


INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA CAMPUS VILHENA CURSO DE BACHARELADO EM ARQUITETURA E URBANISMO

ARQUITETURA MODULAR: UM CONCEITO APLICADO PARA UMA ARQUITETURA FLEXÍVEL E HARMONIOSA

**ROSA BLEM DA SILVA DUARTE / RODRIGO BUSS BACK / TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II
VILHENA-RO-2023/2**





INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA – CAMPUS VILHENA

ROSA BLEM DA SILVA DUARTE

**ARQUITETURA MODULAR: UM CONCEITO APLICADO
PARA UMA ARQUITETURA FLEXÍVEL E HARMONIOSA**

Trabalho de conclusão de curso entregue
ao Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Rondônia -
Campus Vilhena para obtenção de título
de bacharel em Arquitetura e Urbanismo
Orientador: Prof. Me. Rodrigo Buss
Back

VILHENA-RO-2023/2



Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Duarte, Rosa Blem da Silva.

Arquitetura modular: Um conceito aplicado para uma Arquitetura Flexível
e Harmoniosa / Rosa Blem da Silva Duarte, Vilhena-RO, 2023.

48 f. : il.

Orientador(a): Prof. Me. Rodrigo Buss Back.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Arquitetura e
Urbanismo) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Rondônia - IFRO, Vilhena-RO, 2023.

1. Conforto Térmico. 2. Flexibilidade. 3. Sustentabilidade. 4. Viabilidade
Econômica. I. Back, Rodrigo Buss (orient.). II. Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Rosilene Maria do Couto Marques, CRB-11/321 (Campus Vilhena)



ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na data 06/12/2023 realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulada **Arquitetura modular: Um conceito aplicado para uma Arquitetura Flexível e Harmoniosa** apresentada pela aluna **Rosa Blem da Silva Duarte (2019105070013-7)** do Curso **Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo (Vilhena)**. Os trabalhos foram iniciados às **18:00** pelo Professor **Rodrigo Buss Back** presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Rodrigo Buss Back** (Orientador)
- **Felipe Sergio Bastos Jorge** (Examinador Interno)
- **Polyana Riva da Silva** (Examinadora Externa)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à arguição da candidata. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

APROVADO

Nota: 90

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Rodrigo Buss Back** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

VILHENA / RO, 06/12/2023

Documento assinado eletronicamente por **Rosa Blem da Silva Duarte**, Discente, em 07/12/2023, às 11:27, conforme horário oficial de Rondônia, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Rodrigo Buss Back**, Orientador, em 11/12/2023, às 09:27, conforme horário oficial de Rondônia, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Felipe Sergio Bastos Jorge**, Examinador Interno, em 06/12/2023, às 18:52, conforme horário oficial de Rondônia, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Polyana Riva da Silva**, Examinador Externo, em 06/12/2023, às 18:53, conforme horário oficial de Rondônia, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão a Deus pela vida e por me guiar ao longo desta jornada acadêmica. Agradeço imensamente ao meu esposo, Gildomar Duarte, e às minhas filhas, Ruama e Raiana, pelo apoio incondicional ao longo desses cinco anos de curso. Seu amor, compreensão e encorajamento foram a base sólida que sustentou minha caminhada.

Agradecer também a todos os meus familiares por sempre me incentivarem a seguir em frente

Um agradecimento especial também aos colegas do grupo de estudo, que estiveram ao meu lado durante todos os desafios, mantendo-me motivada e determinada a seguir em frente. Suas amizade e apoio foram verdadeiros pilares durante essa jornada.

Não poderia deixar de mencionar o professor orientador Rodrigo Buss Back, cuja paciência, orientação e ensinamentos foram essenciais para o sucesso deste trabalho. Sua expertise e dedicação foram inspiradoras e contribuíram de maneira significativa para o desenvolvimento do meu projeto.

À ilustre banca, composta pelo orientador Rodrigo, pelo Professor Felipe e pela arquiteta urbanista Polyana Riva, expressei meu profundo agradecimento por compartilharem este momento tão significativo da minha trajetória acadêmica. A presença e contribuição de vocês são inestimáveis. Muito obrigada.

Aos docentes do curso, quero expressar minha sincera gratidão pelos valiosos ensinamentos compartilhados ao longo desses anos. Seus conhecimentos e experiências foram fundamentais para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Também gostaria de agradecer à coordenação do curso e a todos os envolvidos na administração do campus. Seu trabalho árduo e comprometimento garantiram um ambiente propício ao aprendizado e à realização deste projeto.

A todos vocês, meu mais profundo agradecimento! Sou grata por cada pessoa que contribuiu de alguma forma para minha jornada acadêmica e por me ajudar a alcançar essa conquista.

RESUMO

A arquitetura modular é uma modalidade construtiva que utiliza módulos pré-fabricados na construção, proporcionando flexibilidade e eficiência. O objetivo deste trabalho é desenvolver estudos para projeto arquitetônico utilizando a arquitetura modular, buscando sempre o equilíbrio entre arte, sustentabilidade, conforto e função. Foi adotada uma metodologia qualitativa e quantitativa. Realizando uma revisão bibliográfica, examinando artigos científicos, periódicos e livros especializados no campo da arquitetura modular e design passivo. Além disso, foi conduzido um estudo utilizando software específico para analisar as condições solares e a predominância dos ventos na região de estudo. Para o projeto do TCC 2 ficou escolhido o sistema híbrido. Ao utilizar o sistema híbrido que utiliza dois ou mais sistemas, aproveitamos as vantagens específicas de cada sistema. Em relação ao conforto térmico, a modularidade permite a adaptação às condições climáticas locais, garantindo isolamento térmico adequado, ventilação eficiente e consideração da orientação solar e sombreamento. Isso resulta em espaços internos agradáveis, com temperaturas e umidades adequadas. Quanto à viabilidade econômica, a construção modular é mais rápida e eficiente do que a tradicional, resultando em economias de custo, especialmente em projetos comerciais e habitacionais. Além disso, o uso de materiais pré-fabricados e a redução de desperdício e retrabalho também contribuem para a economia. Portanto, o planejamento e a análise de custo-benefício são fundamentais na avaliação da viabilidade de um projeto de arquitetura modular. Concluímos que, a arquitetura modular oferece vantagens em termos de conforto térmico personalizado e economia de tempo e custo em comparação com a construção tradicional.

Palavras-chave: Conforto Térmico, Flexibilidade, Sustentabilidade, Viabilidade Econômica.

SUMÁRIO

Capítulo 01

1	Introdução	07
2	Referencial Teórico	08
2.1	Conforto térmico	08
2.2	Viabilidade construtiva e econômica	09
3	Materiais e Métodos	12
4	Resultados e discussões	12
4.1	Tipologia	12
4.2	Conforto	13
4.3	Viabilidade econômica	14
5	Considerações parciais	15

Capítulo 02

1	Introdução	17
2	Conceito	17
3	Referencial Teórico	18
3.1	Fundação	18
3.2	Conforto	18
3.3	Materiais	19
4	Levantamento das legislações pertinentes	21

5	Composição modular	21
6	Caracterização familiar	25
7	Programa de necessidades e pré -dimensionamento	25
8	Setorização	26
9	Flexibilidade	26
10	Fluxogramas	28
11	Projeto harmonia	29
12	Planta baixa layout e cortes	30
13	Fachadas	33
14	Estrutura	38
15	Instalações elétricas e hidráulicas	38
16	Paredes	39
17	Isolamento termoacústico	39
18	Portas e janelas	40
19	Cobertura	41
20	Pisos e revestimentos	42
21	Sustentabilidade	43
22	Conclusão	43
23	Imagens do projeto	44
24	Referencias	46



CAPITULO 01

**ARQUITETURA MODULAR: UM CONCEITO APLICADO PARA A
REGIÃO NORTE DO BRASIL**

1. INTRODUÇÃO

A arquitetura modular é uma técnica construtiva que utiliza partes pré-fabricadas para realizar a construção de uma edificação. Como o nome sugere, os elementos são produzidos individualmente e, posteriormente, agrupados em módulos que podem ser usados como ambientes de uma residência, comércio ou edifício. Esses módulos podem ser combinados de diversas maneiras, o que oferece uma grande flexibilidade para o projeto final (MOREIRA, 2021).

A utilização da arquitetura modular é bastante comum em países como Estados Unidos, Suécia, Japão e Austrália, onde essa técnica é reconhecida pela sua eficiência, rapidez na execução e baixo impacto ambiental. No Brasil, a arquitetura modular tem se tornado cada vez mais popular nos últimos anos, principalmente devido à sua sustentabilidade e versatilidade, o que a torna uma opção atraente para projetos de construção civil em todo o mundo (INSON, 2021).

A região Norte do Brasil enfrenta vários desafios relacionados à arquitetura e ao conforto térmico. Um dos principais problemas é o clima quente e úmido, que pode tornar as condições internas das casas extremamente desconfortáveis se não forem tomadas medidas adequadas para lidar com a temperatura e umidade. Além disso, a falta de isolamento térmico pode ser um problema, pois se não forem projetadas com isolamento adequado, as casas podem ficar muito quentes durante o dia e muito frias durante a noite (FROTA, SCHIFFER, 2001).

Por fim, a implantação inadequada das edificações no terreno também pode afetar diretamente o conforto térmico. Quando as casas são dispostas sem proteção adequada em relação à incidência direta do sol, isso pode tornar as condições internas muito desconfortáveis. Portanto, é importante que as construções modulares na região indicada sejam projetadas levando em consideração todos esses fatores para garantir o conforto térmico adequado aos seus moradores (GURGEL, 2012).

A arquitetura modular pode ser uma solução interessante para a região por vários motivos, pode ser mais rápida do que a construção tradicional, o que pode ser especialmente importante em áreas remotas ou de difícil acesso. A arquitetura modular permite uma maior flexibilidade de design, o que pode ser útil para adaptar as construções às características específicas do contexto local, incluindo o clima e a cultura local (SOUZA, 2020).

As construções modulares podem ser mais sustentáveis do que as construções tradicionais, pois geralmente usam materiais mais leves e menos recursos naturais, como água, cimento, madeira, pedra e brita, e também podem ser utilizados produtos reciclados, recicláveis e renováveis. A construção modular pode ser mais econômica do que a construção tradicional, pois permite uma produção em massa e redução de desperdícios (SAVASSI, 2022).

Com este trabalho, foi proposto uma arquitetura fundamentada no equilíbrio entre arte, sustentabilidade, conforto e função através do sistema de construção modular com utilização de madeira, wood frame, steel frame e outros métodos de construção limpos e secos.

Para isso, utilizamos a tipologia híbrida, que consiste na combinação de duas ou mais tipologias de construção. No caso específico mencionado, as tipologias escolhidas foram

a paramétrica e a painelizada ou 2D. A tipologia paramétrica é conhecida pela utilização de algoritmos para a criação de formas complexas, enquanto a tipologia painelizada ou 2D é caracterizada pela produção de componentes pré-fabricados em fábricas em forma de painéis, que são montados no local de construção.

Com isso, o objetivo deste trabalho foi investigar e avaliar a viabilidade financeira e ambiental de uma edificação utilizando as tecnologias da arquitetura modular. Buscou-se analisar os aspectos de uma construção mais rápida, sustentável, flexível e econômica e com um bom desempenho térmico.

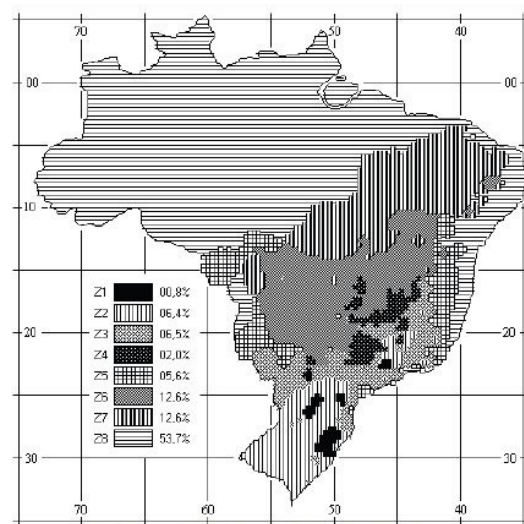
2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONFORTO TÉRMICO

Na arquitetura, é de suma importância garantir o conforto térmico adequado. Para isso, é fundamental fazer a escolha dos materiais adequados, sempre seguindo as normas técnicas brasileiras. Uma dessas normas é a Norma de Desempenho Térmico em edificações ABNT NBR 15575-1 de 2013, que estabelece parâmetros mínimos de qualidade de conforto térmico para as construções brasileiras (NBR 15575-1, 2013).

