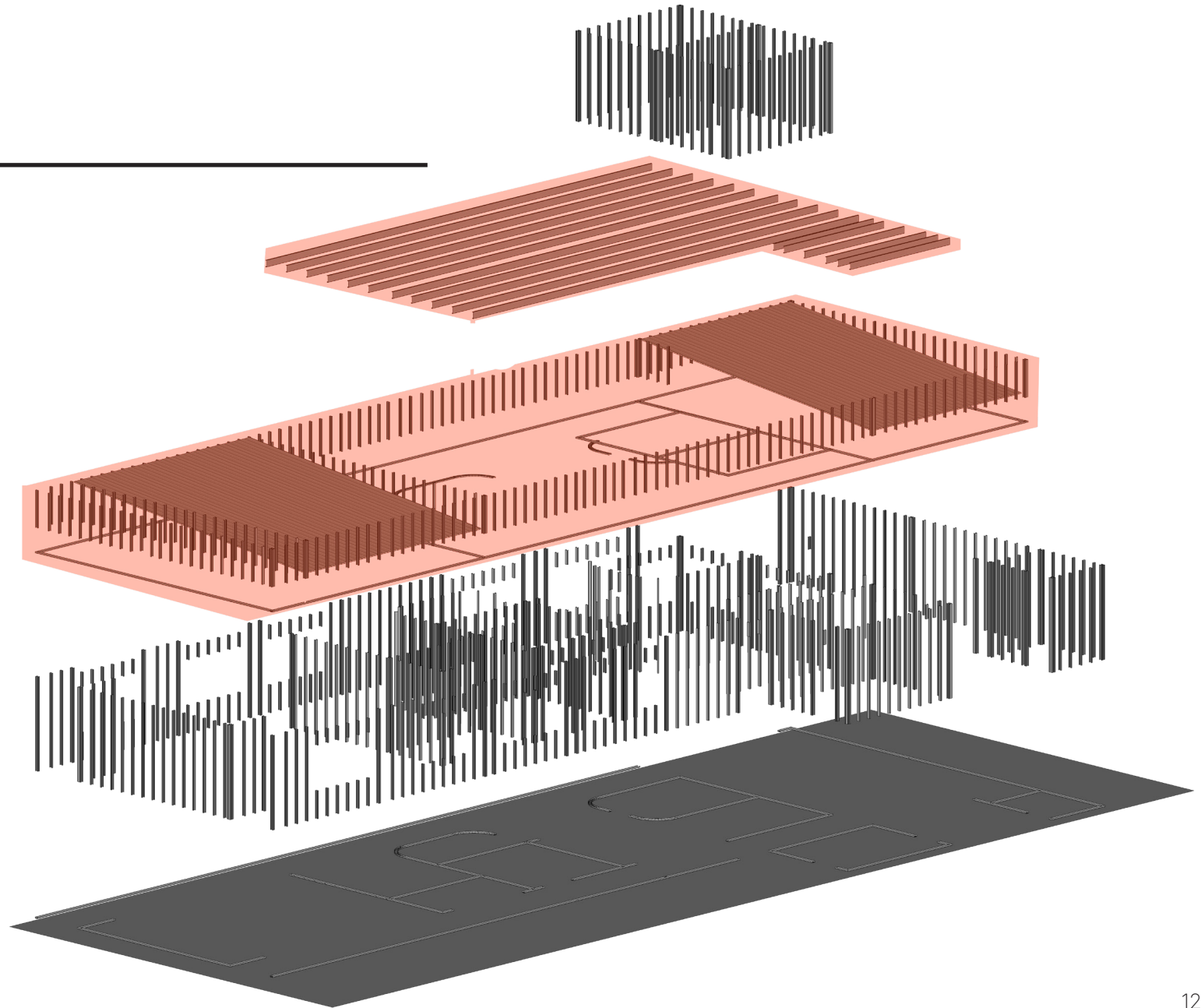
DET: Tratamento de Juntas

DET: Tratamento de Juntas de canto

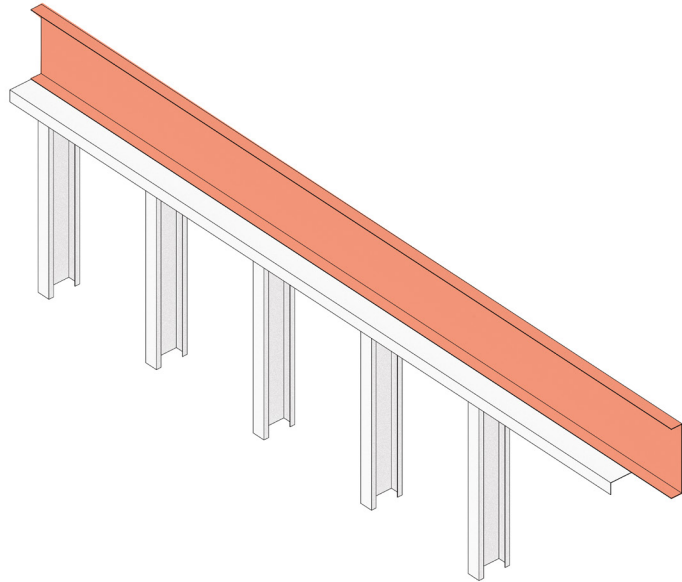


Escala: 1/2

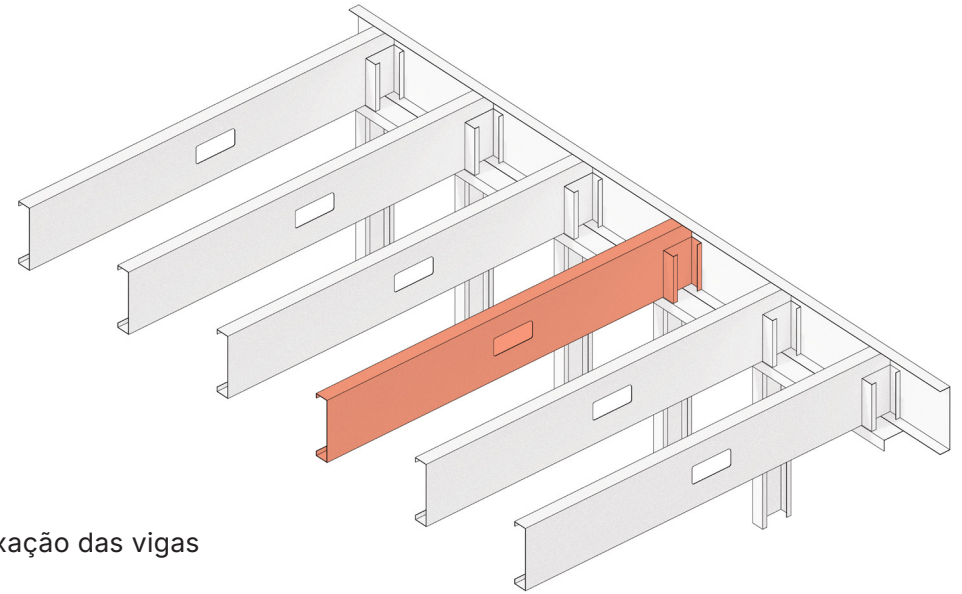
Laje



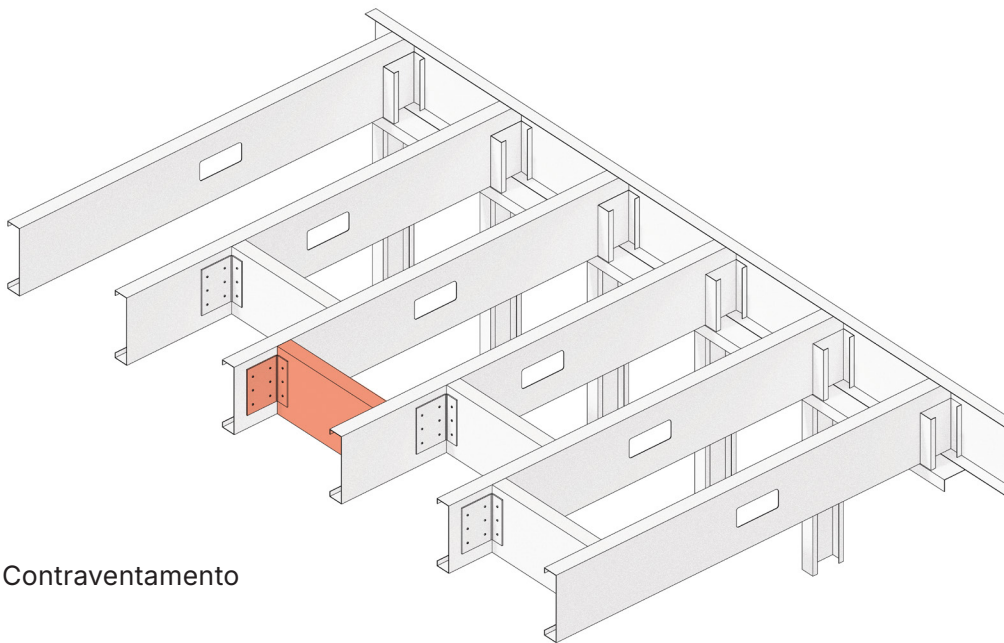
DET: Rufo Metálico



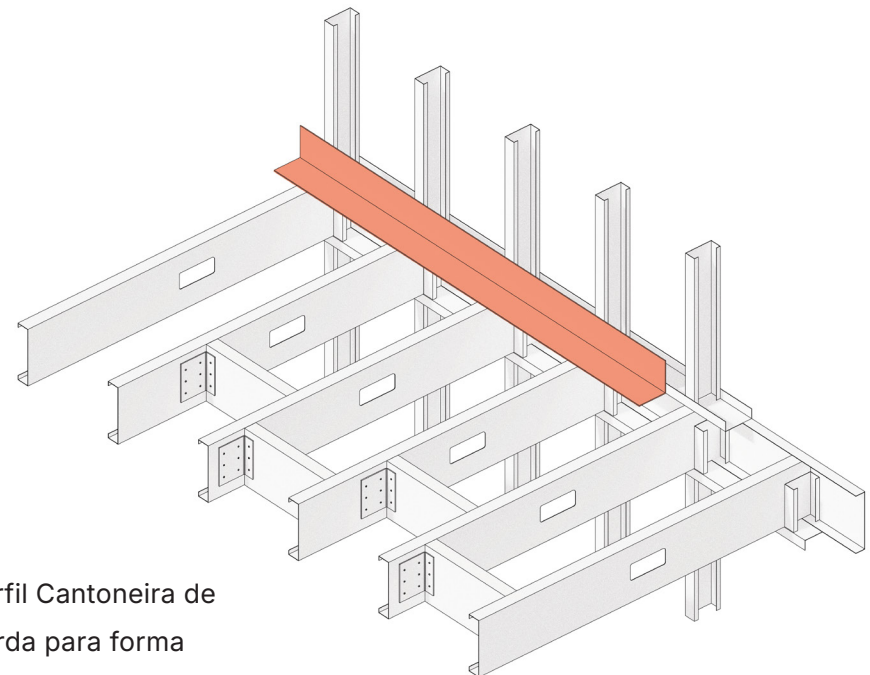
Painel +
Sanefa



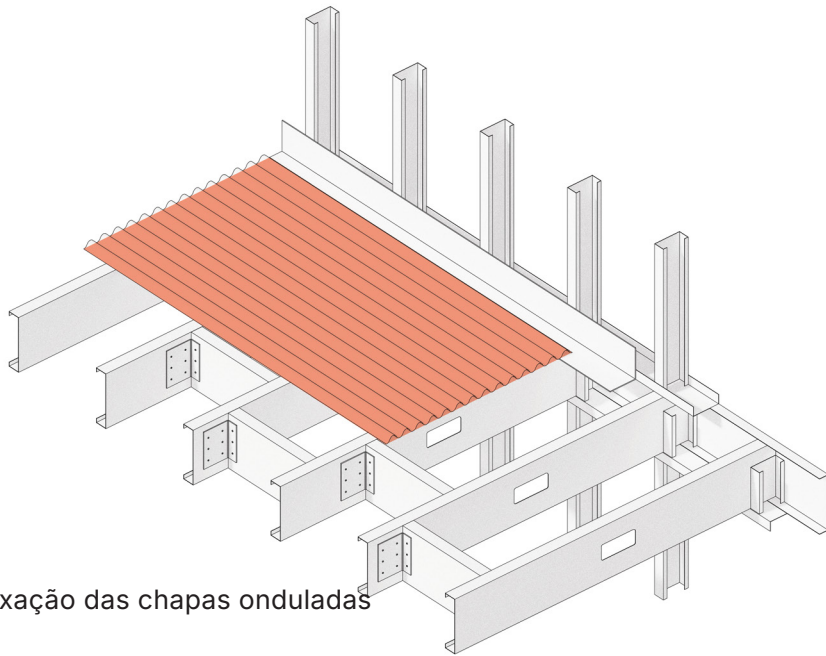
Fixação das vigas



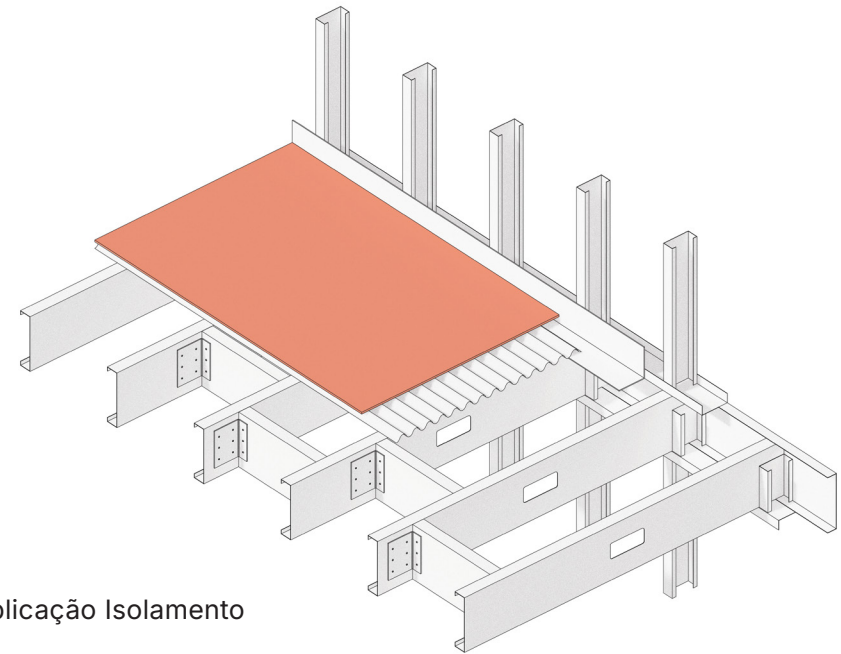
Contraventamento