Além disso, de acordo com a NBR 15220-3 de 2005, o zoneamento bioclimático do Brasil está dividido em oito zonas, como mostra a figura 01.

Figura 01: Mapa de zoneamento bioclimático brasileiro.



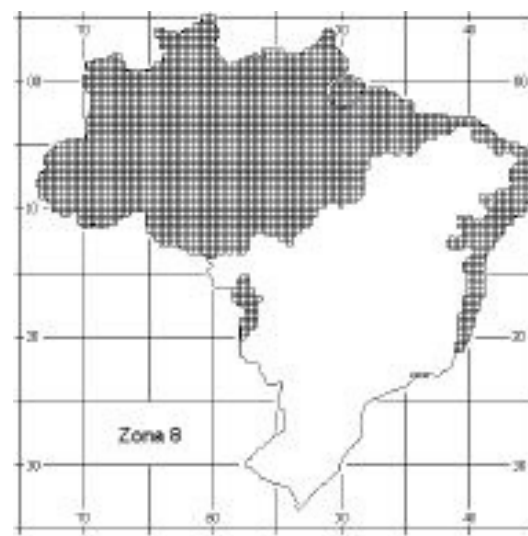
Fonte: NBR 15220-3 de 2005.

Isso significa que as construções modulares devem ser projetadas levando em consideração as particularidades climáticas de cada região, garantindo assim o conforto térmico adequado para seus usuários.

Seguir essas normas é essencial para garantir a qualidade e segurança das construções modulares, além de proporcionar o conforto térmico adequado para seus usuários.

Por isso, é fundamental que arquitetos, engenheiros e demais profissionais da área estejam sempre atualizados e atentos às normas técnicas e às particularidades de cada região, considerando as características climáticas de cada região. A figura 02 apresenta a localização da zona 8 no mapa do Brasil, que abrange a região Norte.

Figura 02: Zona bioclimática 8.

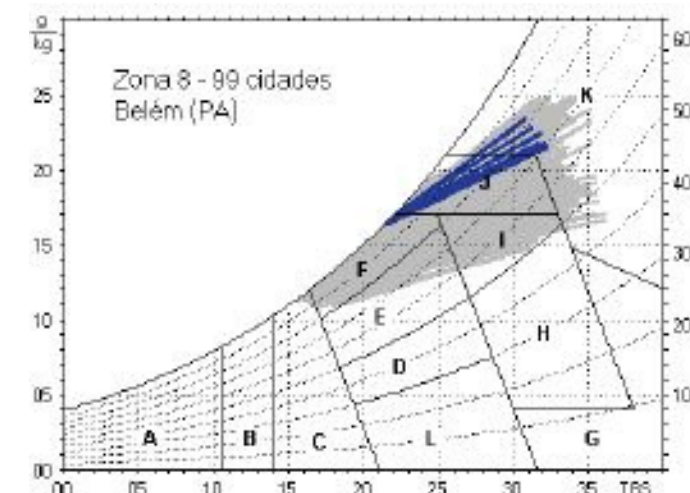


Fonte: NBR 15220-3 de 2005.

Além disso, a figura 03 apresenta a carta bioclimática, que traz informações sobre a climatologia da cidade localizada na zona 8. Nessa carta, é possível observar que a cidade de Belém do Pará é destacada como uma cidade representativa dessa zona.

Portanto, a escolha da cidade de Belém do Pará para exemplificar a aplicação das normas de conforto térmico na arquitetura modular se dá pela sua localização geográfica na zona bioclimática 8 e pela sua representatividade no contexto dessa zona, conforme estabelecido pela NBR 15220-3 de 2005.

Figura 03: Carta bioclimática.



Fonte: NBR 15220-3 de 2005.

De acordo com a NBR 15220-3 de 2005, as diretrizes construtivas para a zona bioclimática 8, que engloba a região norte do Brasil, são estabelecidas a partir de diversas medidas que indicam as estratégias a serem adotadas para garantir o conforto térmico nas edificações.

O quadro 01 é especialmente relevante pois dispõe sobre as aberturas para ventilação e sombreamento das aberturas para a zona bioclimática 8, por exemplo, para as aberturas que possibilitam a ventilação natural nos ambientes faz-se necessário o sombreamento das aberturas para evitar o excesso de radiação solar no interior das edificações.

Quadro 01: Aberturas e Sombreamento.

Aberturas para ventilação	Grandes
Sombreamento das aberturas	Sombrear aberturas

Fonte: NBR 15220-3 de 2005, adaptada pelo autor em 2023.

Outra diretriz está relacionada aos tipos de vedações externas que as edificações dessa região devem apresentar, o quadro 02, que estabelece os tipos de vedações externas que são indicados para a zona 8, levando em consideração as condições climáticas da região. Isso se deve ao fato de que a escolha inadequada desses materiais pode comprometer o desempenho térmico da edificação, tornando o ambiente interno desconfortável e aumentando o consumo de energia.

Quadro 02: Vedações externas.

Parede	Leve e refletora
Cobertura	Leve e refletora

Fonte: NBR 15220-3 de 2005, adaptada pelo autor em 2023.

Em complemento aos anteriores, tem-se a ventilação cruzada. Esta é uma estratégia importante para garantir o conforto térmico passivo nas edificações da zona bioclimática 8, de acordo com a NBR 15220-3, recomenda-se que as edificações sejam projetadas para permitir uma ventilação natural eficiente, que deve ser obtida através da utilização de aberturas estrategicamente posicionadas, como janelas e portas. A ventilação cruzada ocorre quando essas aberturas são dispostas de forma a permitir a entrada de ar fresco em um lado da edificação e a saída de ar quente do outro lado, criando uma corrente de ar que ajuda a dissipar o calor e a umidade.

Quadro 03: Estratégia de condicionamento térmico.

Estação	Verão
Estratégias	Ventilação cruzada permanente

Fonte: NBR 15220-3 de 2005, adaptada pelo autor em 2023.

O Partido Arquitetônico deverá ser proposto de modo a aproveitar os recursos naturais da região, que consiste em conhecer o clima local, para melhorar a qualidade da edificação, como conforto térmico, iluminação natural para evitar o uso prolongado de equipamentos mecânicos para ter um bom condicionamento térmico, e com uma boa orientação solar é possível fazer a edificação ter uma excelente iluminação sem prejudicar o conforto térmico (PEREIRA, 2014).

Na arquitetura, é importante considerar diversos fatores climáticos para garantir o conforto térmico dos espaços construídos. Isso envolve a mitigação dos efeitos de condições climáticas extremas, como calor excessivo, frio intenso e ventos fortes, bem como a criação de ambientes confortáveis que se assemelham aos espaços ao ar livre em climas amenos.

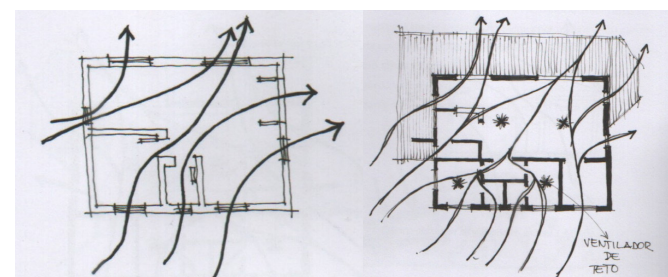
Entre as variáveis climáticas que têm maior impacto no desempenho térmico das edificações, destacam-se a oscilação diária e anual da temperatura e umidade relativa, a incidência de radiação solar, o grau de nebulosidade do céu, a direção e intensidade dos ventos e os índices pluviométricos. Ao levar em conta esses fatores, os arquitetos podem projetar edifícios que atendam às necessidades dos usuários, oferecendo ambientes confortáveis e saudáveis para se viver e trabalhar (FROTA e SCHIFFER, 2001).

A arquitetura é uma das áreas mais importantes em que o conforto térmico e o baixo consumo energético podem ser aplicados, a escolha de materiais com propriedades termoacústicas adequadas, como isolantes térmicos e vidros especiais, podem ajudar a garantir uma temperatura agradável e reduzir o consumo de energia. Além disso, a adoção de técnicas construtivas que levem em consideração a ventilação natural e a iluminação natural pode aumentar o conforto térmico dos ambientes e reduzir a necessidade de ar-condicionado e iluminação artificial, contribuindo para a redução do consumo de energia e dos impactos ambientais associados à geração de eletricidade (GURGEL, 2012).

As estratégias de design passivo, como a orientação do edifício em relação ao sol, a maximização da ventilação natural e o uso de janelas de alta eficiência, podem ajudar a reduzir o consumo de energia e melhorar o conforto térmico do edifício (GURGEL, 2012).

De acordo com o figura 04, podemos ver dois exemplos para ventilação natural.

Figura 04: Croqui de ventilação cruzada.



Fonte: Gurgel, 2012.

Uma ventilação eficaz é, na maioria dos casos, alcançada por pelo menos duas aberturas externas situadas em paredes opostas. Assim sendo, as casas “mais estreitas” tendem a ser mais facilmente eficientes. Entretanto, posicionando corretamente as aberturas e utilizando ventiladores de teto, também podemos conseguir um bom resultado em uma construção “quadrada” ou, digamos, “larga” (GURGEL, 2012, p.145).

2.2 VIABILIDADE CONSTRUTIVA E ECONÔMICA

A construção modular é uma opção interessante para projetos de construção que buscam maior eficiência em termos de custo e tempo de execução. A construção modular apresenta uma série de vantagens, como maior precisão e qualidade na fabricação dos módulos, menor desperdício de materiais e menor tempo de execução da obra. Tudo isso pode resultar em uma redução significativa nos custos finais da obra (SAVASSI, 2022).

Segundo Silveira (2021), o cronograma da construção modular pode ser menor do que o da construção convencional em cerca de 20% a 50%. Isso ocorre porque a produção dos módulos é feita em fábrica, com maior controle de qualidade e padronização, o que reduz o desperdício de materiais e diminui o tempo de execução da obra.

O Custo Unitário Básico (CUB) é um elemento fundamental no setor da construção no país, desempenhando um papel essencial na estimativa de custos para uma variedade de empreendimentos. Além disso, o CUB também permite o acompanhamento da evolução desses custos ao longo do tempo, fornecendo uma referência inicial para projetos e servindo como indicador de tendências (LOURENÇO, 2018).

Na localidade do Rio Vermelho, em Florianópolis, Santa Catarina, foi iniciada a construção de uma escola modular com 3.018 m², conforme ordem de serviço assinada em 9 de fevereiro, embora inicialmente tenha sido prevista para ser concluída em 90 dias, a escola foi finalizada em apenas 42 dias, evidenciando uma notável redução no prazo de construção (JORNAL CONEXÃO COMUNIDADE, 2023).