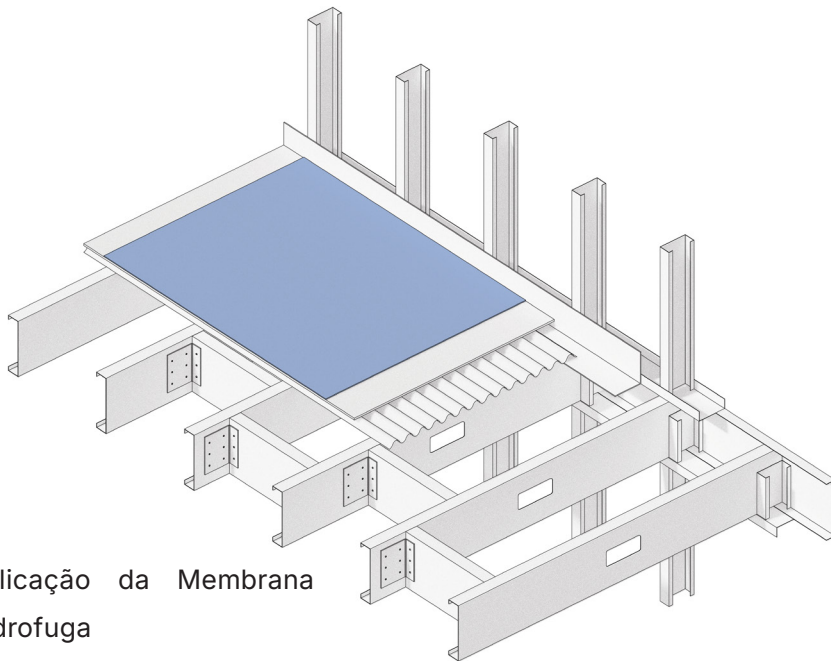
Perfil Cantoneira de
Borda para forma



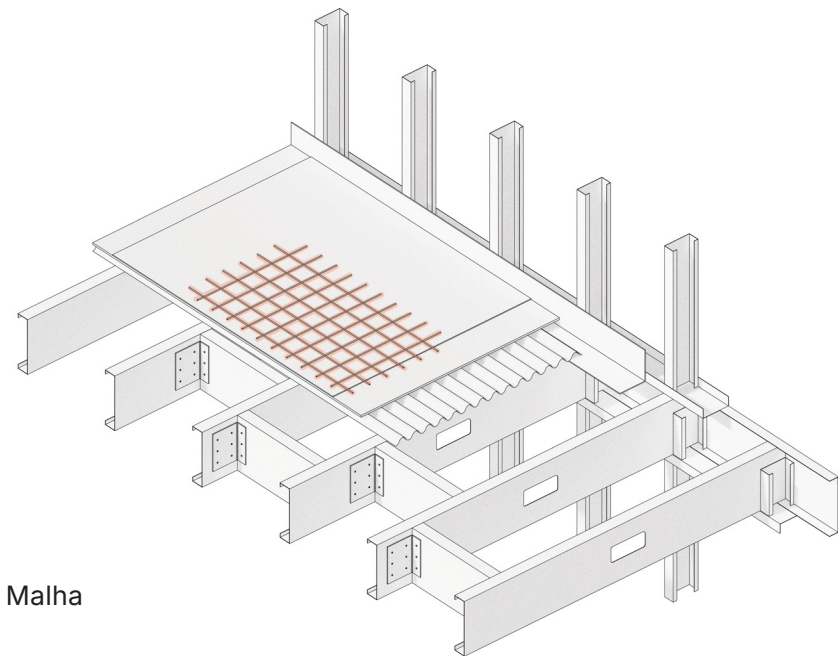
Fixação das chapas onduladas



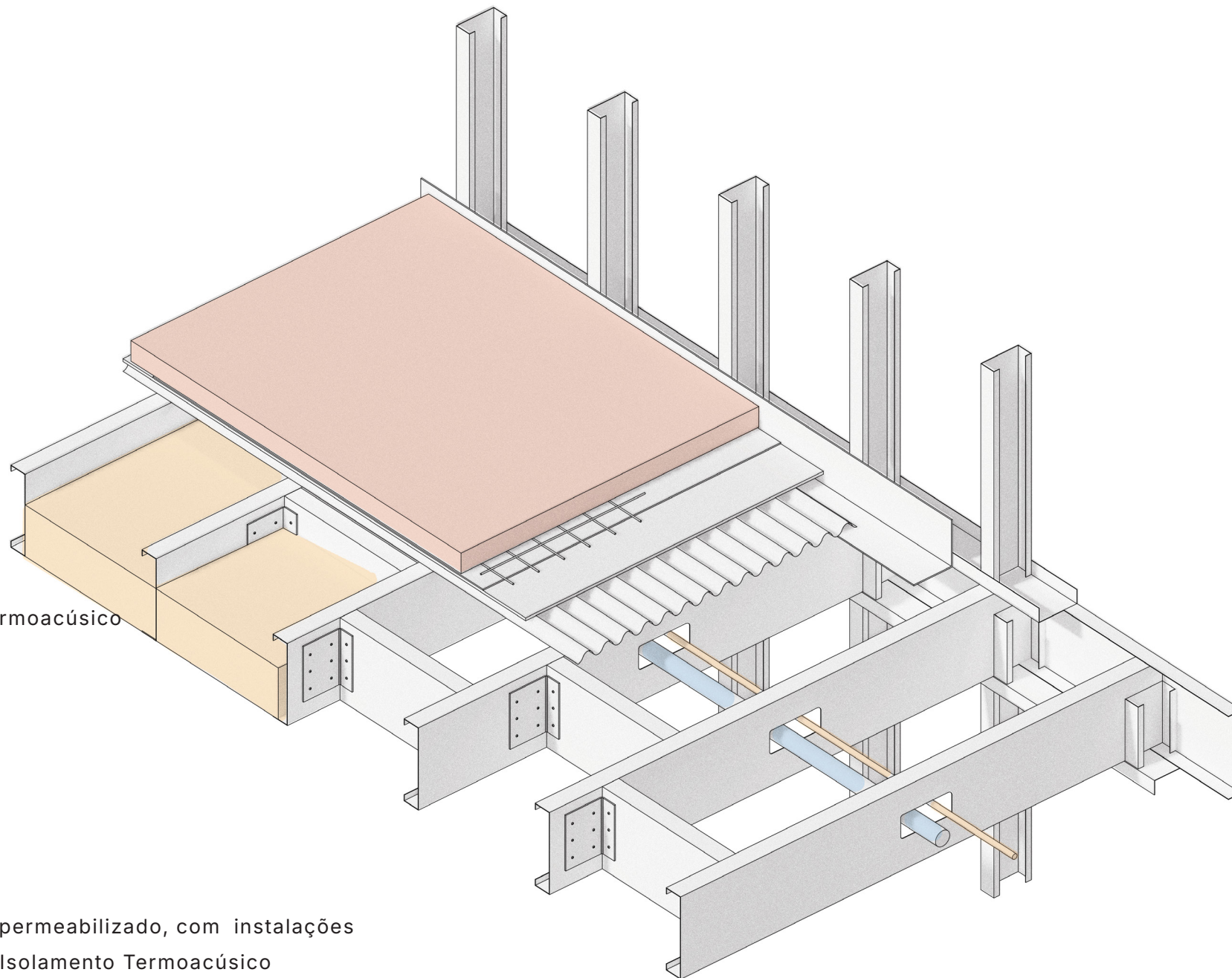
Aplicação Isolamento



Aplicação da Membrana
Hidrofuga

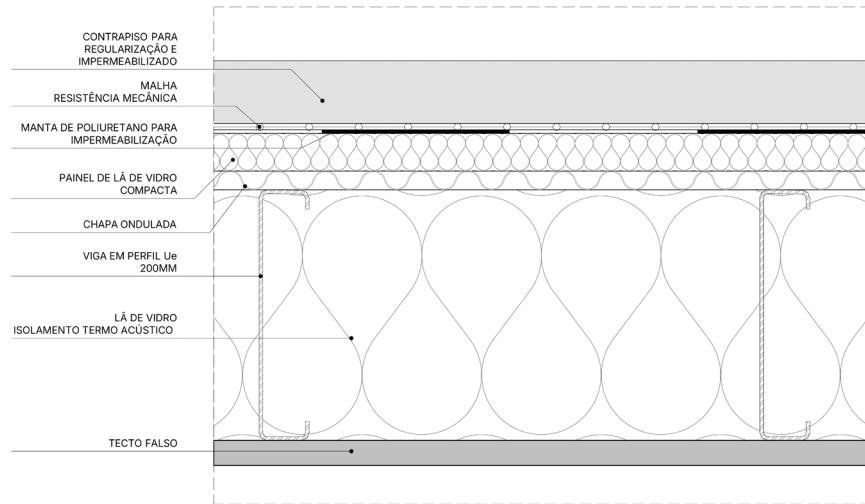


Malha

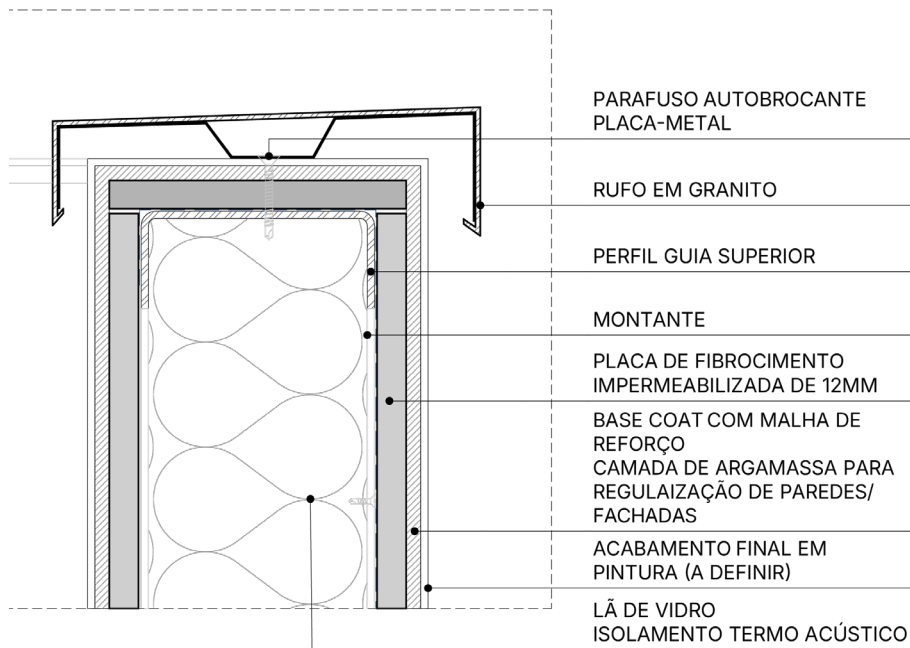


Isolamento termoacústico

Contrapiso Impermeabilizado, com instalações
concluídas e Isolamento Termoacústico