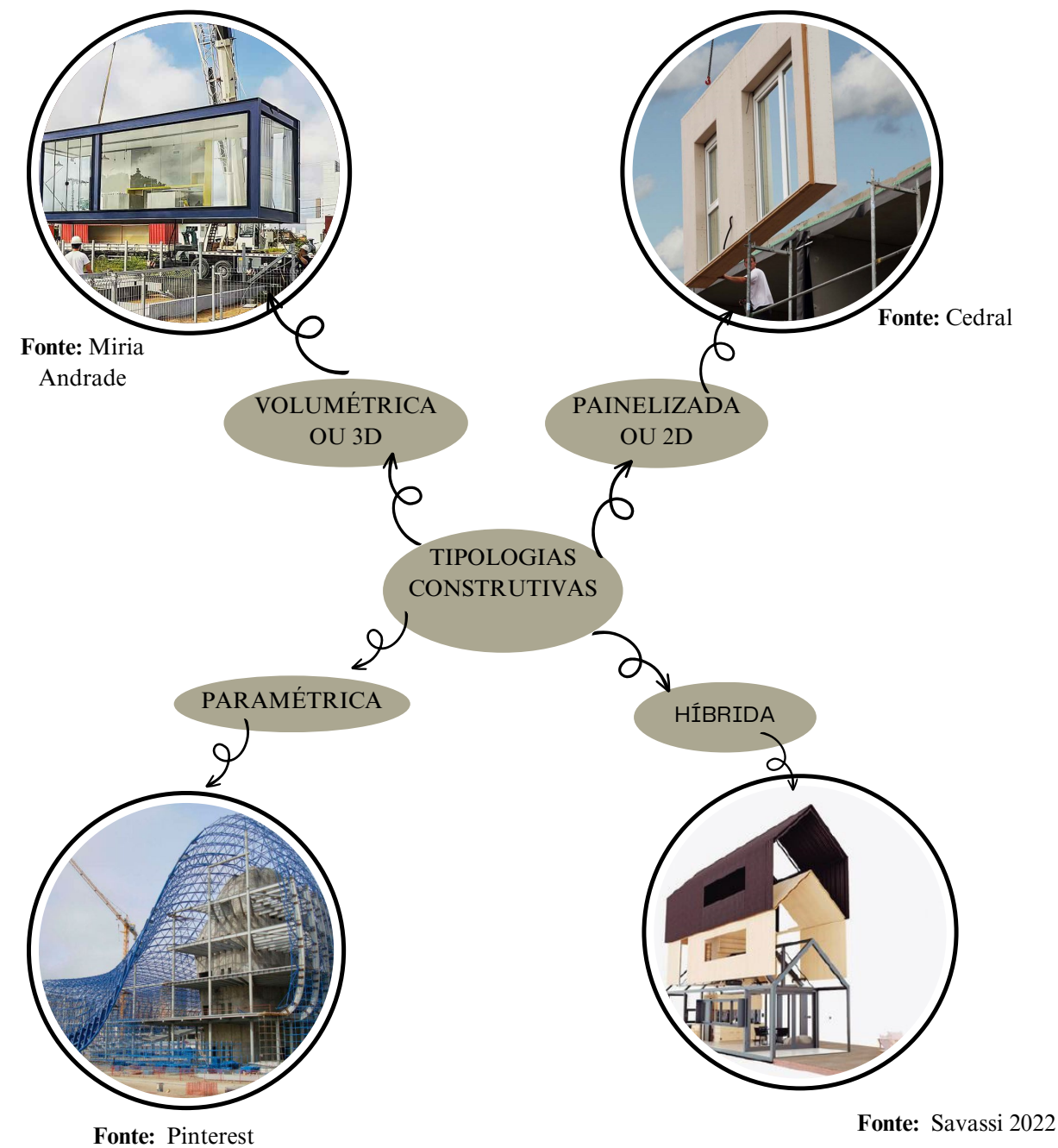
Como citado no parágrafo anterior sobre diminuição de tempo de obra, essa agilidade pode ter sido resultado da utilização da NBR 15873 de 2010, que é uma norma técnica brasileira que estabelece um padrão de coordenação modular para a construção civil, com o objetivo de garantir a compatibilidade dimensional entre os elementos e componentes construtivos. Essa norma é aplicável a projetos de edificações de todos os tipos, bem como à produção de componentes construtivos e à construção de edificações. A coordenação modular é realizada por meio do uso de um módulo básico de 100 mm, representado pela letra M. O espaço de coordenação é definido como o espaço ocupado pelo elemento ou componente, mais as folgas necessárias para acomodar deformações, tolerâncias, instalação e materiais de união, enquanto o ajuste de coordenação é a diferença entre a medida nominal e a medida de coordenação correspondente. A norma busca padronizar as dimensões dos elementos e componentes, permitindo a industrialização da construção em larga escala.

Em resumo, a norma NBR 15873 de 2010 estabelece a coordenação modular como um instrumento de compatibilização que se aplica ao projeto de edificações, produção de componentes construtivos e construção de edificações em geral. A medida de coordenação é expressa como $M_c = M_n + A_c$, onde M_c é a medida de coordenação do elemento ou componente, M_n é a medida nominal e A_c é o ajuste de coordenação, que garante o espaço para deformações, tolerâncias e materiais de união. É importante ressaltar que nem toda série de elementos repetidos é coordenação modular, e que a coordenação dimensional pode ser apenas "aleatória", enquanto a coordenação modular obedece aos requisitos do módulo de 100mm (NBR-15873, 2010).

De acordo com Savassi (2022), a tipologia do sistema modular é um método de classificação que se baseia na estrutura modular, ou seja, na organização de elementos construtivos padronizados e intercambiáveis, que permitem a construção de diferentes tipos de edificações. Além disso, a tipologia do modular também considera a flexibilidade da construção, permitindo que os módulos sejam alterados e combinados para atender as necessidades específicas de cada projeto.

A tipologia construtiva é, portanto, uma abordagem fundamental para a organização de espaços e construções, garantindo que a forma final esteja de acordo com os objetivos e necessidades do projeto (BASTOS, 2015). Conforme a figura 05, podemos ver as quatro tipologias construtivas.

Figura 05: Esquema de tipologias da construção modular.



Fonte: Acervo do autor, 2023.

O método construtivo se refere ao processo de fabricação e montagem dos módulos da construção modular, considerando a produção de cada componente e o transporte até o terreno. Além disso, é importante considerar a montagem adequada de cada componente e elemento da edificação (SAVASSI, 2022).

Ao adotar a coordenação modular como premissa de projeto, é possível considerar uma ampla gama de técnicas executivas. Essas técnicas podem variar desde métodos altamente fabricados, nos quais apenas é necessário transportar os módulos até o local da obra, até sistemas mais simples, como os de construção a seco, que são montados *in loco* por meio de encaixes sucessivos (BASTOS, 2015). De acordo com o quadro 04 é possível ver a descrição de cada sistema.



Quadro 04: Descrição dos sistemas construtivos de acordo com a tipologia.

Sistemas construtivos	Descrição	Imagem
Volumétrica ou 3D	Esta é a mais conhecida, pois são fabricadas por módulos como se fosse um prisma retangular, esses módulos são acoplados/instalados no canteiro de obras um no outro, e podem chegar com 50 a 90% de acabamento no canteiro.	 Fonte: Miria Andrade
Painelizada ou 2D	Esta tipologia sai da fábrica em forma de painéis estruturados, que são acoplados <i>in loco</i> por serem unidos no canteiro, não saem com todo o acabamento. Esse sistema é bastante usado em outros países como Estados Unidos e Canadá.	 Fonte: Miria Andrade
Paramétrica	A construção leva em conta alguns parâmetros ambientais e externos para elaborar um design específico através de cálculo realizado por software. E aliado ao sistema BIM fornece aos arquitetos um maior controle dos componentes da construção modular.	 Fonte: Pinterest
Híbrida	A tipologia híbrida é um método de construção que envolve a utilização de dois ou mais sistemas de construção modular na edificação. Por exemplo, pode-se utilizar um sistema modular nas paredes e ao mesmo tempo, utilizar um sistema paramétrico para a fundação e a estrutura do telhado.	 Fonte: SAVASSI (2022)

Fonte: Savassi (2022), adaptado pelo autor, 2023.

De acordo com Savassi (2022), a construção modular oferece a possibilidade de utilizar uma variedade de materiais, dependendo da composição primária dos módulos, cada um com sua própria tipologia distinta. Para ilustrar essa diversidade, o quadro 05 apresenta os principais materiais utilizados, sua aplicação e exemplos correspondentes.

Quadro 05: Descrição dos materiais e suas aplicações.

Principais materiais	Aplicação na construção	Imagem
Aço	O aço pode ser fornecido de duas formas, carbono e galvanizado. Aço carbono é o aço mais carbono (Fe+C), e o aço galvanizado recebe uma camada de zinco (Zn), esta camada que recebe é para proteção à corrosão. As aplicações mais comuns na construção modular são no sistema steel frame.	 Fonte: Drywall, associação brasileira de drywall.
Madeira	A principal tipologia do uso da madeira na construção modular, é no wood frame, a madeira engenheirada como CLT (madeira laminada cruzada) utilizada em forma de painéis como piso, parede e cobertura, MLC (madeira laminada colada) usada em vigamento e pilares e o sistema SIP (structural insulated panel).	 Fonte: Alcance Engenharia Jr 2020
Concreto	Com ótimas propriedades sísmicas, acústica e geológica, o concreto dá uma excelente performance a edificação, porém o peso deve ser levado em consideração para logística e içamento.	 Fonte: Altair Santos

Fonte: Savassi (2022), adaptado pelo autor, 2023.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia empregada nesta pesquisa em arquitetura modular foi abordada de forma abrangente, combinando abordagens qualitativas e quantitativas. O estudo envolveu uma revisão bibliográfica detalhada, que se baseou em artigos científicos publicados no Google Acadêmico, periódicos e livros especializados em arquitetura e design passivo.

Além disso, um estudo sobre as condições solares e a predominância dos ventos na região de estudo foi conduzido utilizando o software Sol-ar. Esse software permitiu a inserção de dados específicos do local de estudo, possibilitando a criação de uma máscara de sombreamento para as aberturas da edificação. Esse estudo foi essencial para considerar aspectos relacionados à eficiência energética e conforto térmico na concepção da arquitetura modular para a região.

E com esta revisão bibliográfica, também foi constatado que, a construção modular apresenta viabilidade financeira, pois seu processo de produção em massa e redução de desperdícios, resulta em um custo reduzido em comparação com a construção tradicional. Isso contribui para tornar a arquitetura modular uma opção atrativa tanto do ponto de vista sustentável quanto econômico na região de estudo.

Após a coleta criteriosa de informações, realizou-se uma análise de conteúdo dos artigos, periódicos e livros selecionados. Esse processo de análise permitiu identificar e compreender os principais conceitos e tendências relacionados à arquitetura modular, com ênfase em aspectos como flexibilidade, sustentabilidade, otimização modular, conforto e baixo custo.

Dessa forma, a metodologia adotada nesta pesquisa combina uma revisão bibliográfica abrangente com a análise de dados específicos da região de estudo, resultando em uma abordagem holística e fundamentada para explorar os benefícios e desafios da arquitetura modular.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 TIPOLOGIA

Após realizar análise de referenciais bibliográficos sobre arquitetura modular, para obter melhor entendimento do sistema construtivo, foi constatado que se trata de um sistema bem antigo e muito utilizado em outros países.

No entanto, o Brasil foi um dos primeiros países, em âmbito mundial, a aprovar uma norma de Coordenação Modular, a NB-25R, em 1950. Além disso, teve os anos 70 e início dos 80 tomados pelos conceitos e estudos a respeito deste sistema modular, promovidos principalmente, pelo Banco Nacional da Habitação (BNH), por Universidades e pelo Centro Brasileiro da Construção Bouwcentrum (CBC) (BASTOS, 2015).

Porém, mesmo com estes estudos, no Brasil, seu uso é relativamente recente, o que significa que o país ainda está em fase de aprendizado e adaptação a essa abordagem construtiva. Essa descoberta ressalta a importância de estudos e pesquisas para ampliar o conhecimento sobre a arquitetura modular no contexto brasileiro, bem como identificar as melhores práticas e oportunidades de aplicação.

Como constatado no referencial há quatro tipologias construtivas do sistema modular. Desta forma, foi feita uma análise das tipologias e assim sendo escolhida a que permitirá o uso de materiais locais. Como mostra a figura 06, a tipologia escolhida foi a híbrida.

A tipologia híbrida é um método de construção que combina dois ou mais sistemas construtivos diferentes para alcançar um resultado específico. No caso específico mencionado, foram selecionados o sistema de construção paramétrica e o sistema painelizado ou 2D.

Essa combinação de sistemas construtivos permite obter as vantagens de cada um deles. O sistema paramétrico em aço galvanizado oferece durabilidade e resistência à corrosão, enquanto o sistema painelizado ou 2D oferece agilidade e facilidade de montagem (SAVASSI, 2022).

Dessa forma, ao adotar a tipologia híbrida com a combinação dos sistemas paramétrico e painelizado ou 2D, é possível obter um resultado construtivo que aproveita as características positivas de cada sistema.

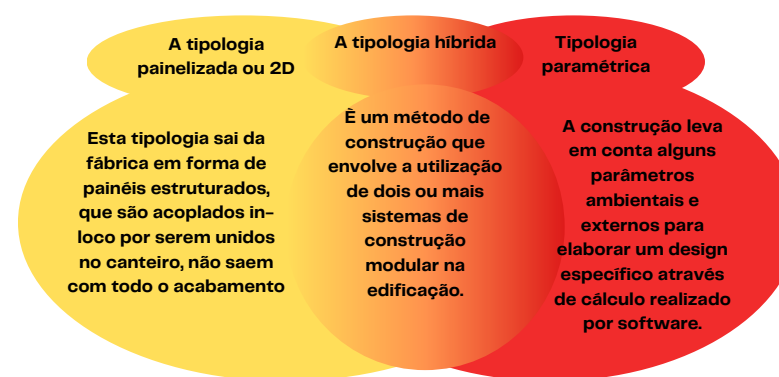
O sistema de construção paramétrica escolhido para esse projeto será feito em aço galvanizado, devido às suas propriedades de proteção contra a corrosão (SAVASSI, 2022).