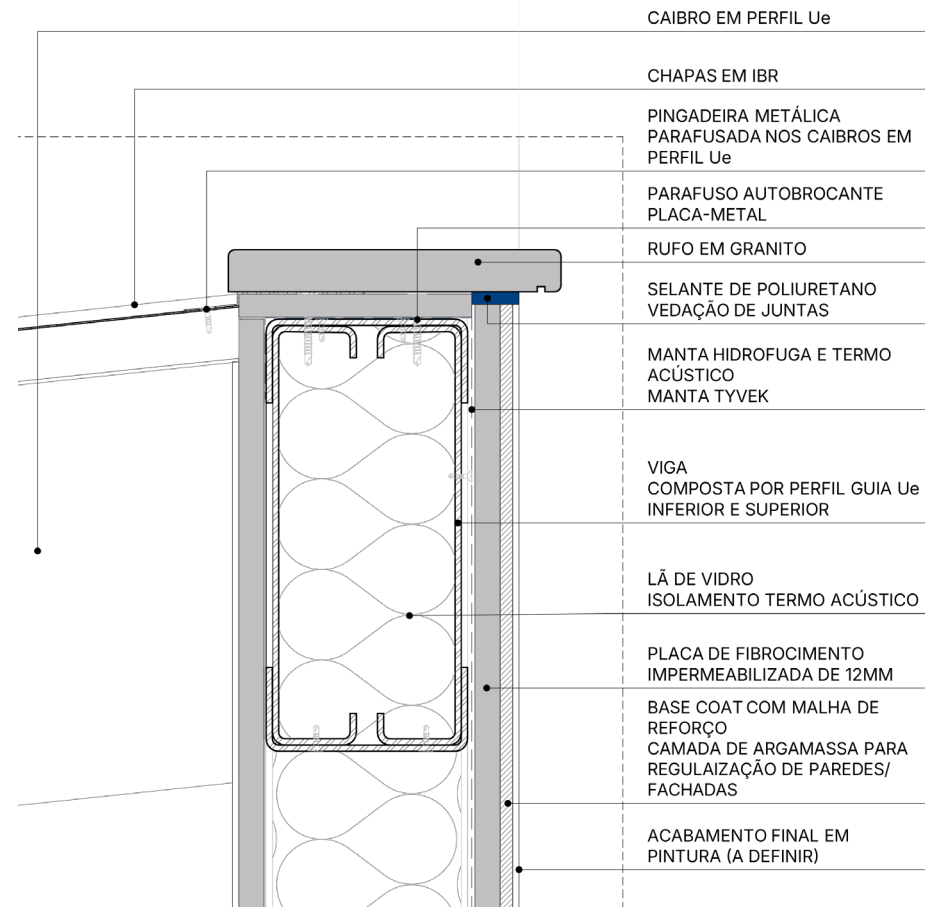


DET: Laje úmida



DET: Rufo Metálico

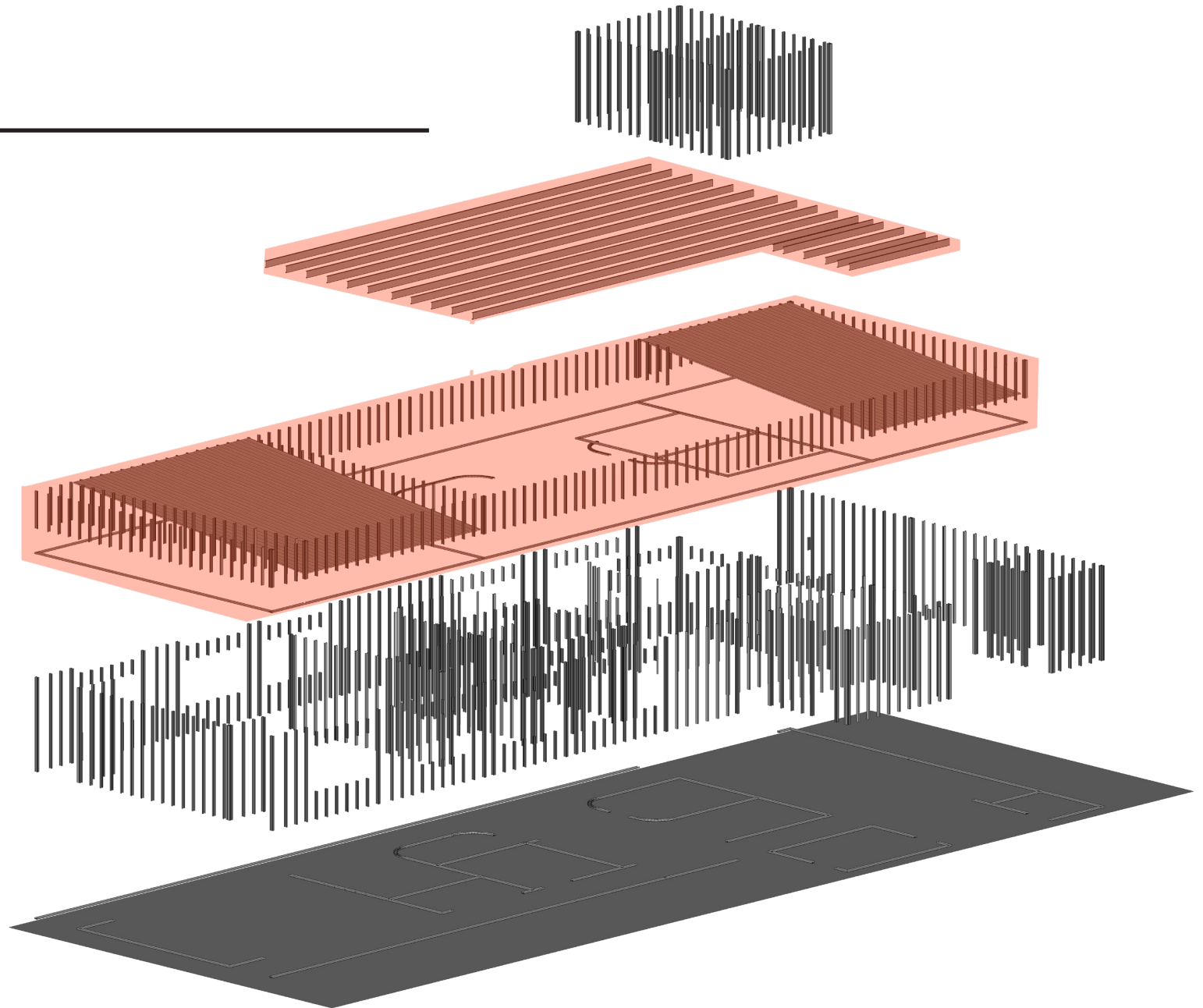
Escala: 1/2

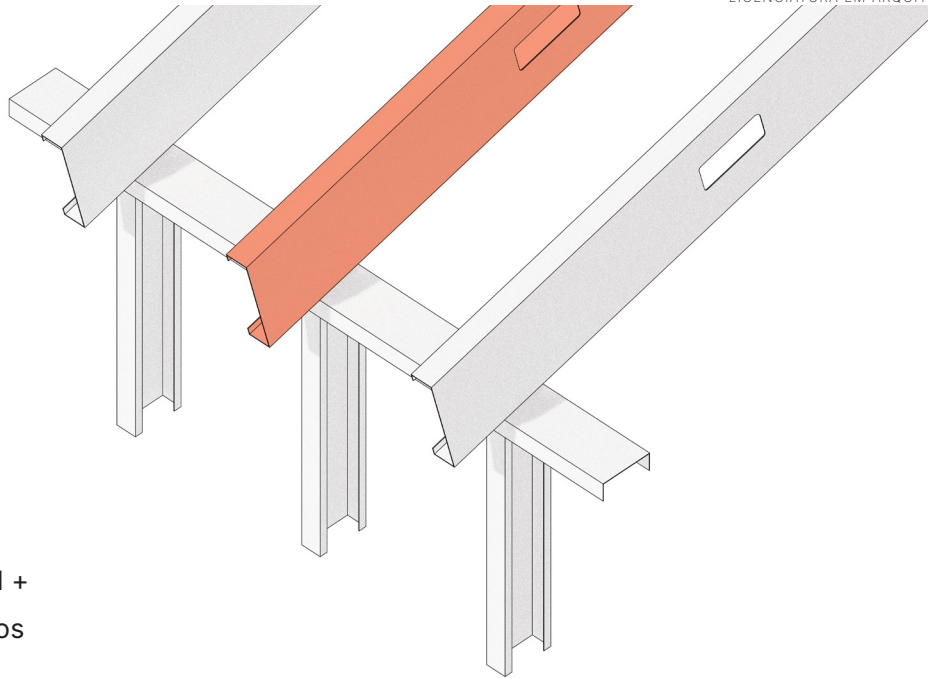


Escala: 1/2

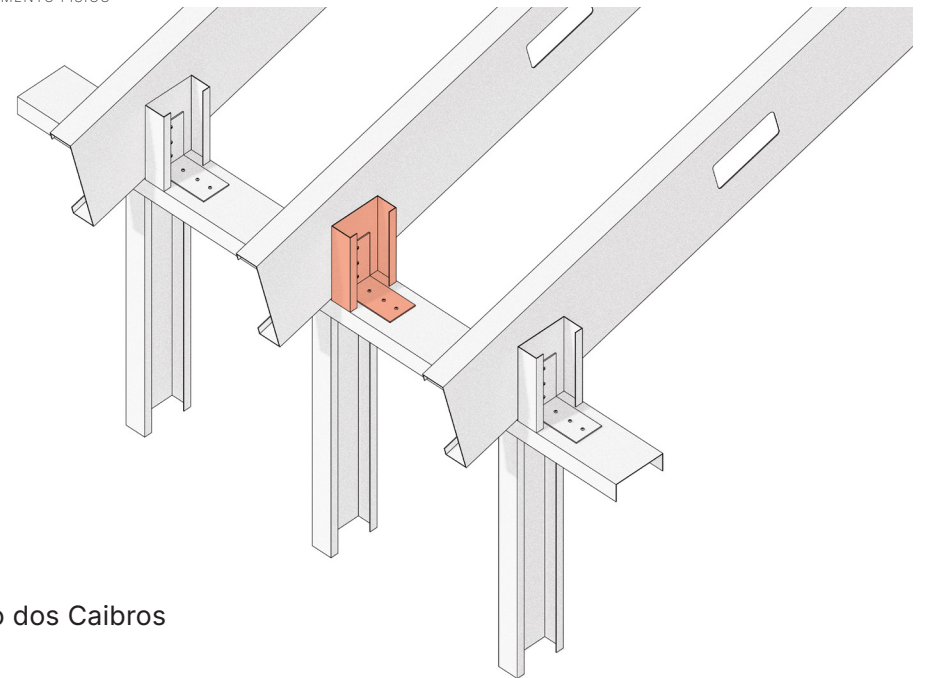
DET: Rufo Granito

Cobertura

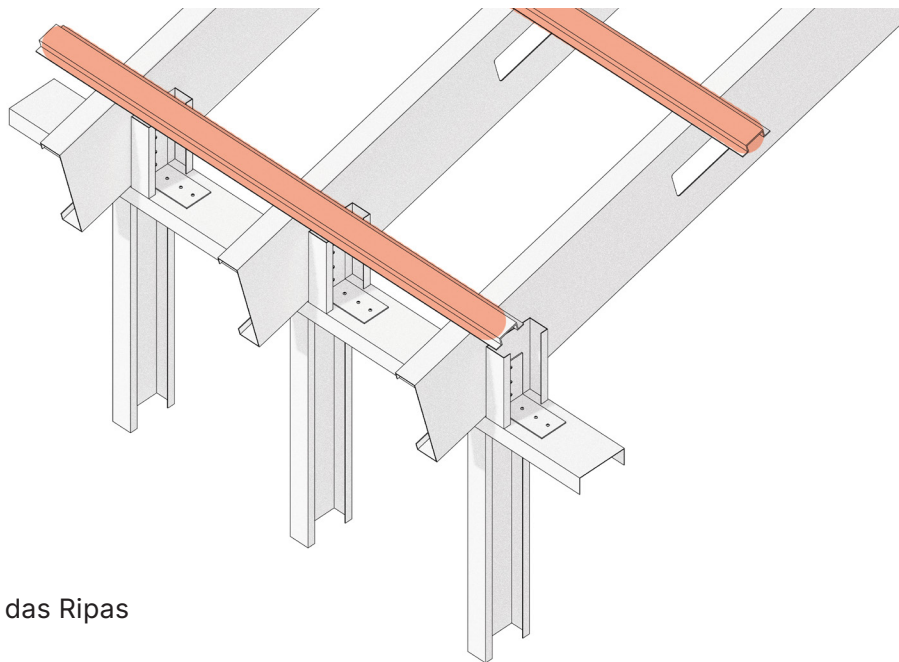




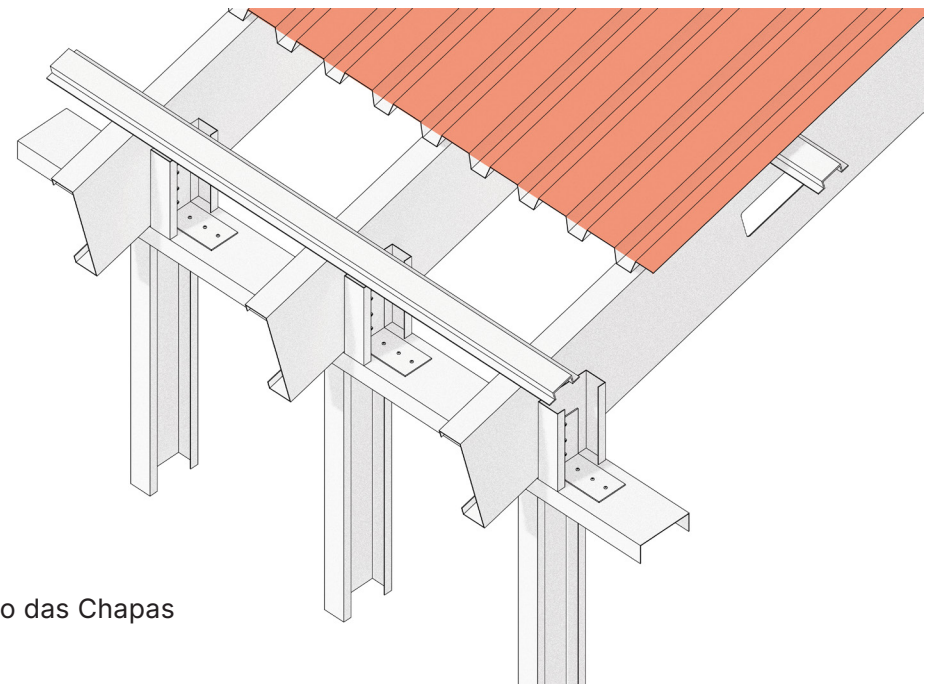
Painel +
Caibros



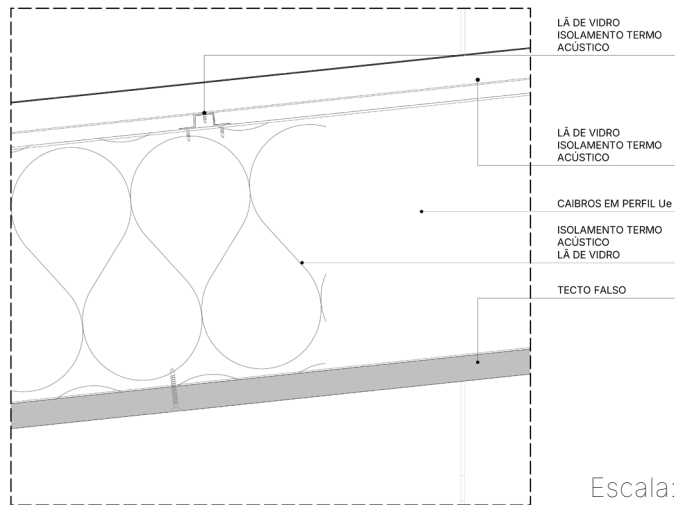
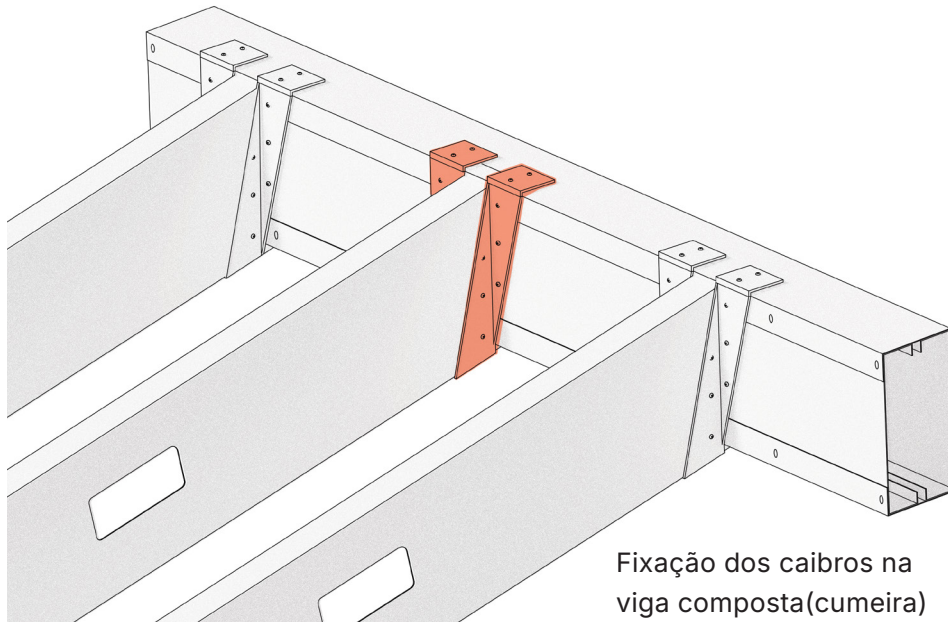
Fixação dos Caibros



Fixação das Ripas

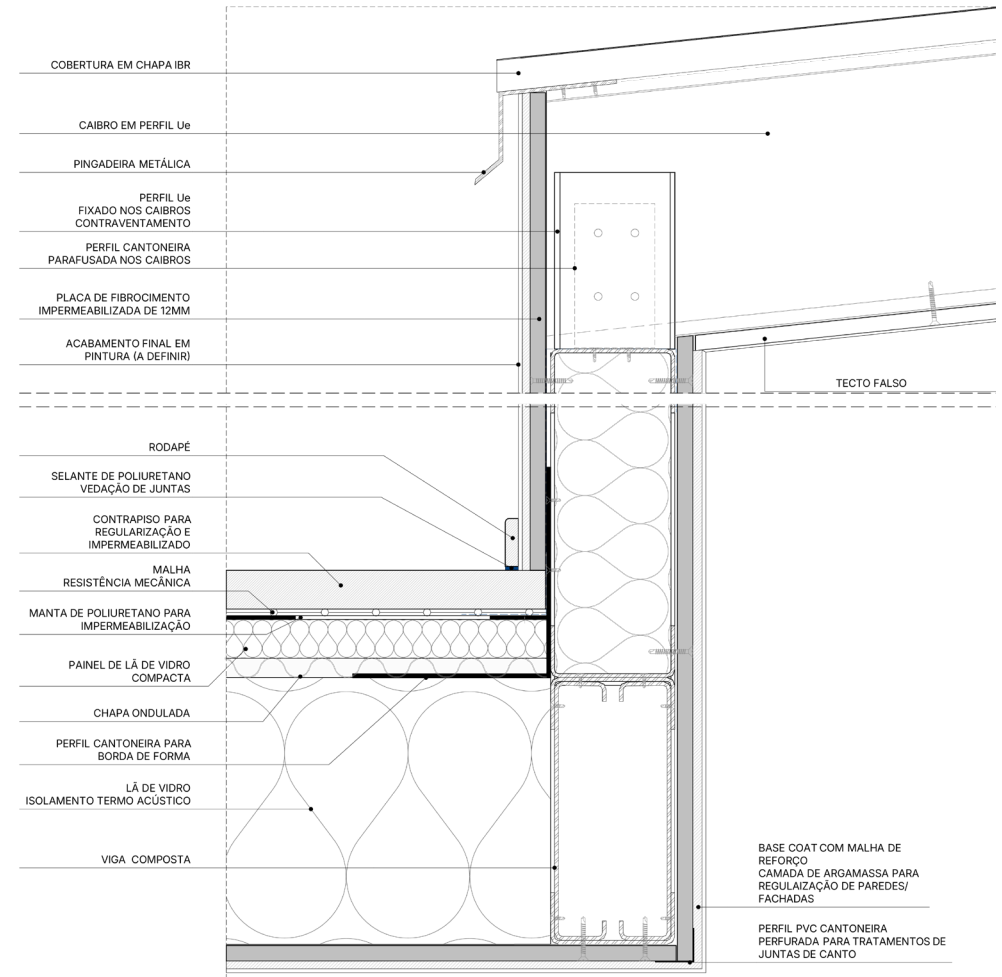


Fixação das Chapas



Escala: 1/2

DET: Fixação de Chapas



Escala: 1/2

DET: Cobertura e laje

Caixilharias

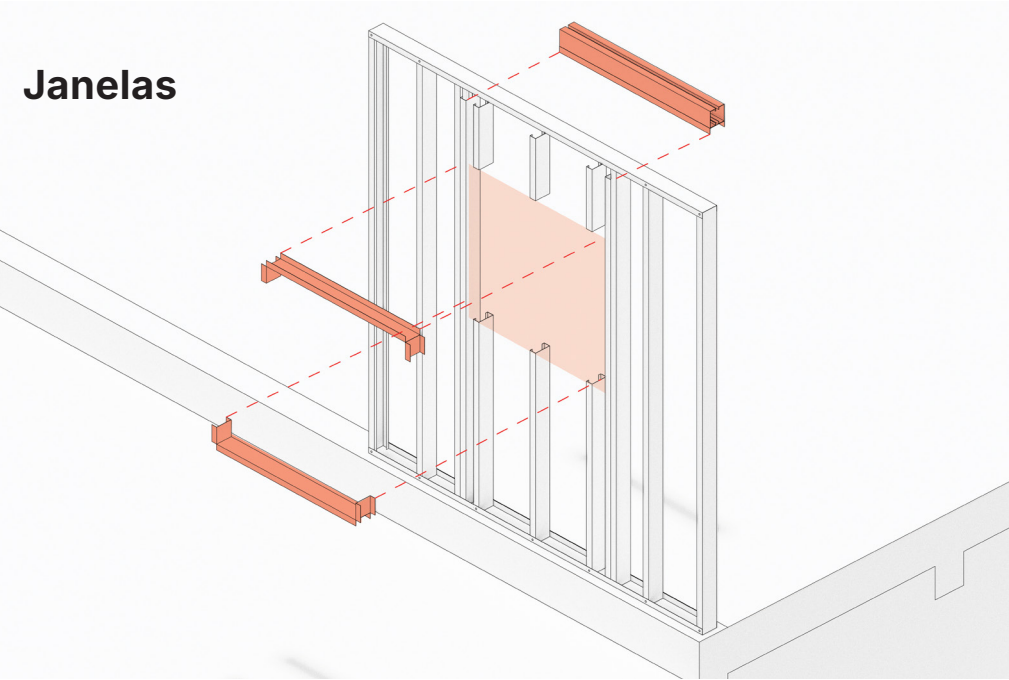
Janelas

Portas

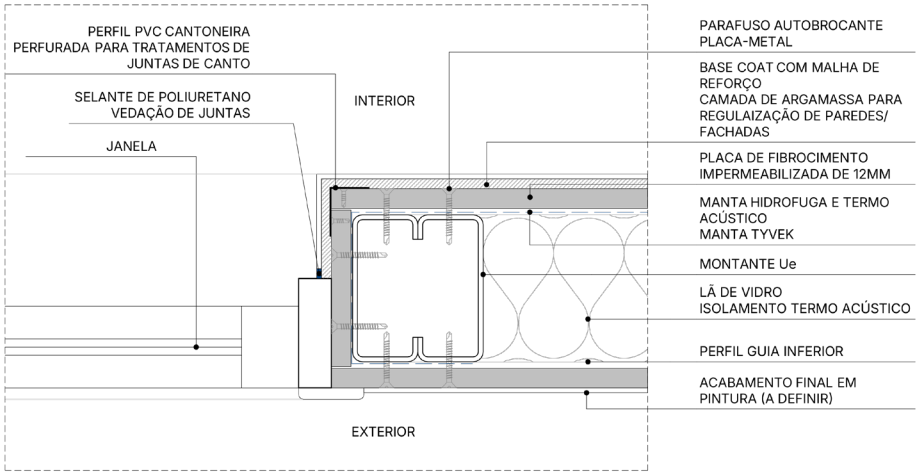
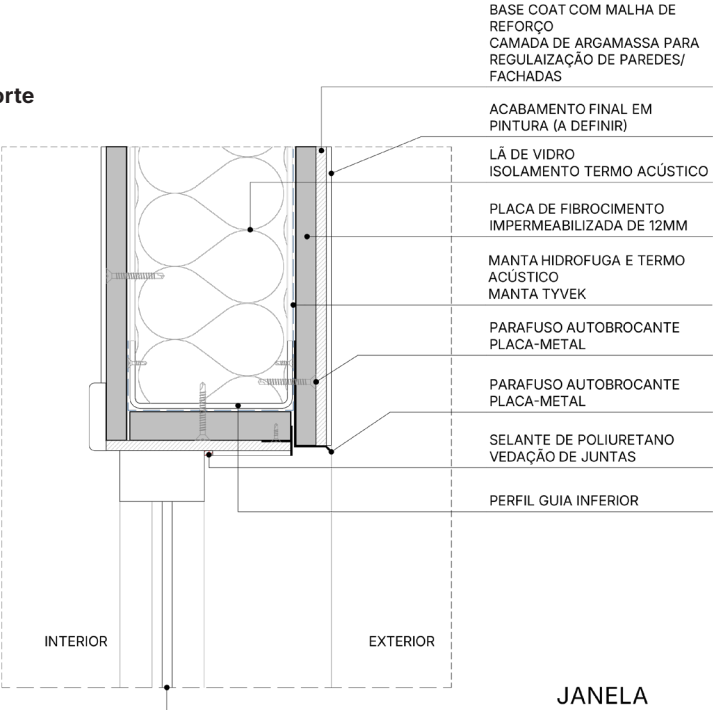
Verga