Os elementos modulares desse sistema podem ser apoiados em diferentes tipos de fundações, como fundações do tipo radier, vigas baldrame e fundações de sistema seco.

A tipologia painelizada ou 2D, será usada para fazer o fechamento da edificação e as divisórias internas, estes painéis podem ser de placas cimentícias, gesso, madeiras e metal. Para os painéis de vedações externas são utilizadas telhas termoacústicas, por ter proteção térmica e acústica e placas cimentícias por apresentarem boa resistência a umidade, na parte interna é mais comum usar painéis de madeira engenheirada, gesso, placas cimentícias em áreas molhadas e pisos.

Também serão utilizadas as mantas térmicas. Essas mantas são fabricadas com materiais isolantes, como lã de pedra, lã de vidro ou lã de pet. Esses materiais isolantes possuem propriedades de baixa condutividade térmica, o que significa que eles têm a capacidade de retardar a passagem do calor, ajudando a manter a temperatura interna mais confortável.

Figura 06: Tipologia escolhida para execução do projeto.



Fonte: Acervo do autor, 2023.

4.2 CONFORTO

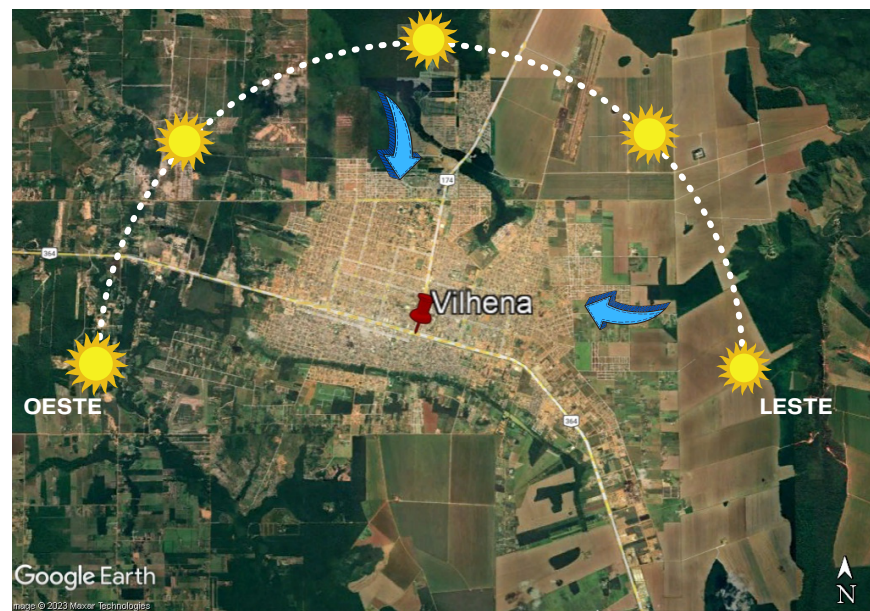
A aplicação do conforto térmico na arquitetura é de suma importância para garantir ambientes agradáveis e saudáveis para os usuários das edificações. Para alcançar esse conforto, é necessário considerar as condições climáticas da região onde a edificação está localizada e adotar estratégias adequadas de projeto e construção.

No Brasil, o zoneamento bioclimático é dividido em oito zonas, de acordo com a NBR 15220-3 de 2005. Cada zona apresenta características climáticas específicas, e as construções modulares devem ser projetadas levando em consideração essas particularidades.

Para garantir uma boa ventilação cruzada em um projeto arquitetônico, é essencial considerar a direção predominante do vento na região onde será executado. No caso específico da cidade de Vilhena - Rondônia, localizada na zona bioclimática oito, conforme ilustrado na figura 07, o vento predominante sopra do norte e do leste. Essas informações são fundamentais para o estudo e desenvolvimento de uma edificação modular.

Além disso, ao projetar a edificação, é importante levar em conta o percurso do sol, a fim de implementar estratégias adequadas de sombreamento nas aberturas. Para que haja um bom conforto luminoso e ambiental.

Figura 07: Vento predominante na cidade de Vilhena - Rondônia e o percurso do sol.



VENTOS PREDOMINANTES PERCURSO DO SOL NA CIDADE DE VILHENA/RO

Fonte: Google Earth (2023), adaptado pelo autor, 2023.

As estratégias de controle da entrada direta de luz solar e do superaquecimento nos ambientes internos são fundamentais para proporcionar conforto térmico em edificações. Ao posicionar janelas e aberturas de forma estratégica, levando em consideração o caminho do sol ao longo do dia, é possível otimizar o desempenho energético e criar ambientes mais agradáveis.

A luz solar direta pode trazer benefícios, como iluminação natural e sensação de conforto visual, mas em excesso pode resultar em calor excessivo nos ambientes, especialmente em regiões com climas mais quentes. Para mitigar esse problema, diversas estratégias podem ser adotadas.

É fundamental que essas estratégias sejam consideradas desde as etapas iniciais do projeto arquitetônico, permitindo a integração harmoniosa entre a arquitetura, a posição das aberturas e as necessidades de controle solar. Além disso, é importante realizar simulações e estudos para avaliar o desempenho energético e o conforto térmico do projeto, buscando encontrar o equilíbrio ideal entre a entrada de luz natural e o controle da radiação solar direta.

Existem diversas formas de implementar essas estratégias de sombreamento, como demonstrado no quadro 06, que apresenta diferentes sugestões. Uma das estratégias mais comuns é o uso de elementos de sombreamento, como brises, persianas ou toldos. Esses elementos são posicionados estrategicamente nas fachadas para bloquear a luz solar direta durante os períodos mais quentes do dia, enquanto permitem a entrada de luz difusa e controlada.

Além disso, o uso de vidros com propriedades de controle solar, como vidros refletivos ou com películas de proteção solar, também contribui para reduzir a entrada de calor, para sombrear as aberturas, em edificações expostas a alta incidência solar.

Quadro 06: Sugestão de estratégias para o sombreamento de aberturas.

Imagem da carta solar	Dados inseridos no programa	Imagem de estratégias
	Latitude da cidade de Vilhena é de -12 graus, mantendo o transferidor a 0 grau, sendo inserido o ângulo alfa de 50 graus, e os ângulos, o gama direito de 45 graus e o gama esquerdo de 45 graus. Com insolação no período de 21 de maio a 23 de setembro, das 6 às 18 horas. Sendo sugerido para este caso um sombreamento das 9 horas às 15 horas por varandas, beirais e marquises.	 Fonte: Decorafacil
	Latitude da cidade de Vilhena é de -12 graus, com o transferidor a 350 graus, sendo inserido o ângulo alfa de 50 graus, e os ângulos, beta direito de 35 graus e beta esquerdo de 35 graus, com o gama direito de 45 graus e o gama esquerdo de 50 graus. Com insolação no período de 16 abril a 20 de outubro das 6 às 18 horas. Sendo sugerido para este caso um sombreamento das 9 horas às 15 horas e 30 minutos por elementos verticais como brises, movel, parede de cobogó.	 Fonte: Brises de alumínio.
	Latitude da cidade de Vilhena é de -12 graus, com o transferidor a 335 graus sendo inserido o ângulo alfa de 50 graus, e os ângulos, o gama direito de 45 graus e o gama esquerdo de 50 graus. Com insolação no período de 22 junho a 22 de dezembro das 6 às 18 horas. Sendo sugerido para este caso um sombreamento das 9 horas e 20 minutos às 15 horas e 30 minutos por elementos horizontais como varandas, beirais e marquises.	 Fonte: Decorafacil.

Fonte: Acervo do autor, 2023.

Ao considerar o percurso do sol na localidade onde o projeto será executado, é possível aproveitar estratégias que proporcionam um bom conforto ambiental na edificação. A arquitetura modular oferece a flexibilidade necessária para implementar essas estratégias de forma eficiente.

Portanto, a arquitetura modular se destaca como uma opção que oferece flexibilidade para posicionar a edificação de forma adequada, aproveitando os benefícios ambientais e proporcionando um bom conforto térmico e luminoso aos ocupantes.

A vantagem da arquitetura modular, é que ela permite que a edificação seja alocada de diferentes maneiras no mesmo terreno ou em terrenos distintos, conforme as necessidades do projeto. Isso significa que é possível ajustar a posição da construção de acordo com o percurso do sol, maximizando a entrada de luz natural e otimizando o aproveitamento da energia solar.

4.3 VIABILIDADE FINANCEIRA

Em termos de custo financeiro podemos afirmar que, quando comparado com o metro quadrado da construção tradicional, a construção modular tende a ser mais econômica, pois os módulos pré-fabricados podem ser produzidos em escala e com maior eficiência. Isso pode resultar em uma economia de custos significativa, especialmente em projetos de grande escala. Além disso, a utilização de materiais padronizados na construção modular também pode ajudar a reduzir os custos.

Uma das vantagens da construção modular é a sua eficiência e velocidade de construção. Como os módulos são fabricados em uma linha de produção controlada, os prazos de construção são geralmente mais curtos em comparação com a construção tradicional. Além disso, a construção modular é considerada mais sustentável, pois reduz o desperdício de materiais e pode ser facilmente desmontada e remontada em outro local.

Segundo o Sinduscon/RO, o custo unitário básico (CUB) de uma construção convencional de alvenaria de médio padrão, tinha o valor médio de 1.457,76 reais por metro quadrado, no ano de 2018, e segundo Lourenço (2018), o CUB da construção light steel frame (LSF) de médio padrão é de 2.061,70 reais por metro quadrado.

É importante compreender que o CUB desempenha um papel crucial no setor da construção, fornecendo uma referência de custos e permitindo o monitoramento das tendências de custos ao longo do tempo. Sua utilização é essencial para profissionais do ramo, possibilitando estimativas precisas e fundamentadas e contribuindo para a eficiência e sucesso dos empreendimentos.

Aqui iremos considerar uma construção com uma área de 75 metros quadrados para modelagem de dados. Utilizando esses valores, pode-se calcular o custo total de cada tipo de construção relacionado ao preço CUB. A tabela 01 apresenta os valores totais gastos em cada construção, bem como o retorno esperado caso o imóvel seja alugado. Essas informações podem ser úteis para compreender melhor as diferenças de custo e avaliar os aspectos financeiros envolvidos em cada opção. Neste caso as edificações são pagas dentro do prazo de execução de cada projeto, a modular dentro do mês de fabricação e montagem e a convencional de acordo com a finalização de cada etapa.

Tabela 01: Exemplo custo total de construção convencional versus construção modular.

TOTAL DE ÁREA A SER CONSTRUÍDA EM METROS QUADRADOS		VALOR DO M ²	TOTAL EM REAIS	
CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL		75	R\$ 1.457,76	R\$ 109.332,00
CONSTRUÇÃO MODULAR		75	R\$ 2.061,70	R\$ 154.627,50
ANO 2023	CUSTO TOTAL DA EDIFICAÇÃO		RETORNO COM ALUGUEL	
	MODULAR	CONVENCIONAL	MODULAR	CONVENCIONAL
janeiro / 2023	R\$ 154.627,50	R\$ 43.732,80 = 40%	R\$ 1.500,00	
fevereiro / 2023		R\$ 32.799,80 = 30%	R\$ 1.500,00	
março / 2023		R\$ 21.866,40 = 20%	R\$ 1.500,00	
abril / 2023		R\$ 10.933,20 = 10%	R\$ 1.500,00	
maio / 2023		R\$ 109.332,00 = 100%	R\$ 1.500,00	
junho / 2023			R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
julho / 2023			R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
agosto / 2023			R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
setembro / 2023			R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
outubro / 2023			R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
novembro / 2023			R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
dezembro / 2023			R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
Total			R\$ 16.500,00	R\$ 10.500,00

Fonte: Acervo do autor, 2023.

Conforme evidenciado na tabela 01, constatou-se que o custo total da edificação modular é consideravelmente mais elevado em comparação com a construção convencional. No entanto, é importante levar em consideração outros benefícios relevantes.

Uma das principais razões para isso é que o sistema modular reduz consideravelmente o tempo de construção. Com componentes pré-fabricados, o processo de construção é mais eficiente e rápido em comparação com a construção convencional, que requer etapas mais demoradas.