Áreas Molhadas

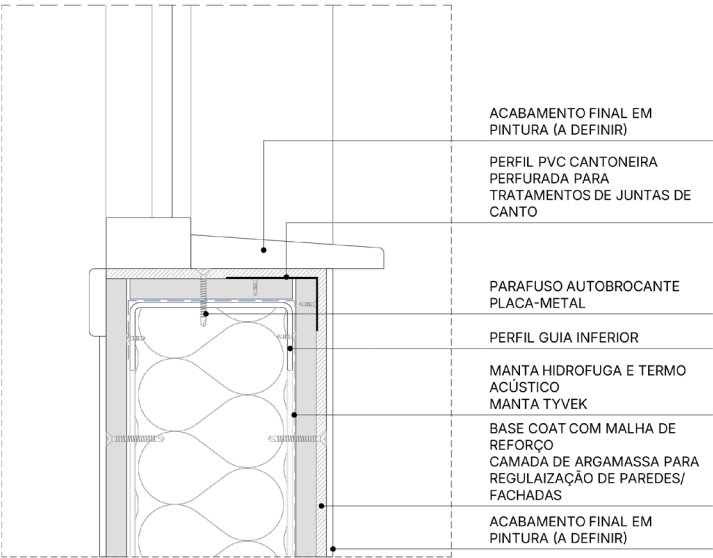
Janelas



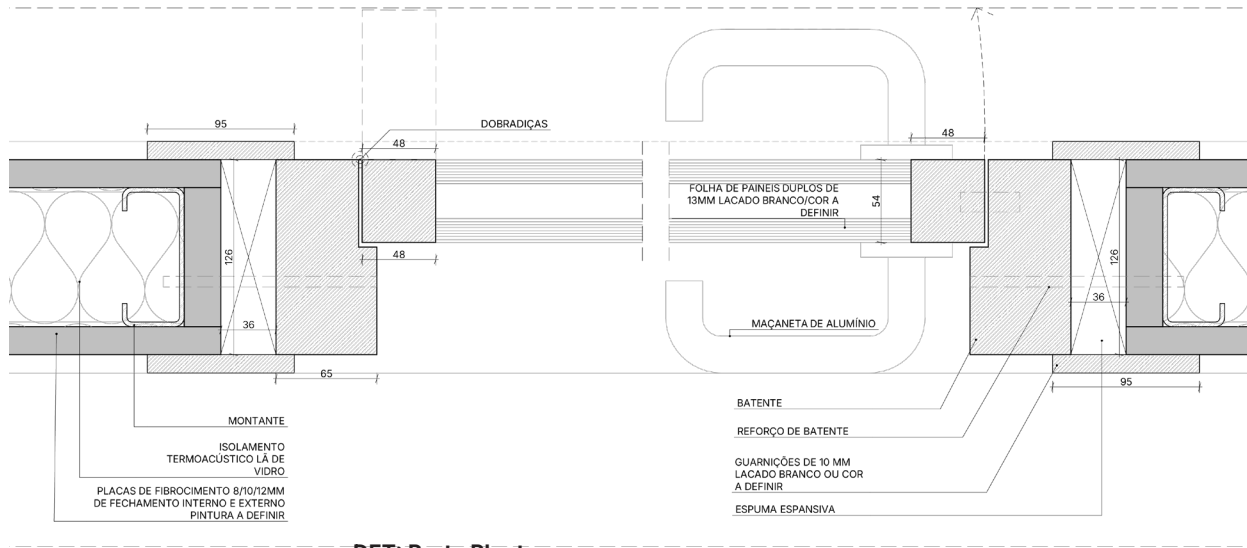
DET: Janela Corte



DET: Janela Planta

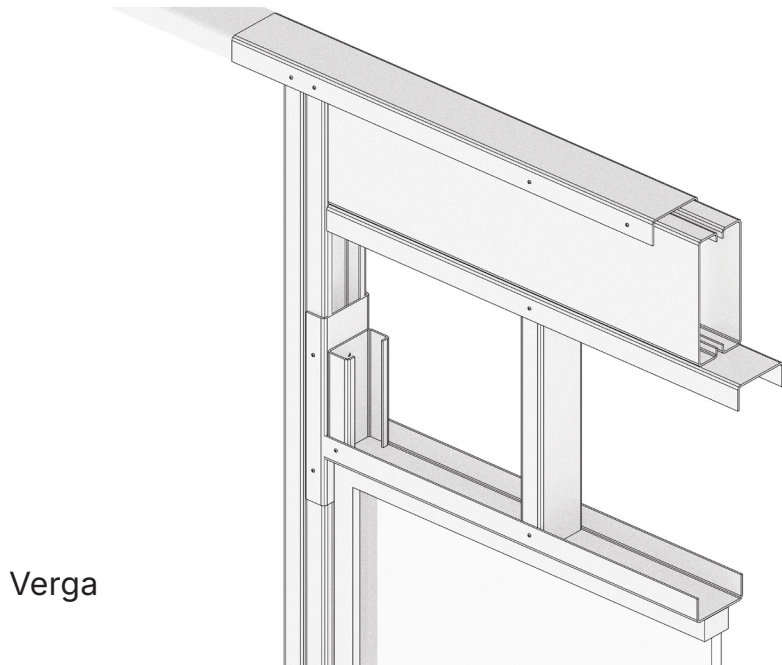


Portas



DET: Porta Planta

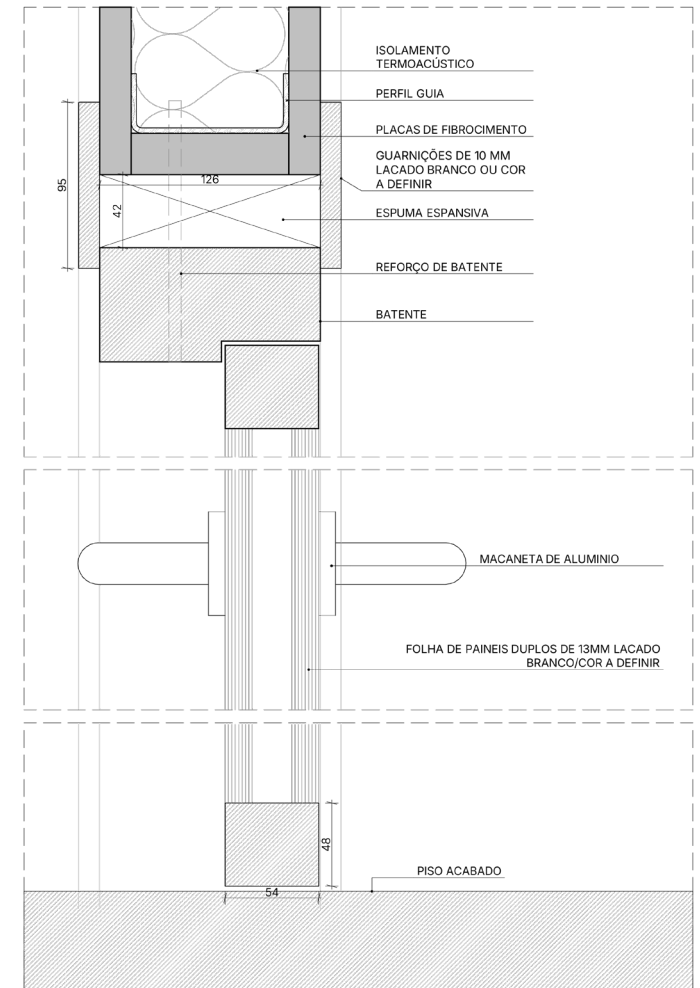
Escala: 1/2



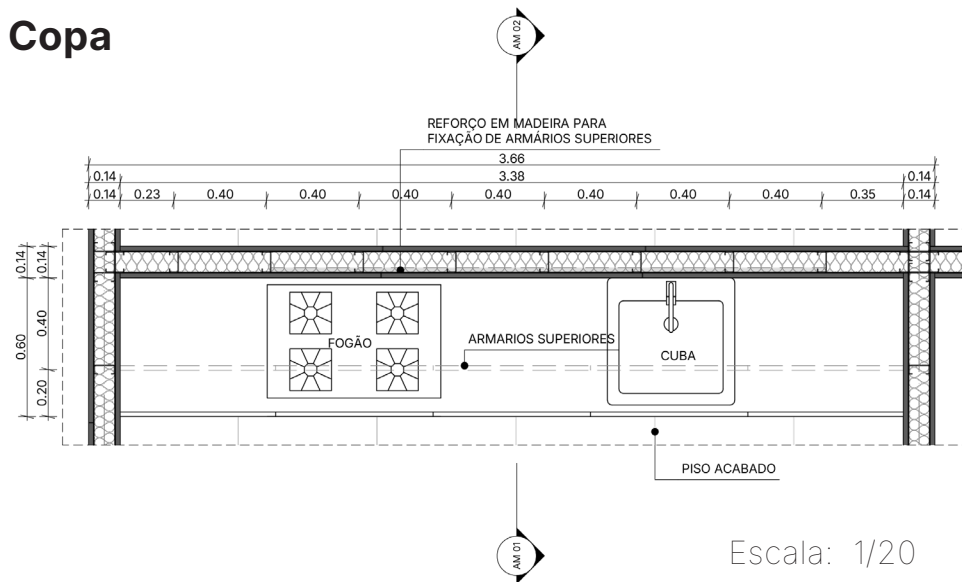
Verga

Escala: 1/2

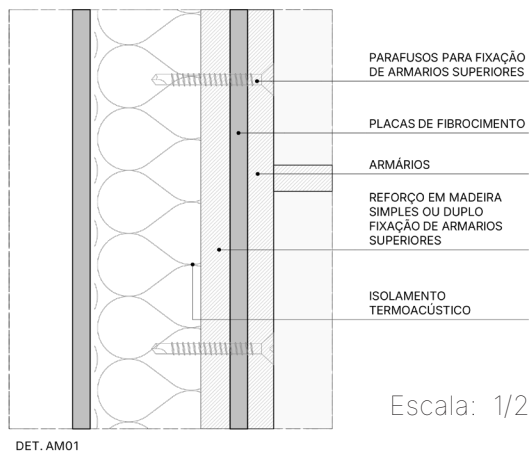
DET: Porta Corte



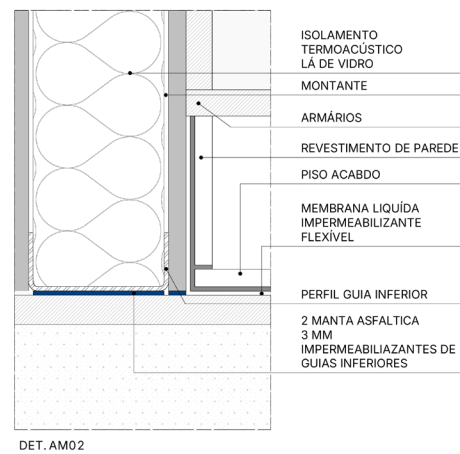
Copa



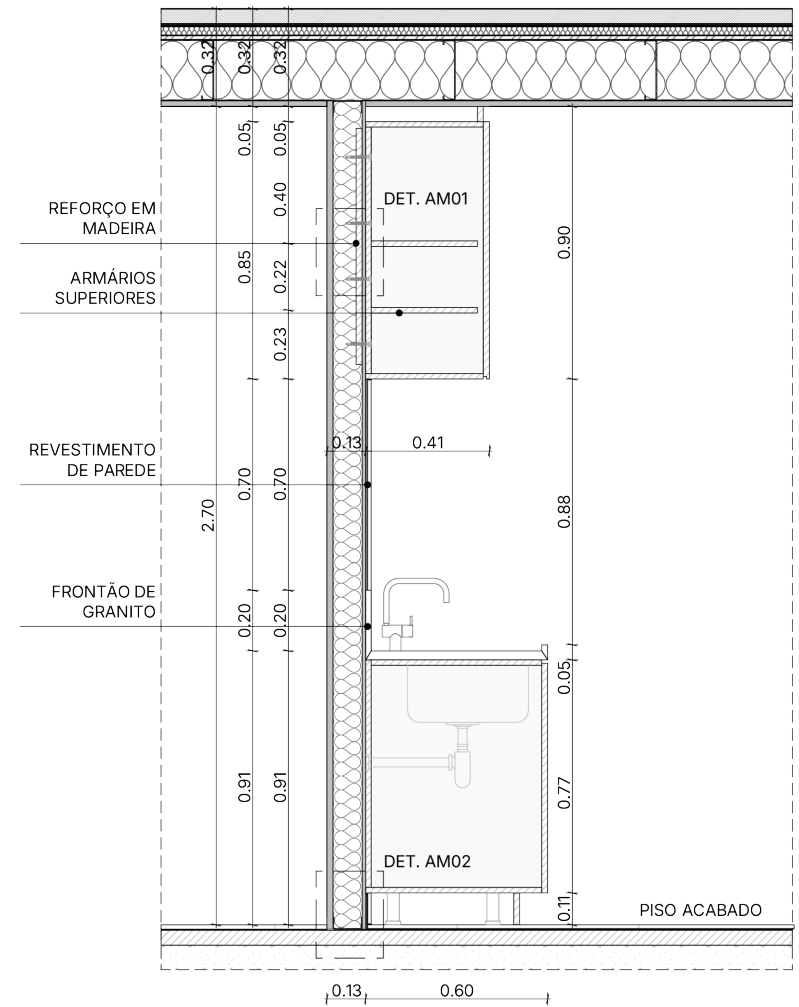
Escala: 1/20



Escala: 1/2

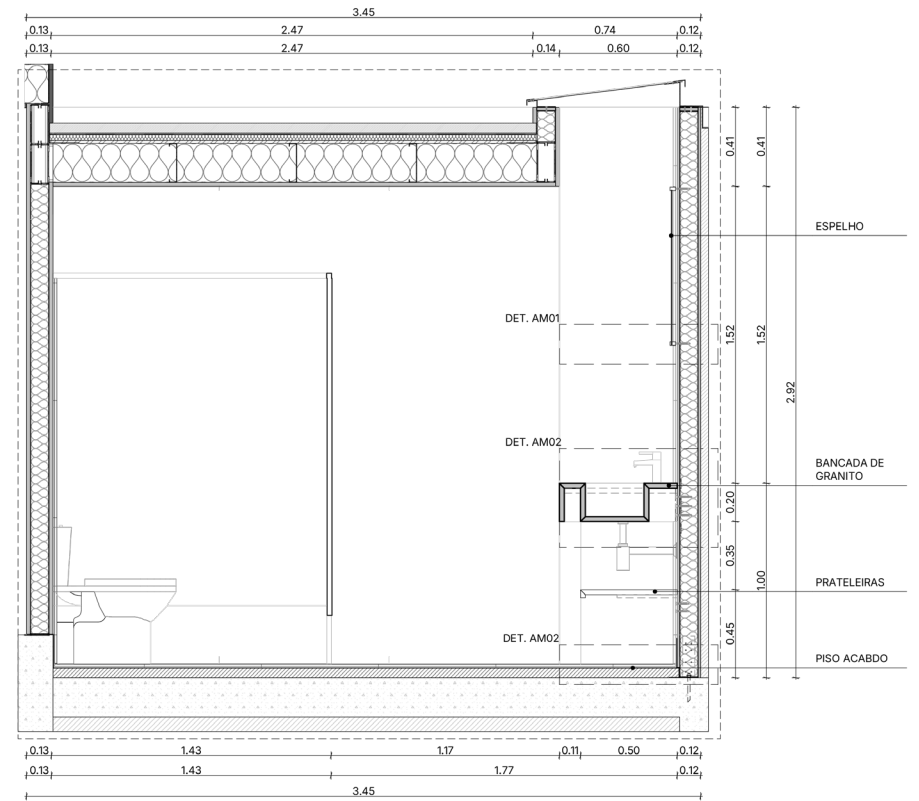
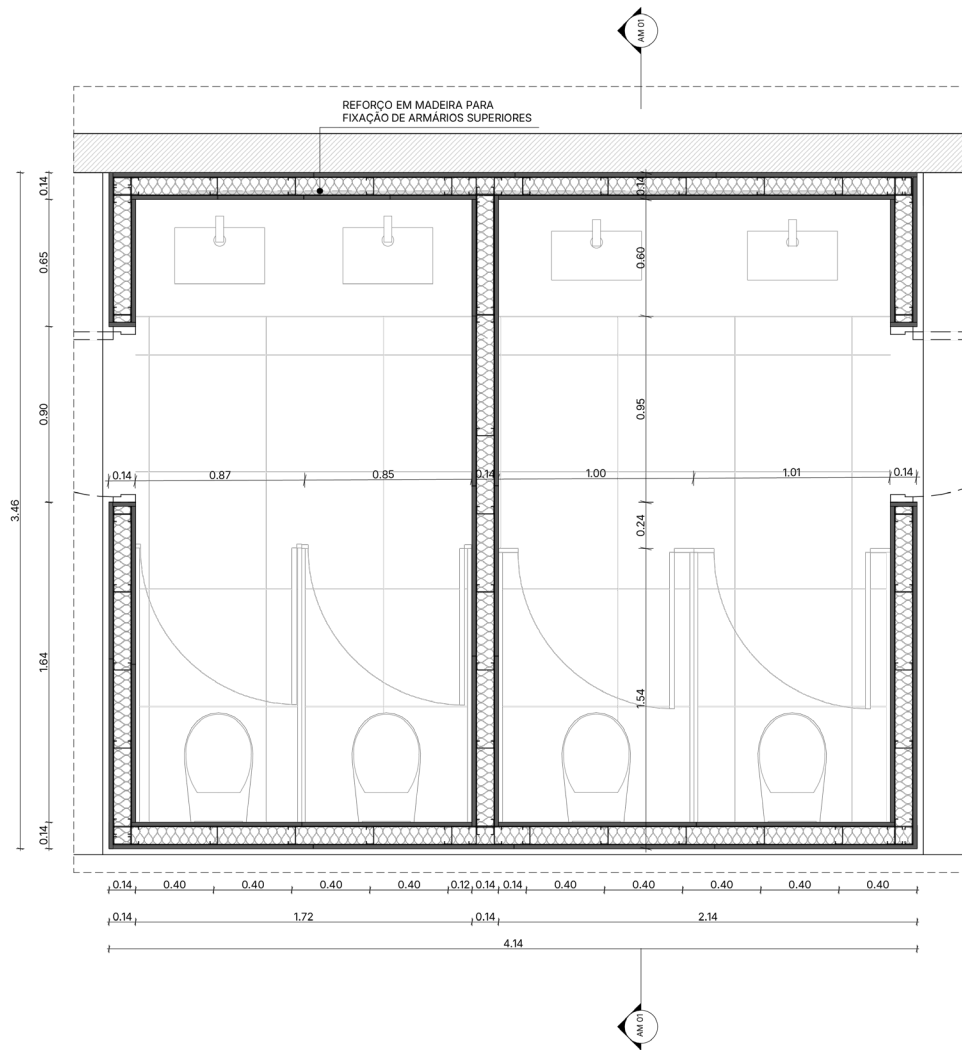


DET: Piso

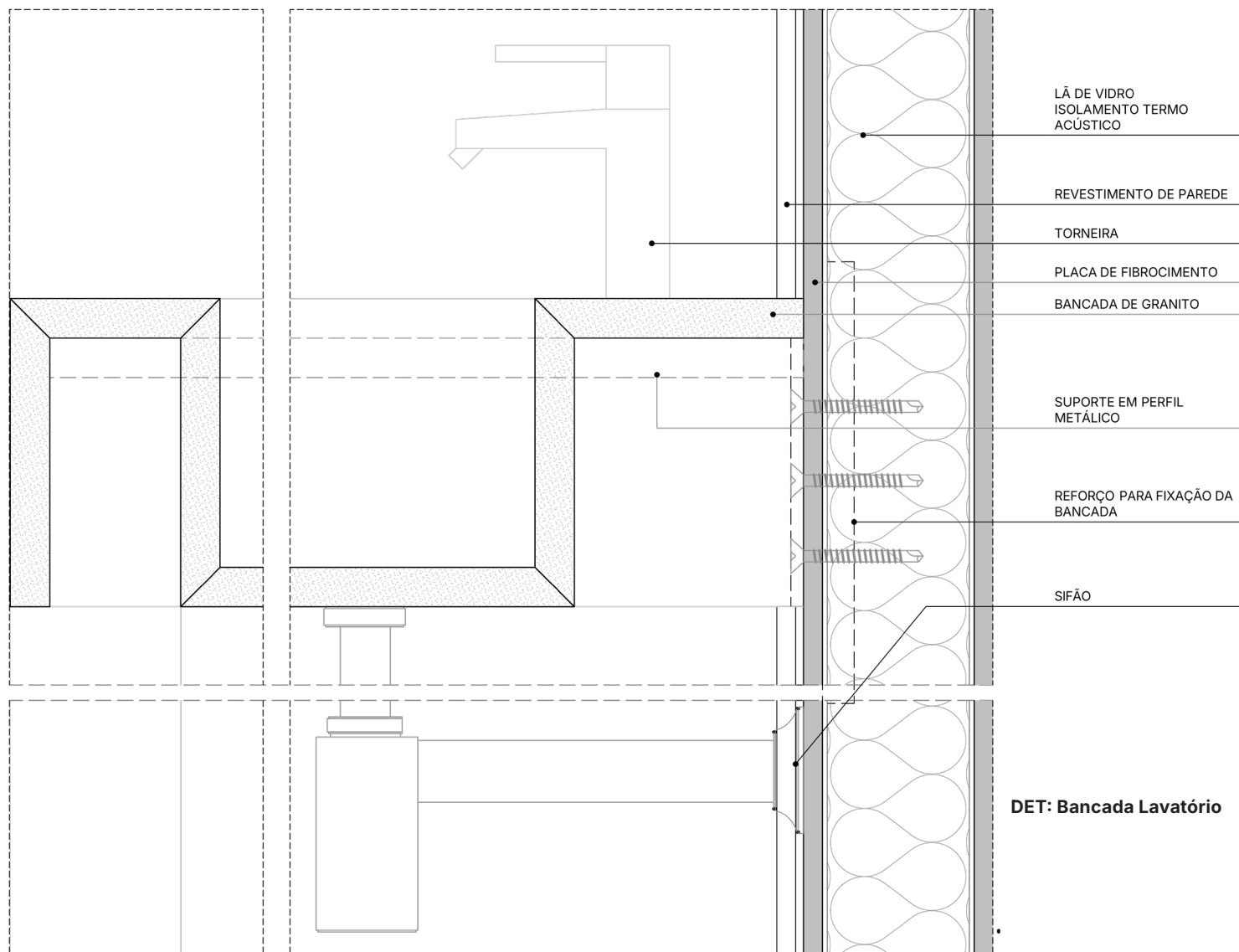


Escala: 1/20

Sanitários

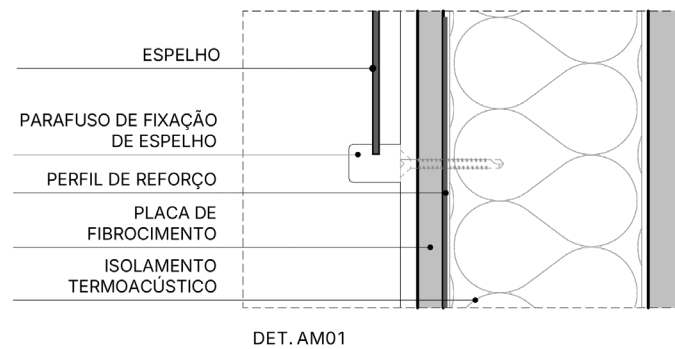


Escala: 1/20

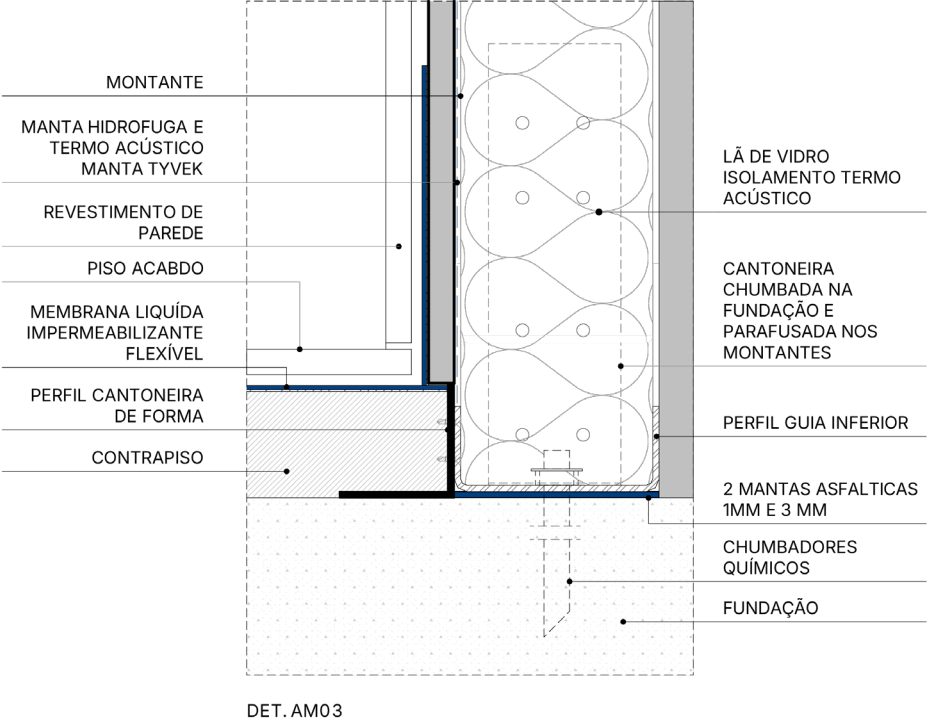


Escala: 1/2

DET. AM02



DET: Fixação de Espelho



DET: Piso

Escala: 1/2

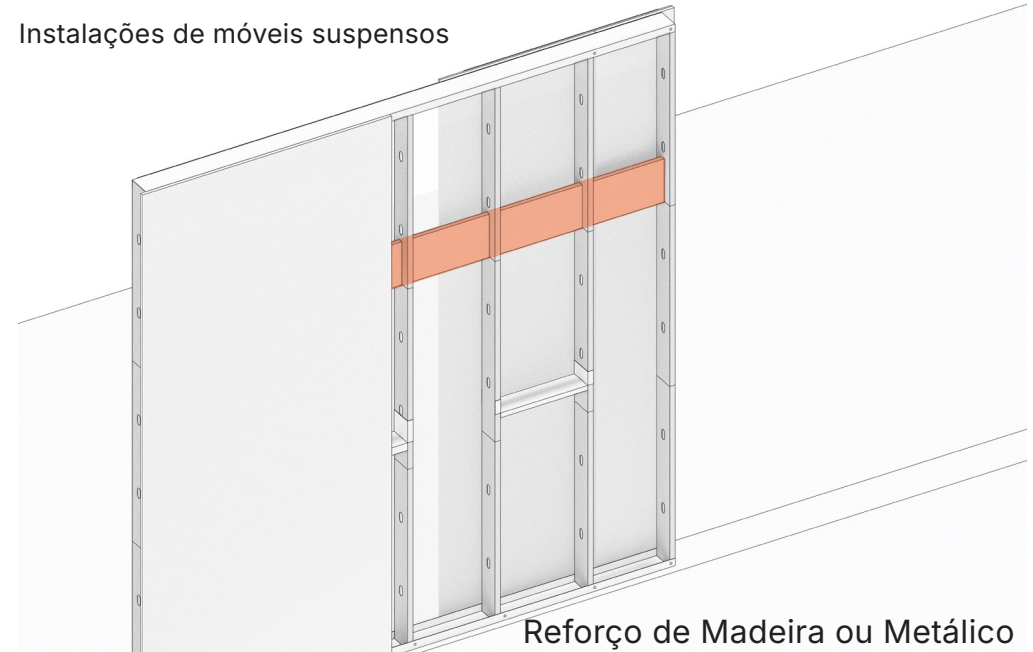
Instalações Técnicas

Instalações Hidrossanitárias

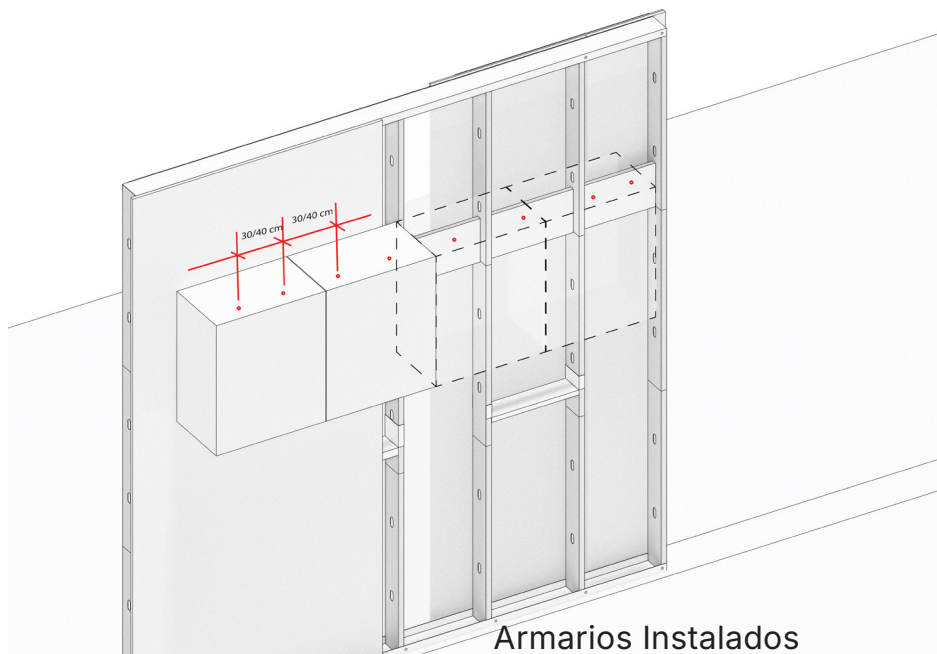
Instalações Eléctricas

Montagem de Moveis suspensos

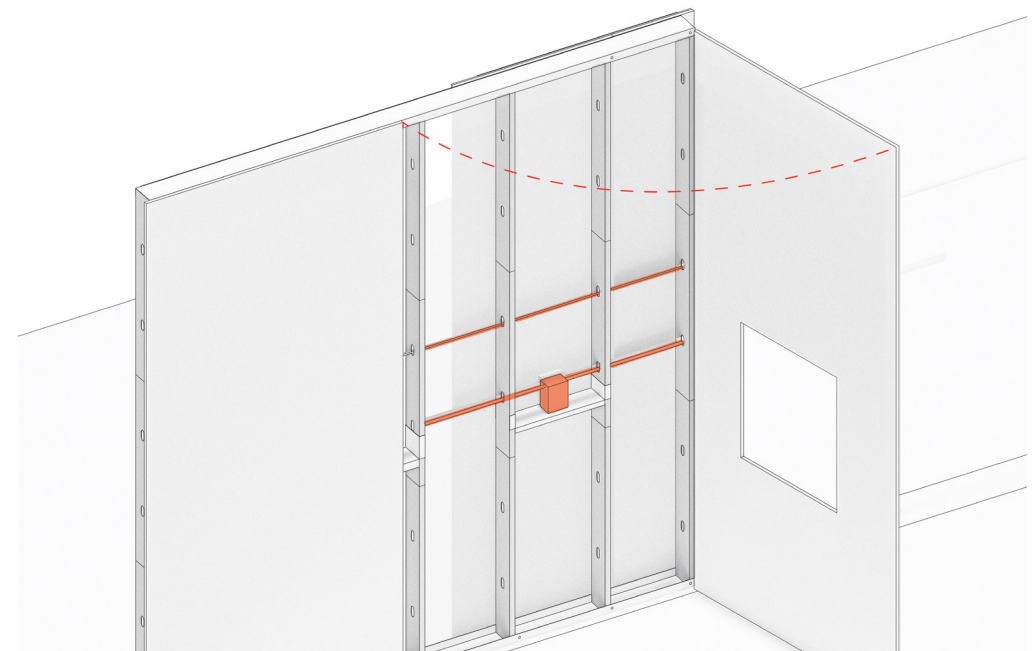
Instalações de móveis suspensos



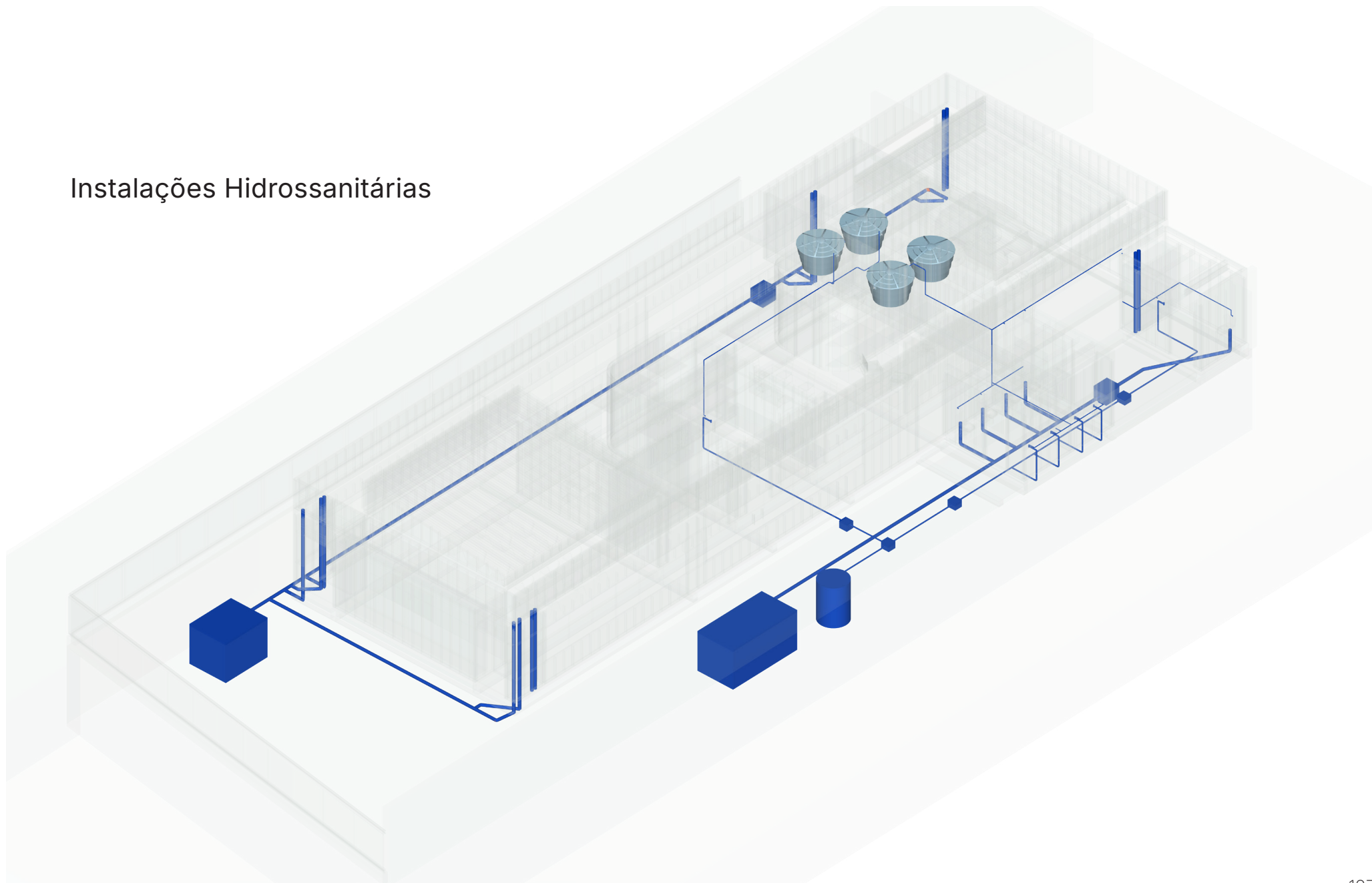
Reforço de Madeira ou Metálico