Além disso, a construção modular também oferece a vantagem de ter um orçamento de obra mais previsível. Uma vez que os módulos são fabricados em ambiente controlado e os custos são calculados com antecedência, é possível ter uma estimativa mais precisa dos gastos totais da construção.

Outra vantagem importante é a geração reduzida de resíduos. Com a construção modular, o desperdício é minimizado, pois os materiais são utilizados de forma mais eficiente e as sobras podem ser reaproveitadas em outros projetos.

Por fim, a adaptabilidade em diferentes terrenos também é uma característica positiva da construção modular. Os módulos podem ser projetados para se adequarem a diferentes tipos de terreno, permitindo uma maior flexibilidade na escolha da localização da construção.

Portanto, ao considerar todos esses aspectos, é possível concluir que a construção modular oferece benefícios significativos, tempo de construção reduzido, orçamento previsível, menor geração de resíduos e adaptabilidade em diversos terrenos.

5. CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

O presente trabalho explorou o tema da arquitetura modular, analisando suas características, vantagens e aplicações. Durante a pesquisa, foi possível constatar que a construção modular apresenta uma série de benefícios em relação à construção tradicional, destacando-se pela flexibilidade, eficiência e sustentabilidade.

Uma das principais conclusões obtidas é que a arquitetura modular oferece uma solução versátil e adaptável, permitindo uma maior liberdade de projeto. A modularidade dos elementos construtivos proporciona flexibilidade tanto no dimensionamento dos espaços como na sua disposição no terreno, permitindo uma otimização do uso do espaço disponível.

Além disso, a construção modular demonstrou ser uma opção mais rápida e eficiente em termos de prazos de execução, uma vez que os módulos são fabricados em ambiente controlado, reduzindo a ocorrência de atrasos decorrentes de condições climáticas adversas.

Outro ponto relevante é a sustentabilidade proporcionada pela arquitetura modular. A fabricação em ambiente controlado resulta em uma menor geração de resíduos, além da possibilidade de reutilização dos módulos em diferentes contextos. Adicionalmente, é possível integrar estratégias de eficiência energética e uso racional dos recursos naturais no projeto dos módulos.

Por fim, considerando a constante evolução e inovação na área da arquitetura modular, acredita-se que essa abordagem construtiva continuará a ganhar relevância no campo da arquitetura e da construção civil. A capacidade de adaptação, a agilidade e a sustentabilidade oferecidas pela construção modular têm o potencial de transformar a forma como concebemos e construímos edifícios, resultando em espaços mais funcionais, eficientes e ambientalmente responsáveis.

Em suma, a arquitetura modular representa um caminho promissor para a construção do futuro, combinando inovação, sustentabilidade e flexibilidade. Este trabalho contribuiu para a compreensão dos fundamentos e benefícios dessa abordagem construtiva, esperando-se que sirva como ponto de partida para futuras investigações e aplicações práticas no campo da arquitetura modular.

Todo este levantamento teórico será usado no TCC 2, para desenvolvimento de um anteprojeto arquitetônico de uma edificação modular.

CAPITULO 02

ARQUITETURA MODULAR: UM CONCEITO APLICADO PARA UMA ARQUITETURA FLEXÍVEL E HARMONIOSA



1 INTRODUÇÃO

No contexto da constante busca por soluções arquitetônicas inovadoras e altamente adaptáveis, o conceito de residências modulares tem se destacado como uma abordagem genuinamente promissora para atender às crescentes demandas de indivíduos e famílias em evolução.

No centro desta proposta encontra-se o projeto "Residência Modular Harmonia", um paradigma transformador que transcende as fronteiras convencionais da habitação.

Ao quebrar com a inflexibilidade das construções convencionais, a "Residência Modular Harmonia" não apenas demonstra a capacidade de se ajustar às mudanças no estilo de vida, mas também redefine a relação entre os ocupantes e a arquitetura que habitam. Esta exploração nos levará ao cerne do conceito dessa residência, explorando seus fundamentos e princípios orientadores.

Nesta exploração, iremos adentrar a essência da "Residência Modular Harmonia", explorando seu conceito fundamental, princípios orientadores e a maneira como a construção modular está preparada para trazer uma melhor experiência residencial contemporânea.

Assim, o projeto "Residência Modular Harmonia" não é apenas uma proposta arquitetônica, mas uma resposta às crescentes demandas por ambiente construído que se ajuste de maneira harmoniosa e criativa aos estilos de vida em constante mudança, enquanto também prioriza a qualidade de vida e a eficiência energética. Portanto, ele se destaca como um exemplo inspirador de como a construção modular está redefinindo a maneira como vivemos e interagimos com o espaço ao nosso redor.

2 CONCEITO

O projeto "Residência Modular Harmonia" propõe uma abordagem original para a criação de espaços residenciais personalizados e flexíveis, por meio da construção modular. O conceito central é desenvolver uma residência que não apenas atenda às necessidades funcionais dos moradores, mas também se adapte a mudanças nas condições de vida, permitindo uma experiência de habitação harmoniosa e dinâmica.

Desta forma, os princípios norteadores do projeto são:

- **Personalização Adaptável**

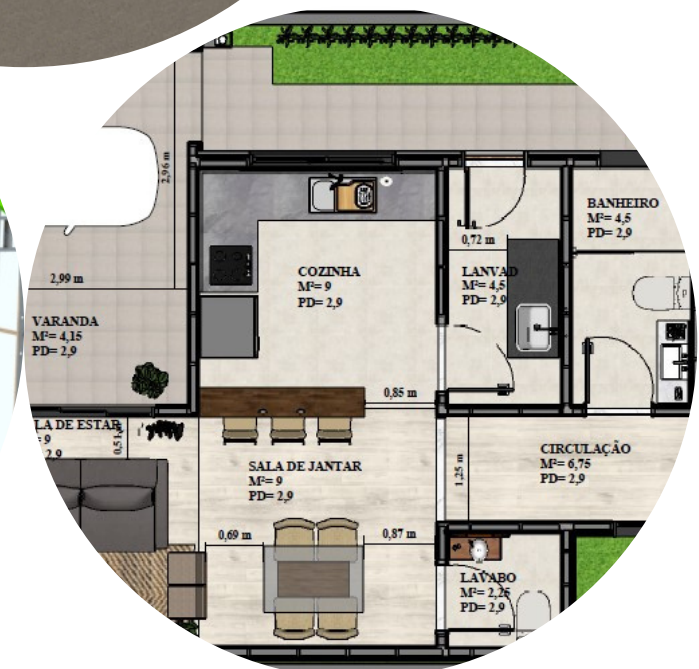
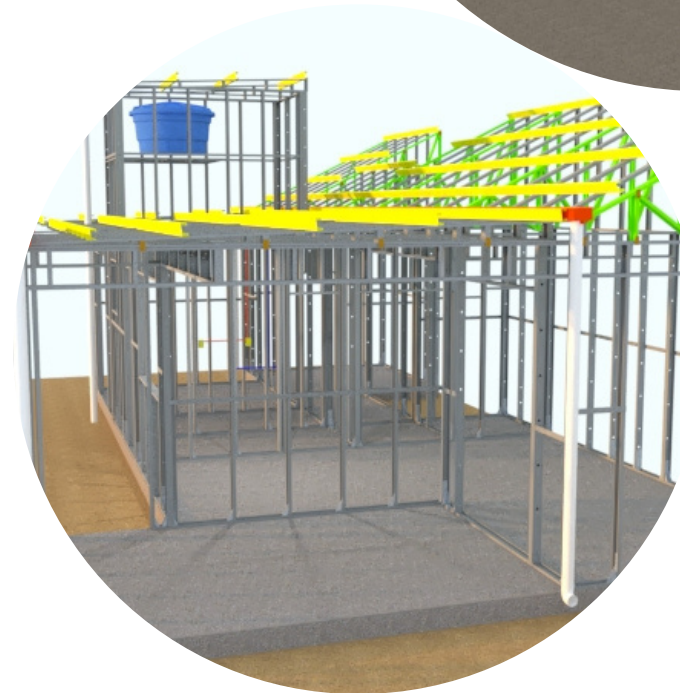
A residência modular é composta por diferentes módulos, cada um com funções específicas, como quartos, áreas de estar, cozinhas e banheiros. Os moradores tem a liberdade de escolher e configurar esses módulos de acordo com suas preferências e necessidades, possibilitando a criação de layouts personalizados.

- **Flexibilidade Espacial**

Com a capacidade de adicionar, remover ou reposicionar módulos, os moradores podem ajustar a configuração da residência com base em eventos como expansão da família ou necessidades de alteração de espaços.

- **Estética Coesa**

A estética dos módulos foi cuidadosamente considerada, permitindo que diferentes combinações de módulos mantenham uma aparência coesa e agradável.



3 REFERENCIAL TEORICO

3.1 FUNDAÇÕES

A opção pelo radier como fundação para o projeto foi cuidadosamente ponderada, considerando não apenas a tipologia híbrida adotada, mas também o sistema modular, que distribui as cargas ao longo das paredes. A decisão também foi influenciada pela topografia relativamente plana da região, destacando a adequação do radier como uma escolha fundamentada e eficiente para garantir a estabilidade e durabilidade da construção.

As construções modulares podem utilizar vários tipos de fundações, dependendo das necessidades específicas do projeto, das condições do solo e dos requisitos de carga. Alguns dos tipos de fundações mais comuns usados em construções modulares incluem, sapata isolada, radier, estacas, parafusos de ancoragem e placas de bases pré-fabricadas. (LOURENÇO, 2018).

A escolha da fundação depende de vários fatores, como o tamanho e peso da construção modular, as condições do solo, os regulamentos locais de construção e o orçamento do projeto. Além disso, a fundação deve ser projetada de acordo com os requisitos sísmicos e de vento da região para garantir a segurança da estrutura modular (LOURENÇO, 2018).

A construção modular segue um processo similar ao da construção tradicional quando se trata de fundações. Antes de iniciar a execução, é necessário compatibilizar as cargas que atuam na estrutura com o tipo de fundação adequada, apoiado por um estudo geotécnico detalhado do terreno onde a construção será implantada (BASTOS,2015).

Existem diversas opções de fundações que podem ser utilizadas na construção modular, levando em consideração o material estrutural empregado, as cargas atuantes, o sistema estrutural adotado e as características do solo. Geralmente, são empregadas fundações rasas, uma vez que o peso da estrutura é menor em comparação com a construção tradicional. Assim, a altura do edifício e as opções de revestimento desempenham um papel importante na definição do tipo de fundação a ser utilizada. No entanto, em alguns casos, fundações profundas também podem ser empregadas. As fundações mais usadas são, radier, sapatas corridas, vigas baldrame e estacas (BASTOS,2015).

O radier é um tipo de fundação, que se assemelha a uma laje, que assume a responsabilidade de suportar toda a carga da estrutura e transmiti-la para o solo. Suas principais componentes estruturais incluem a própria laje de concreto contínua e vigas dispostas ao longo do perímetro da laje, bem como em áreas onde é necessário adicionar rigidez ao plano da fundação de forma contínua (LOURENÇO, 2018).

É importante destacar que, antes da concretagem do radier, é necessário realizar a instalação das redes hidráulicas e elétricas que passam sob a construção. Geralmente, essas instalações incluem tubulações de esgoto, sistemas de águas pluviais, além das entradas de energia e comunicação, como fiações para telefone e interfone. Essa etapa é fundamental para garantir o correto funcionamento e comodidade da residência.

3.2 TRASMITANCIA TÉRMICA

O conforto térmico e acústico são aspectos fundamentais nas edificações contemporâneas, visando proporcionar ambientes agradáveis e funcionais.

O equilíbrio entre conforto térmico e acústico é essencial para criar espaços habitáveis que atendam às demandas modernas, promovendo bem-estar e qualidade de vida.

Quando abordamos o conforto térmico, é essencial considerar a transmitância dos materiais e suas propriedades em transferir ou inibir o calor na edificação. Para alcançar um desempenho térmico eficaz, é fundamental levar em conta a transmitância térmica de cada material.

A condutância térmica superficial abrange as transferências de calor que ocorrem na superfície de uma parede. O coeficiente de condutância térmica superficial representa a transferência de calor devido à convecção e radiação. Quando uma superfície separa dois ambientes com diferentes temperaturas, as trocas de calor na superfície podem ser quantificadas por meio dos coeficientes de condutância térmica superficial (FROTA e SCHIFFER, 2001).