Armários Instalados



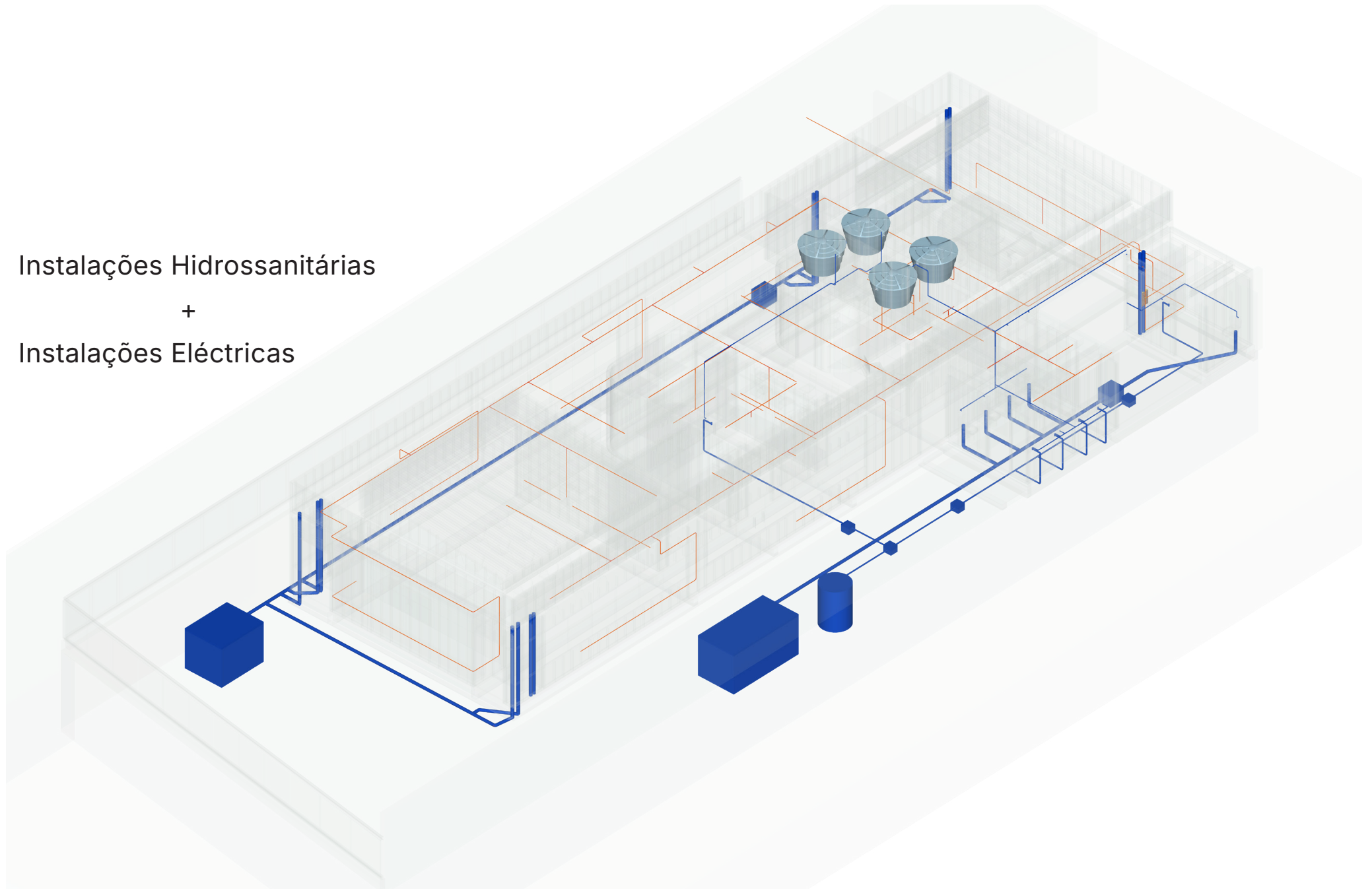
Instalações Hidrossanitárias



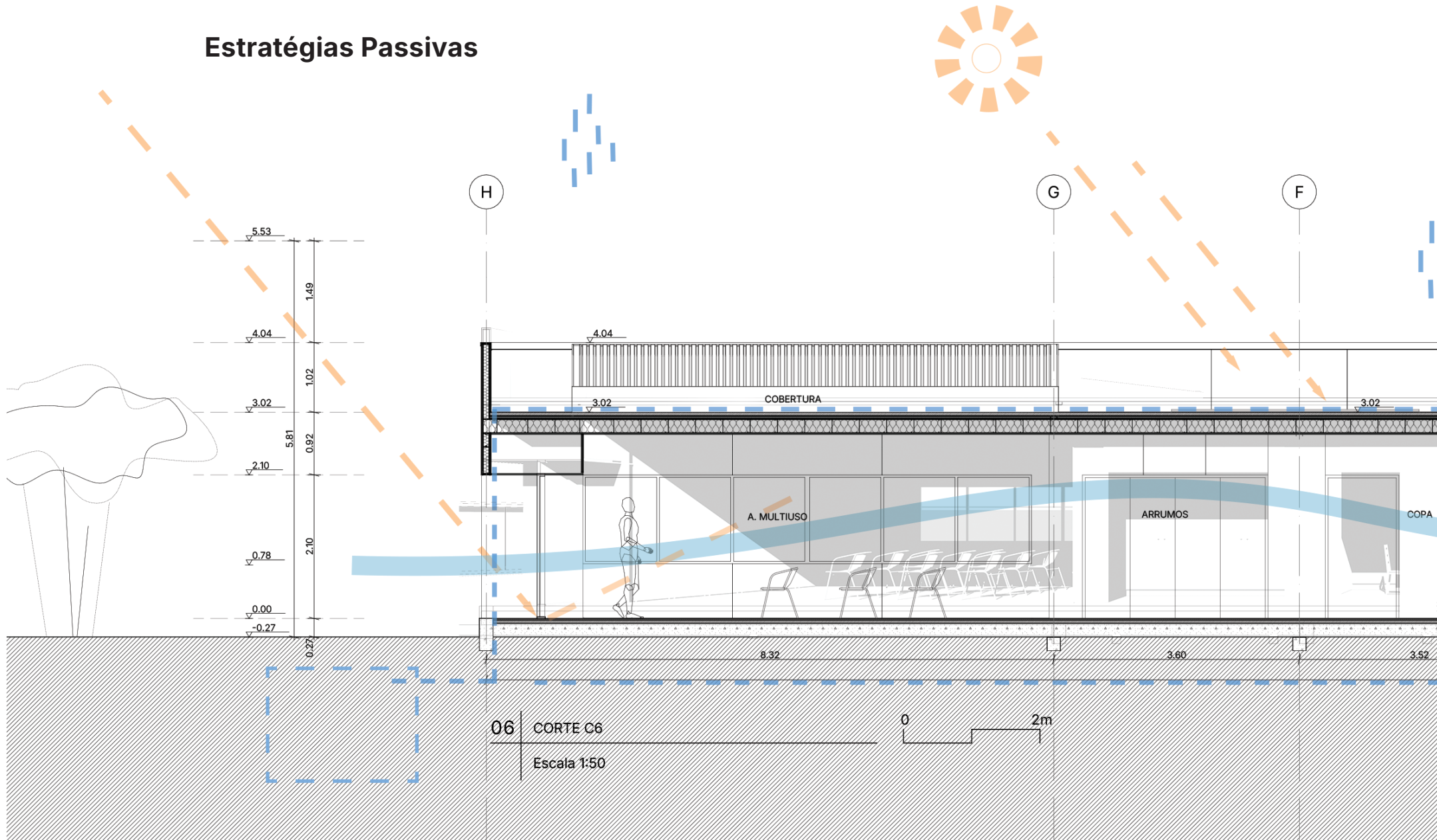
Instalações Eléctricas

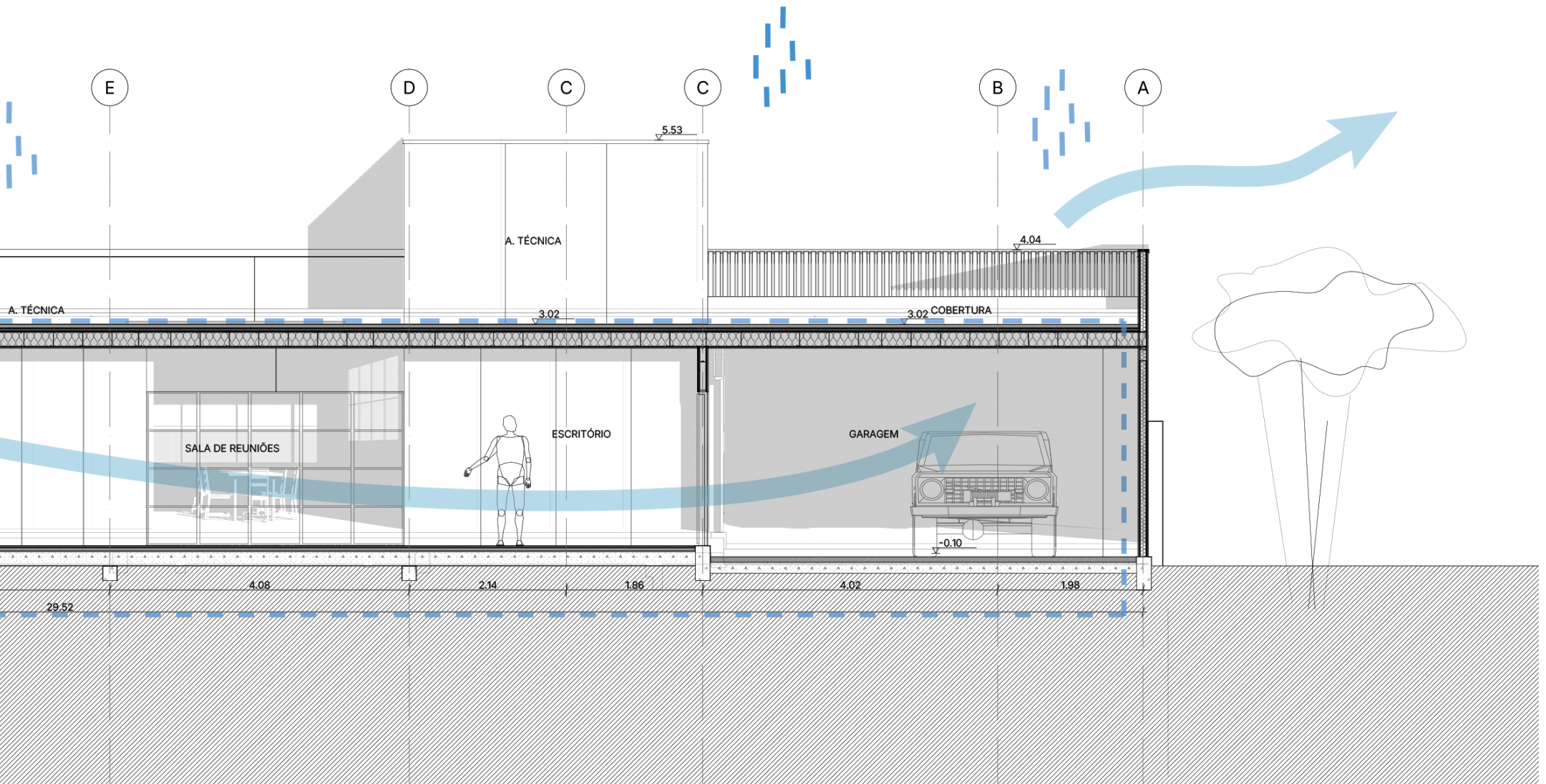


Instalações Hidrossanitárias
+
Instalações Eléctricas



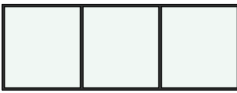
Estratégias Passivas



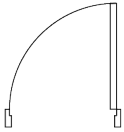
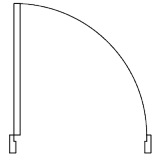
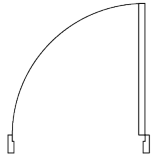
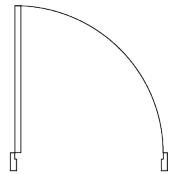
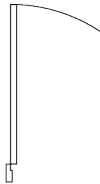
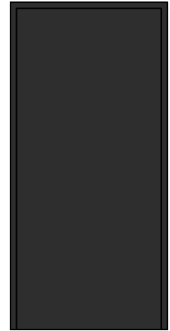