A radiação é um processo pelo qual dois corpos, separados por alguma distância, trocam calor através da emissão e absorção de energia térmica. Essa forma de transferência de calor é resultado da natureza eletromagnética da energia. Quando essa energia é absorvida, gera efeitos térmicos que possibilitam sua transmissão, ocorrendo mesmo no vácuo, sem a necessidade de um meio para propagação (FROTA e SCHIFFER, 2001).

Na tabela 01 estão valores de transmitância térmica dos materiais escolhidos para o projeto.

Tabela 01: Transmitância térmica dos materiais.

Material	Espessura	Transmitância Térmica (U) em W/(m ² ·K)
Placa de Gesso	1,25 cm	0,35
Lã de vidro	7,5 cm	0,040
Placa Cimentícia	1cm	0,65
Placa OSB	1,2 cm	0,15
Telha Isotérmicas	7 cm	0,31
Vidro Temperado	0,8cm	0,58

Fonte: Professor Roberto Lamberts, 2023. Adaptado pelo autor, 2023.

Segundo Frota e Schiffer, o cálculo da transmitância térmica de uma parede heterogênea envolve a soma das espessuras de cada camada, dividida pela soma das transmissões térmicas de cada material escolhido. Para realizar esse cálculo, usamos a seguinte fórmula:

$$1/K = 1/h_e + e_1/\lambda_1 + e_2/\lambda_2 + e_3/\lambda_3 + \dots + 1/h_i \text{ (m}^2\text{°C/W)}.$$


3.3 MATERIAIS

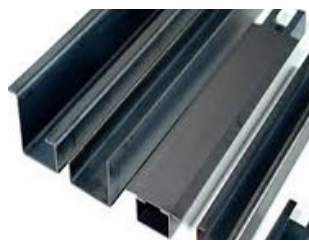




A escolha cuidadosa dos materiais desempenha um papel fundamental na garantia da qualidade e eficiência de cada projeto de construção modular. A seleção desses materiais é um processo detalhado que considera as necessidades específicas de cada empreendimento, levando em conta variáveis como a localização geográfica, o uso previsto da estrutura e as regulamentações locais.

A seleção criteriosa de materiais, tem um papel essencial na construção de edifícios modulares que se destacam por sua resistência, preocupação ambiental e eficácia. A construção modular, uma abordagem inovadora na indústria da construção, envolve a seleção cuidadosa de uma ampla variedade de materiais com base em critérios estritos, incluindo facilidade de montagem, robustez e eficiência energética.




Abaixo, no quadro 01 estão alguns dos materiais mais empregados nesse processo, cada um desempenhando um papel importante na criação de estruturas eficientes, econômicas e sustentáveis.

Quadro 01: Apresentação e descrição de alguns materiais usados na construção modular.

Material	Descrição relevante	Imagem
Aço	O aço é uma liga metálica composta principalmente de ferro e carbono, com propriedades específicas determinadas pela composição química e estrutura dos grãos. Diferentes elementos químicos podem conferir propriedades variadas, como resistência mecânica e resistência à corrosão. Por sua vez, a galvanização é um processo de revestimento de superfícies de aço com zinco ou suas ligas para protegê-las da corrosão atmosférica. Isso é alcançado pela formação de uma camada resistente à oxidação (BATISTA, 2013).	 <p>Fonte: FAVIFER, (2023)</p>

Perfil de aço	A NBR 15253-2014, traz as espessuras dos perfis de aço conformado a frio. As bobinas que constituem a matéria-prima para a fabricação dos perfis devem ter a espessura nominal (tn) mínima de 0,80 mm, exceto as ripas, devendo ser respeitados os requisitos mínimos de qualidade e segurança. Para espessura máxima fica estabelecido o valor de 3,0 mm, os perfil guias "U/90" tem como medidas 92 x 40 x 0,95 mm e os montantes "Ue/90" mede 90 x 40 x 12 x 0,95 mm (NBR 15253-2014).	 <p>Fonte: FAVIFER, (2023)</p>
Banda acústica	A banda acústica, uma fita autoadesiva de espuma de elastômero, é colocada entre a base dos painéis e o radier para criar uma barreira separadora e nivelar adequadamente a laje radier. Sua elasticidade permite adaptação a superfícies irregulares, melhorando a vedação e absorvendo vibrações sonoras, reduzindo a transmissão de ruídos entre os espaços da construção. Também evita ruídos de atrito entre a estrutura de aço e os painéis OSB, como nas lajes de piso e degraus de escada (LOURENÇO, 2018).	 <p>Fonte: OLIVEIRA, (2019)</p>
Placa de OSB	A placa OSB (<i>Oriented Strand Board</i>), é um painel composto por tiras de madeira prensadas e alinhadas em uma orientação específica. Ela apresenta uma resistência mecânica superior à de uma chapa de madeira convencional, sendo principalmente utilizada como reforço estrutural para as estruturas de aço, desempenhando o papel de contraventamento (RETONDO, 2021).	 <p>Fonte: MENDES, (2017)</p>
Membrana hidrófuga	A membrana hidrófuga é feita de polietileno de alta densidade, um polímero durável e resistente. Ela é essencial na construção a seco, repelindo a água e protegendo a estrutura da parede. Sua principal função é evitar a infiltração de água e umidade, que podem prejudicar a integridade da construção (THOMAZ, 2023).	 <p>Fonte: WALSYWA, (2023)</p>
Lã de vidro	A lã de vidro é um isolante térmico e acústico comumente usado, feito de fibras de vidro que são transformadas em finas fibras semelhantes à lã. Essas fibras são agrupadas em painéis ou rolos e podem ser colocadas entre as placas de drywall ou em cavidades na estrutura metálica. A lã de vidro é eficaz na absorção de som, dissipando a energia sonora quando o som a atinge. Isso a torna excelente na redução da transmissão de ruídos entre diferentes espaços ou ambientes (THOMAZ, 2023).	 <p>Fonte: VIVA DECORA, (2023)</p>

Mangueira PEX	O PEX é um tubo flexível feito de polietileno reticulado usado para conduzir água quente, água fria, gás natural, gás GLP e sistemas de ar condicionado. Existem dois tipos: monocamada, feito apenas de PEX e usado para água quente e fria, e multicamada, com camadas externas e internas de PEX e uma camada intermediária de alumínio, adequado para diversas aplicações em sistemas diferentes (ASTRA, 2018).	 Fonte: ASTRA, (2018)
Chumbador parabol (CBA)	O chumbador de expansão controlada por torque é uma montagem composta por um parafuso, uma arruela, uma jaqueta e um cone. Além disso, inclui um prolongador conforme o comprimento necessário para a aplicação específica. Essa configuração é especialmente projetada para oferecer uma fixação precisa e segura em uma variedade de situações, onde o controle preciso da expansão desempenha um papel crucial (ÂNCORA, 2023).	 Fonte: ÂNCORA, (2023)
Parafusos autoperfurantes	Os parafusos autoperfurantes fenda cruzada são altamente versáteis, sendo usados em várias aplicações, como fixação de telhas em coberturas, união de chapas e perfis em estruturas metálicas, fixação de madeira com aço ou alumínio, placas de gesso acartonado, montagens de paredes divisórias, revestimentos de forros e fixação de lonas em painéis de comunicação. Esses parafusos são notáveis por sua capacidade de perfurar, rosquear, fixar e vedar, oferecendo soluções eficazes em diversas situações de construção e montagem (BRAFER, 2023).	 Fonte: BRAFER, (2023)
Placa cimentícia	As Placas Cimentícias NTF Infibra fazem parte da Nova Tecnologia de Fibrocimento (NTF), um conceito ecologicamente amigável. São resistentes a impactos mecânicos e umidade, adequadas para uso interno e externo. Feitas de cimento e fibras vegetais mineralizadas, têm superfície lisa com sutis texturas de cimento e são estáveis, duráveis (INFIBRA, 2021).	 Fonte: INFIBRA, (2021)

Base Coat	A base coat, um componente essencial no sistema de construção a seco, é uma massa composta por cimento e areia que foi aprimorada com a adição de polímeros. Essa fórmula especial confere a essa massa propriedades excepcionais de aderência e flexibilidade. Sua aplicação é recomendada para o tratamento de superfícies em sistemas construtivos a seco, onde desempenha um papel fundamental na obtenção de acabamentos de alta qualidade e durabilidade (DECORLIT, 2018).	 Fonte: : DECORLIT, (2018)
Madeira engenheirada	O CLT (Cross Laminated Timber) é um tipo de painel de madeira laminada cruzada, amplamente utilizado para aplicações estruturais, como lajes, coberturas e paredes. A tecnologia de laminado cruzado permite a criação de painéis de alta resistência estrutural, possibilitando vãos amplos, capacidade de carga significativa e construção rápida. Além disso, o CLT oferece boa resistência ao fogo, desempenhando um papel fundamental na popularização da tecnologia (LAGO, 2022).	 Fonte: URBEM, (2022).
Telha Isotérmica	A telha isotérmica, também denominada telha sanduíche, possui uma estrutura composta por duas chapas de metal, geralmente fabricadas em aço galvanizado. Entre essas duas chapas é inserido um material isolante, frequentemente confeccionado em isopor ou poliuretano, apresentando uma textura bastante semelhante à espuma, para este tipo de telha a inclinação mínima é de 6% (EQUIPE VIVA DECORA, 2021).	 Fonte: VIVA DECORA, (2021).

Fonte: Acervo do autor, 2023.

4 LEVANTAMENTO DAS LEGISLAÇÕES PERTINENTES

O levantamento realizado foi no sentido de se realizar uma análise geral, uma vez que não haverá um terreno definido para a construção. Isso reflete a essência da adaptabilidade da arquitetura modular, onde o projeto é moldado de acordo com diferentes contextos e necessidades.

Nesse sentido, é importante considerar as diretrizes estabelecidas na lei de uso e ocupação do solo do município de Vilhena, no estado de Rondônia (MUNICÍPIO DE VILHENA, REGULAMENTAÇÃO DO USO DO SOLO, 2014). Neste, a predominância dos recuos frontais de 4 metros e os recuos laterais e de fundo de 1,5 metros ressaltam o foco na preservação da estética e do espaço urbano, garantindo uma distância apropriada entre as edificações e as divisas do terreno, promovendo ventilação, iluminação e privacidade adequadas.

Além disso, a taxa de ocupação que predomina é de no mínimo de 10% e máxima de 50% que demonstra uma abordagem equilibrada em relação ao aproveitamento do terreno, permitindo uma margem de flexibilidade para as edificações se adaptarem às dimensões e características de diferentes locais (MUNICÍPIO DE VILHENA, REGULAMENTAÇÃO DO USO DO SOLO, 2014).

Ainda, de acordo com o código de obras (CÓDIGO DE OBRAS, VILHENA/ RO, 2022), devemos projetar e executar a obra seguindo as estratégias previamente estabelecidas com base nas diretrizes da Zona Bioclimática 8 (ZB 8) do Zoneamento Bioclimático Brasileiro. Essas medidas estão em conformidade com as prescrições da norma NBR nº 15.220 (NBR 15220-3 de 2005), que aborda o "Desempenho Térmico das Edificações". A Parte 3 dessa norma é dedicada ao "Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes", estabelecendo um conjunto de princípios adaptados às características climáticas específicas da referida zona (CÓDIGO DE OBRAS, VILHENA/ RO, 2022).

Os compartimentos de permanência prolongada deverão conter pé-direito mínimo igual a 2,70m (dois metros e setenta centímetros), salvo cozinhas, copas e áreas de serviço, que poderão conter pé-direito mínimo igual a 2,50 m (dois metros e cinquenta centímetros) (CÓDIGO DE OBRAS, VILHENA/ RO, 2022).