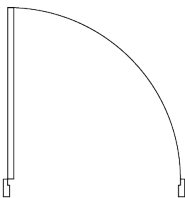
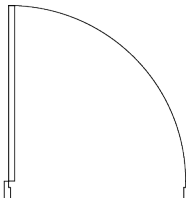
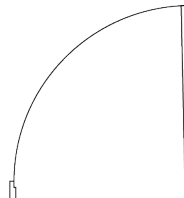
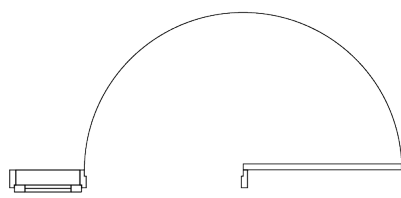
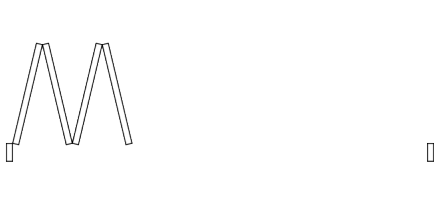
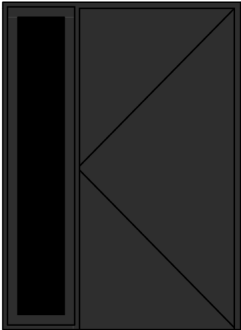
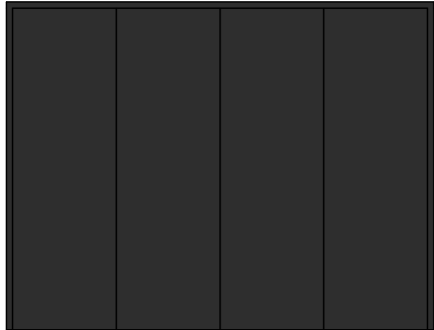
Mapa de Janelas

Tamanho L x A	2.24×1.18	2.63×0.30	2.97×1.30	3.01×1.30	3.12×1.18	Mapa de J 3.16
Símbolo 2D						
Vista Frente 3D						
Quantidade	1	1	1	1	1	

anelas							
3.20×1.30	3.20×1.29	3.20×1.30	3.29×1.20	3.29×1.30	3.53×1.30	3.55×1.29	3.96×1.30
							
							
1	1	1	1	1	1	1	1

Mapa de Portas

Mapa de Portas					
Tamanho L x A	0.74×2.10	0.90×2.10	0.90×2.10	1.00×2.10	1.08×
Orientação	E	D	E	D	D
Símbolo 2D					
Vista Frente 3D					
Quantidade	1	2	1	1	1

2.10	1.16×2.10	1.19×2.10	1.19×2.10	1.51×2.10	2.72×2.10
	D	D	E	E	D
					
					
	1	2	1	1	1

0.4

LICENCIATURA EM ARQUITECTURA E PLANEAMENTO FÍSICO

NOTA CONCLUSIVA

Estimativa de Custo

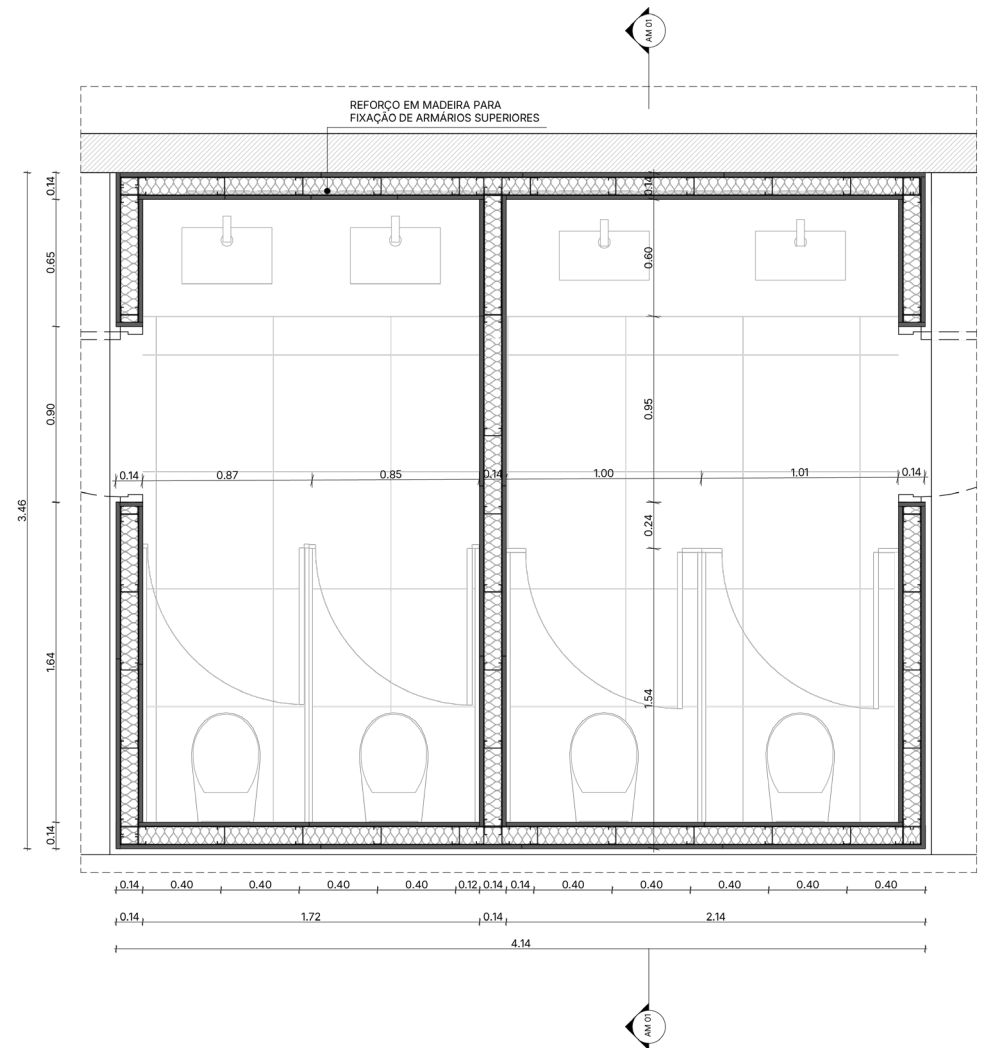
Conclusão

Considerações Finais

Referências Bibliográficas

Estimativas de Custo

Para fazer a estimativa de custos, foi escolhido um compartimento — os sanitários — como base para a análise. Com este recorte, procedeu-se à estimativa dos custos, de forma a realizar uma análise comparativa entre a estrutura em steel frame com placas de fibrocimento e a construção convencional.



Estimativa de Custos – Sanitários 15 m² com Sistema LSF + Placas de Fibrocimento

CATEGORIA	DESCRIÇÃO	QUANTIDADES APROXIMADAS	PREÇO UNITÁRIO (MZN)	SUBTOTAL (MZN)
A. Fundações	Escavação manual para sapatas superficiais	3 m ³	1.000	3.000
	Betão para sapatas (C12/15)	3 m ³	4.408	13.224
	Cofragem	10 m ²	500	5.000
	Armadura para fundações (varão 8 mm)	80 kg	155	12.400
B. Estrutura LSF	Perfis metálicos (montantes, guias, vigas, cantoneiras)	250 kg (estrutura leve)	250 (importação/estimado)	62.500
	Parafusos auto-brocantes zincados	5 kg	700	3.500
C. Fechamento e Revestimento	Placas fibrocimento externas (12 mm)	12 placas	800	9.600
	Placas cimentícias internas (8 mm)	8 placas	700	5.600
D. Laje húmida	Estrutura metálica da laje	15 m ²	2.000 (m ²)	30.000
E. Isolamentos	Lã mineral (entre montantes) para conforto térmico e acústico	4 rolos (média 1,2×10m)	1.800	7.200
F. Cobertura metálica (Ue + chapa)	Perfis Ue para caibros + telha metálica ou fibrocimento	15 m ² cobertura	1.500	22.500
G. Instalações sanitárias	Louças, sifões, tubagens PVC	Kit completo (estimado)	-	9.000
H. Ferragens e Portas	2 portas metálicas ou madeira tratada + janelas	2 portas + 2 janelas	4.500	9.000
I. Acabamentos e acessórios	Juntas flexíveis, massa acrílica, pintura impermeável	Estimativa	-	5.000
Total Estimado			 198.524 MZN 	

Estimativa de Custos – Sanitários em Alvenaria Convencional (15 m²)

CATEGORIA	DESCRIÇÃO	QUANTIDADES APROXIMADAS	PREÇO UNITÁRIO (MZN)	SUBTOTAL (MZN)
A. Fundações e Estrutura	Escavação manual para fundações	3 m³	1.000	3.000
	Betão para fundações (C12/15)	3 m³	4.408,30	13.224,90
	Cofragem para fundações	10 m²	500	5.000
	Armadura para fundações (varão de 8 mm)	100 kg	155	15.500
B. Alvenaria (paredes)	Blocos de 15 cm (h=2,5 m)	850 blocos	25,00	21.250
C. Argamassa de Assentamento	Cimento + areia grossa	10 sacos + 2 m³ areia	500 + 3.700	8.700
D. Revestimento (reboco)	Interno e externo (2 lados × 15 m² × 2,5 m)	75 m² reboco + 6 sacos cimento + 2 m³ areia	500 + 3.700	7.700
E. Cobertura (laje em betão armado)	Betão para laje (C25/30)	2 m³	5.000	10.000
	Cofragem para laje	15 m²	500	7.500
	Armadura para laje (varão de 8 mm)	150 kg	155	23.250
F. Pavimento (cimento queimado)	Betão magro para base + acabamento	0,5 m³ brita + 4 sacos cimento	500 + 2.000	4.000
G. Instalações sanitárias	Louças, sifões, PVC, conexões hidráulicas	Kit completo (estimativa)	-	9.000
H. Ferragens (Portas, janelas)	2 portas metálicas ou madeira simples + janelas	2 portas + 2 janelas	4.500 cada	9.000
I. Acessórios diversos	Pintura, impermeabilização, pregos, etc.	Estimativa geral	-	5.000
Total Estimado				142.124,90 MZN

A investigação permite concluir que, apesar do sistema Light Steel Frame aliado às placas de fibrocimento apresentar vantagens técnicas e ambientais significativas, a sua aplicação imediata no contexto moçambicano não é, neste momento, viável. O principal obstáculo reside no custo inicial elevado em comparação com os métodos de construção convencionais amplamente utilizados no país.

Embora ofereça benefícios como leveza estrutural, rapidez de execução, resistência a intempéries e sustentabilidade, estes não se traduzem ainda numa vantagem económica directa face à realidade financeira da maioria das comunidades e promotores moçambicanos.

O sistema revela, no entanto, grande potencial para aplicação futura, sobretudo com a redução dos custos de materiais, ampliação da produção local e formação de mão-de-obra especializada. A médio e longo prazo, poderá representar uma importante alternativa para o desenvolvimento urbano sustentável em Moçambique, desde que apoiado por políticas públicas e incentivos técnicos e económicos adequados.

Considerações Finais

Este trabalho visou responder a uma necessidade real do mercado moçambicano: encontrar soluções construtivas resilientes, sustentáveis e economicamente viáveis. Através da análise teórica, da experiência prática com o protótipo e dos dados recolhidos junto do sector produtivo, ficou demonstrado que o sistema LSF com placas de fibrocimento possui características técnicas vantajosas, mas que, por ora, o seu custo torna a sua implementação limitada.

A adopção em larga escala só será possível com a criação de uma base normativa sólida, a redução dos custos por meio de produção nacional e o fortalecimento da cadeia de distribuição. Até lá, o sistema poderá ser explorado de forma pontual em projectos institucionais ou privados com maior capacidade de investimento. Assim, Moçambique poderá, num futuro próximo, caminhar para uma construção civil mais eficiente e adaptada aos desafios contemporâneos.

Referências Bibliográficas

RENATA CRISTINA MORAES DE CRASTO; Arquitetura e tecnologias em sistemas construtivos industrializados: Light steel Framing; Ouro Preto, setembro de 2005.

EDUARDO RAYHER SOARES; Light Steel Frame - Conhecendo o sistema construtivo a seco.

INSTITUTO AÇO BRASIL: CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO; Steel Framing: Engenharia 2a. Edição Revisada, Rio de Janeiro 2016

MANUAL DE CONSTRUÇÃO EM AÇO: Steel Framing: Arquitetura 2a. edição; Rio De Janeiro 2012

JOÃO PEDRO EDUARDO DOMINGOS: Análise Técnico-económica De Soluções De Construção Não Tradicionais; Abril de 2013

CAMILA LAÍS FARRAPO: Durabilidade De Fibrocimento Reforçado Com Polpa De Sisal Após 10 Anos De Envelhecimento Natural; LAVRAS – MG 2015

SITE WEB

<https://www.adbarbieri.com/pt-br/blog/isolamentos-a-importancia-da-barreira-de-vapor>

<https://www.youtube.com/@DamadoGesso>

<https://www.youtube.com/watch?v=XmHuuPpgbjg&list=PL9VPwz3NWvm2VyIM8A8Gwy33fIbRmEXJL>

<https://www.youtube.com/@steelnaveia5261>