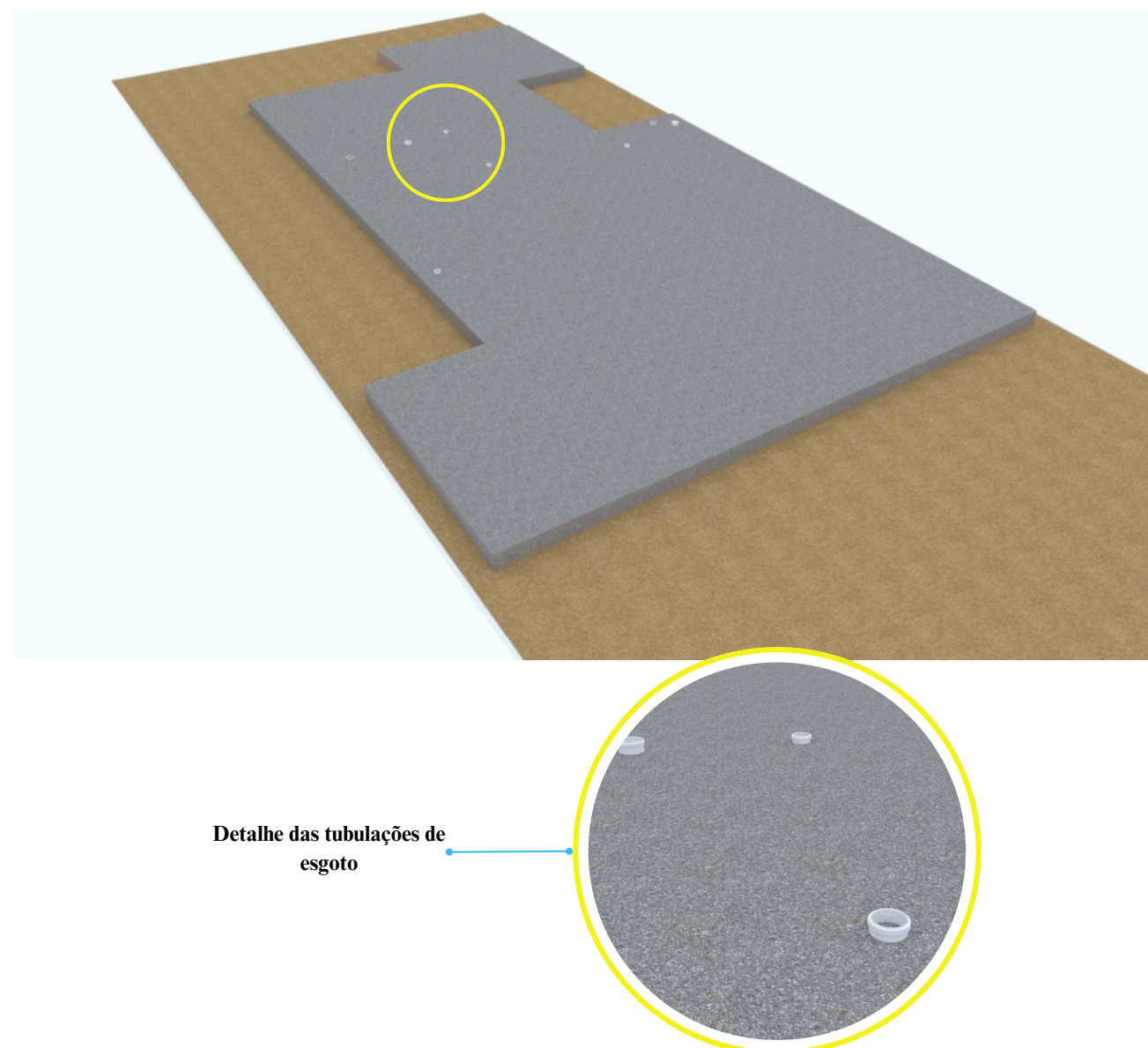
As edificações deverão possuir aberturas para iluminação e ventilação naturais dos compartimentos, considerando sua utilização e permanência, bem como as premissas de conforto térmico, lumínico e acústico, obedecidas normas específicas, além das exigências e ressalvas desta Lei Complementar e seus anexos (CÓDIGO DE OBRAS, VILHENA/ RO, 2022).

Compartimentos de permanência prolongada: superfície do vão na proporção mínima de 1/16 (um dezesseis avos) da área do piso. Compartimentos de permanência transitória: superfície do vão na proporção mínima de 1/10 (um décimo) da área do piso (CÓDIGO DE OBRAS, VILHENA/ RO, 2022).

5 COMPOSIÇÃO MODULAR

No contexto deste projeto que não temos um terreno específico, tomamos a decisão de empregar uma fundação do tipo radier, como demonstrado na figura 01, devido às características da cidade de Vilhena (Rondônia) apresentar uma topografia notavelmente plana. Essa escolha foi feita com base nas particularidades do local e nas necessidades do projeto, visando a eficiência e a adequação ao ambiente onde a construção seria realizada.

Figura 01: Radier para a ancoragem da estrutura da edificação

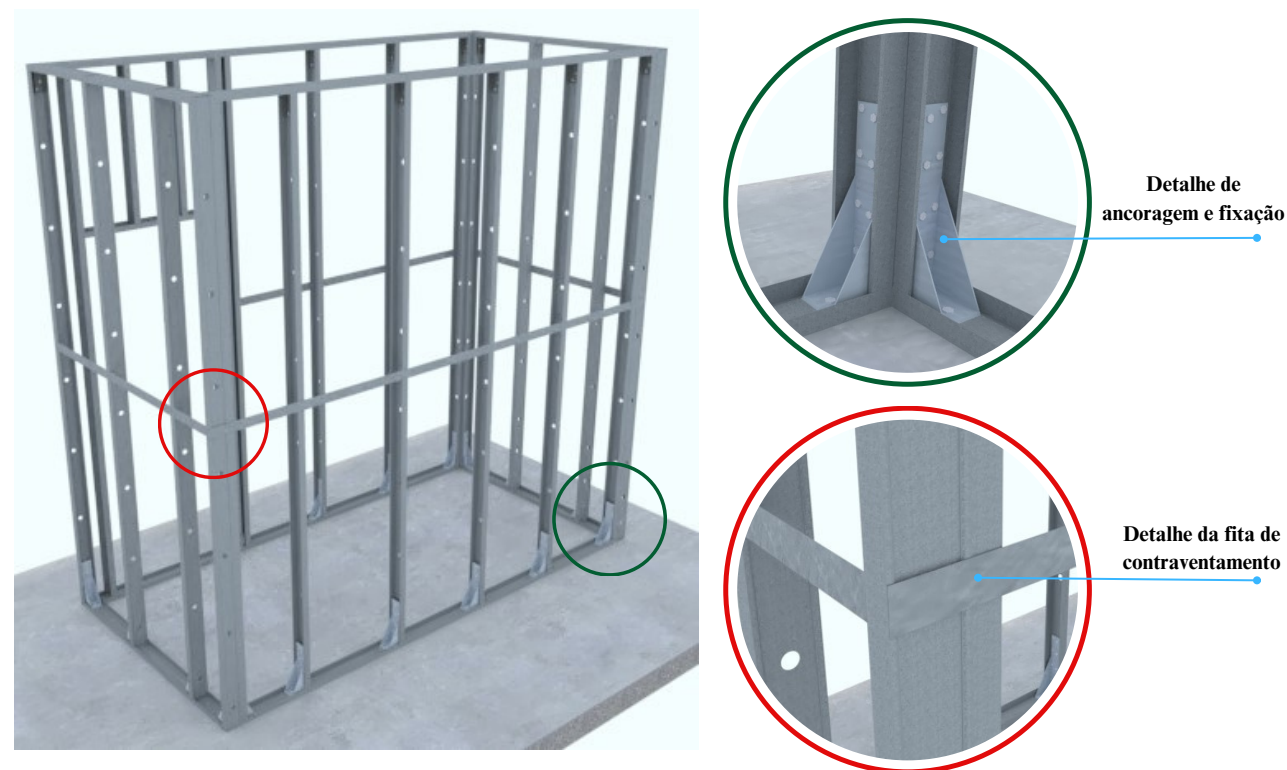


Fonte: Acervo do autor, 2023

A composição de um módulo de residência, em um projeto de arquitetura modular pode variar de acordo com as necessidades e preferências dos moradores, e com as especificações do projeto.

Assim como mostra a figura 02, o sistema estrutural do módulo e seus elementos de ligação feito em aço galvanizado. Optamos pelo uso do aço galvanizado devido à abordagem híbrida deste projeto, que consiste na integração de duas tipologias distintas de construção modular.

Figura 02: Descrição do sistema construtivo.



Fonte: Acervo do autor, 2023.

A estrutura completa é composta por montantes estruturais do tipo "Ue/90" e por guias "U/90" fabricado em aço galvanizado, fita de contraventamento e sistema de ligação e ancoragem na fundação.

Para evitar qualquer contato direto entre os painéis de aço galvanizado e o concreto da laje radier, que poderia potencialmente resultar em danos devido à exposição à água e agentes climáticos, adotamos medidas de precaução. Essas medidas incluem o uso de uma manta asfáltica ou banda acústica, uma fita autoadesiva de espuma de elastômero, que é colocada entre a base dos painéis e o radier. O objetivo é criar uma barreira separadora entre esses materiais, contribuindo também para o nivelamento adequado da laje radier.

Nos detalhes presentes na figura 02, é possível examinar minuciosamente o sistema de conexão que une os montantes à guia e sua ancoragem ao radier. Além disso, torna-se visível a faixa de contra-travamento, a qual é destinada a reforçar a estabilidade dos montantes.

O espaçamento entre os montantes dos painéis de parede é fixado em 60 cm em todos os painéis. A montagem desses elementos é realizada diretamente no local da obra, com os montantes, guias e acessórios sendo entregues em pacotes.

A conexão entre os perfis metálicos guias e montantes é estabelecida através de parafusos autoperfurantes do tipo fenda cruzada, ponta broca de 4,8 x 19 mm (popularmente conhecidos como parafusos Philips), que são resistentes à corrosão. A fixação dos painéis na fundação é realizada utilizando chumbadores parabolt do tipo CBA 3/8 x 3", enquanto nos montantes, a fixação é realizada por meio de parafusos do tipo fenda cruzada, ponta broca de 4,8 x 19 mm (popularmente conhecidos como parafusos Philips). Essas medidas visam garantir a estabilidade e a segurança da estrutura construída.

No projeto residencial em questão, a organização é baseada na utilização de módulos de três tamanhos, 1,5 x 3 metros, 3 x 3 metros e 3 x 6 metros. Essa seleção de módulos com três dimensões foi feita com o propósito de simplificar o layout da residência, permitindo um melhor aproveitamento dos espaços. Os módulos menores serão designados para áreas mais compactas, como banheiros e lavanderias. Já os módulos de tamanho médio serão destinados aos cômodos como quartos e cozinhas. Por fim, os módulos maiores serão reservados para espaços mais amplos ou áreas que requerem uma integração harmoniosa. Essa estratégia de utilização de diferentes tamanhos de módulos proporciona uma flexibilidade notável na configuração da residência, atendendo às necessidades específicas de cada ambiente de forma eficaz.

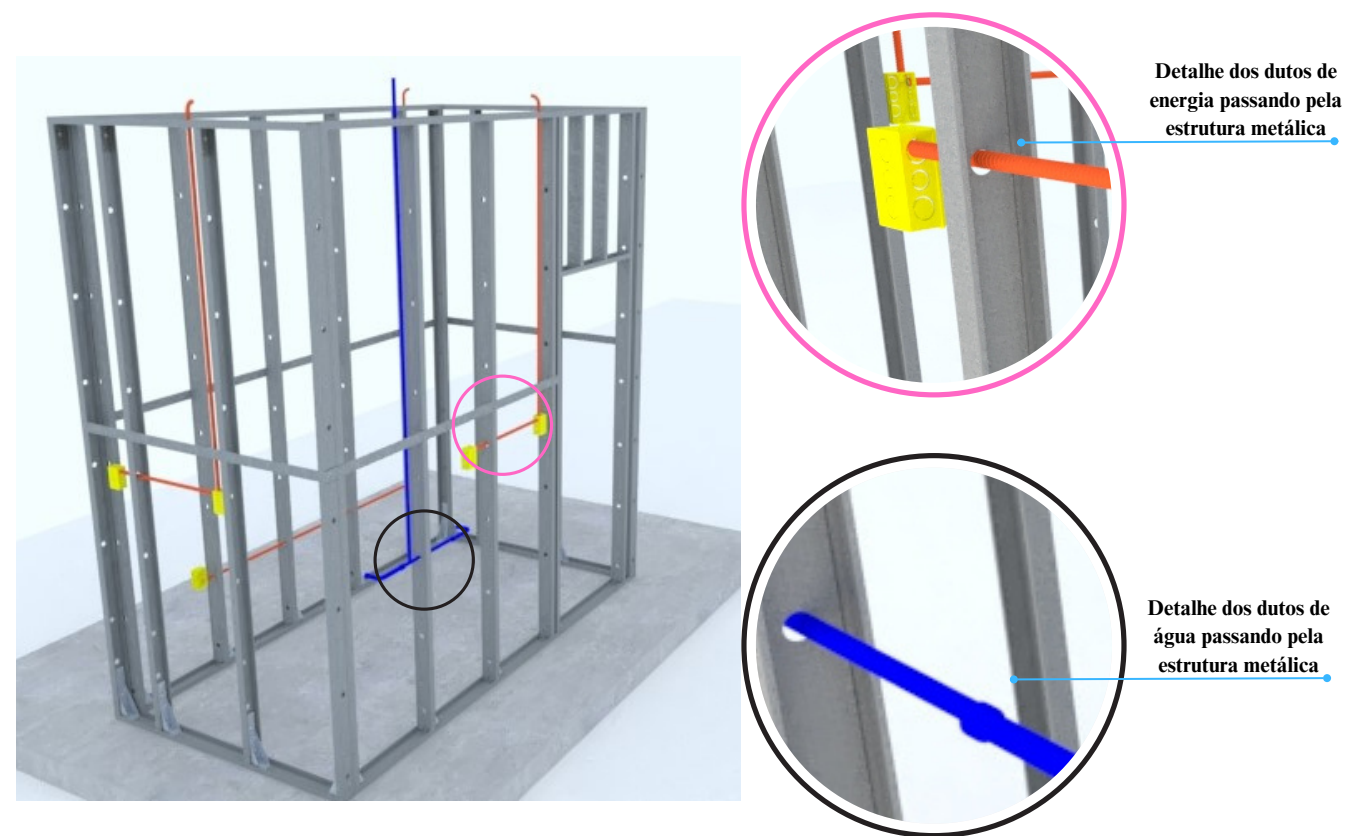
A escolha de utilizar módulos de diferentes tamanhos no projeto da residência modular se baseia na necessidade de otimizar o espaço e proporcionar flexibilidade no layout. Além disso, essa abordagem visa maximizar a eficiência no uso dos recursos, uma vez que os módulos podem ser adaptados de acordo com as funções de cada ambiente, evitando o desperdício de espaço e materiais. Portanto, a escolha de módulos de tamanhos variados não apenas simplifica a organização dos espaços, mas também promove uma utilização mais eficaz dos recursos, contribuindo para um projeto mais sustentável e econômico.

Sobre os sistemas de tubulação hidráulico e elétrico, como podemos observar na figura 03, o sistema elétrico uma das vantagens notáveis é que os materiais utilizados não diferem daqueles empregados em construções convencionais. Além disso, não é necessário realizar cortes ou aberturas nas paredes após a montagem dos painéis, pois todo o trabalho elétrico é concluído antes do fechamento desses elementos estruturais.

No entanto, em relação ao sistema hidráulico, há distinções em comparação com o método convencional. Este sistema utiliza tubos de polietileno reticulado PEX tanto para a rede de água fria quanto para a rede de água quente. As conexões e distribuidores desse sistema são fabricados em bronze. As mangueiras PEX, devido à sua flexibilidade, podem ser estendidas do ponto de distribuição até o ponto de consumo sem necessidade de emendas frequentes. Isso resulta em um número reduzido de conexões, minimizando consideravelmente os riscos de vazamentos e perda de pressão no sistema hidráulico.

Ademais, os quadros de distribuição de água são montados e testados nas instalações fabris, o que reduz substancialmente a ocorrência de problemas relacionados a vazamentos e retrabalho durante a instalação no local. Isso otimiza o processo de instalação e melhora a eficiência do sistema hidráulico como um todo.

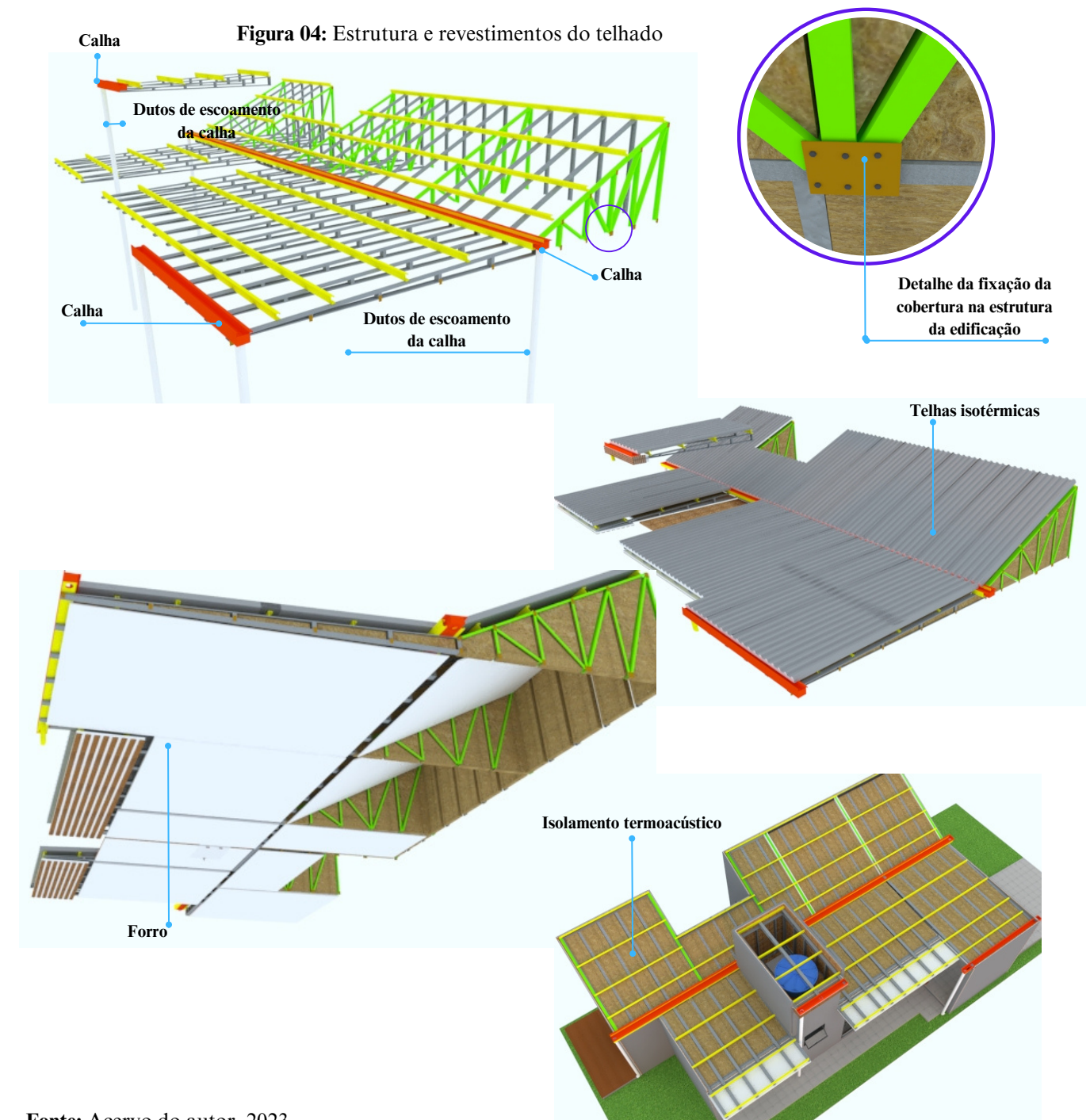
Figura 03: Descrição das tubulações hidráulicas e elétricas.



Fonte: Acervo do autor, 2023.

A estrutura do telhado ou cobertura, é construída utilizando perfis metálicos como mostra a figura 04, o fechamento foi feito com telhas isotérmicas (popular telha sanduiche). Após essa etapa, é aplicado o revestimento de forro com placa de gesso, conforme especificado no projeto.

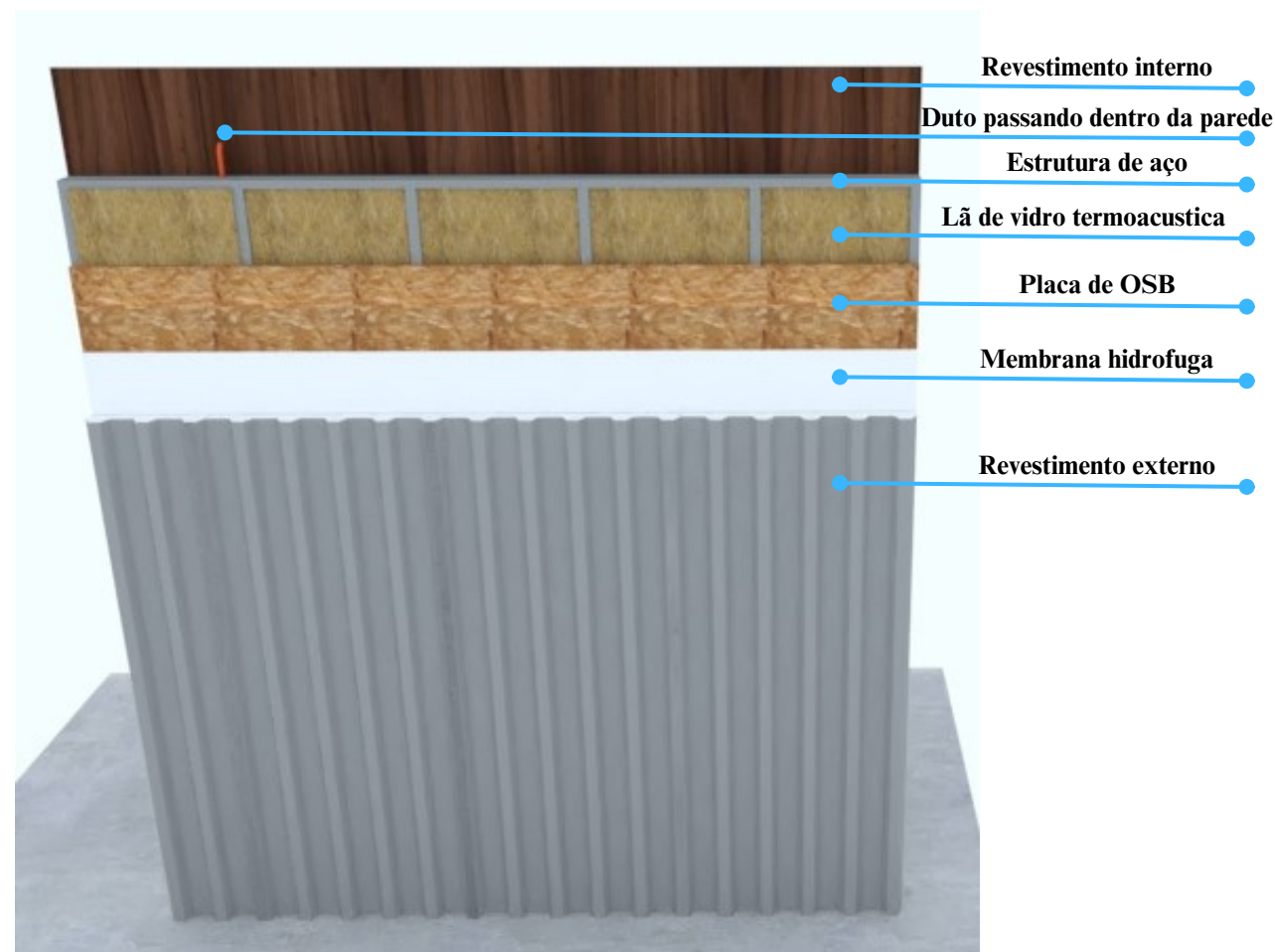
Uma consideração importante é a de que na cobertura também é possível adicionar uma camada de isolamento. Essa camada tem a finalidade de melhorar o conforto térmico e acústico dentro da residência. Dessa forma, a camada de isolamento contribui para criar um ambiente interno mais agradável, controlando as variações de temperatura e reduzindo a transmissão de ruídos externos.



Fonte: Acervo do autor, 2023.

A figura 05 ilustra a composição dos painéis de paredes que têm vários componentes importantes. A estrutura de aço galvanizado é a espinha dorsal do painel. É feita de aço galvanizado tratado para resistir à corrosão, proporcionando uma base sólida para o resto da estrutura.

Figura 05: Descrição do fechamento das paredes.



Fonte: Acervo do autor, 2023.

Lã de vidro foi utilizado como isolante térmico e acústico, é inserido nos painéis, como se fosse um "recheio", ajudando a regular a temperatura interna e a reduzir a transmissão de sons indesejados.

Placa de OSB (*Oriented Strand Board*) é como a pele do painel. É composta por tiras de madeira prensadas e orientadas, proporcionando uma resistência mecânica maior do que uma chapa de madeira comum. Sua função principal é reforçar a estrutura de aço.

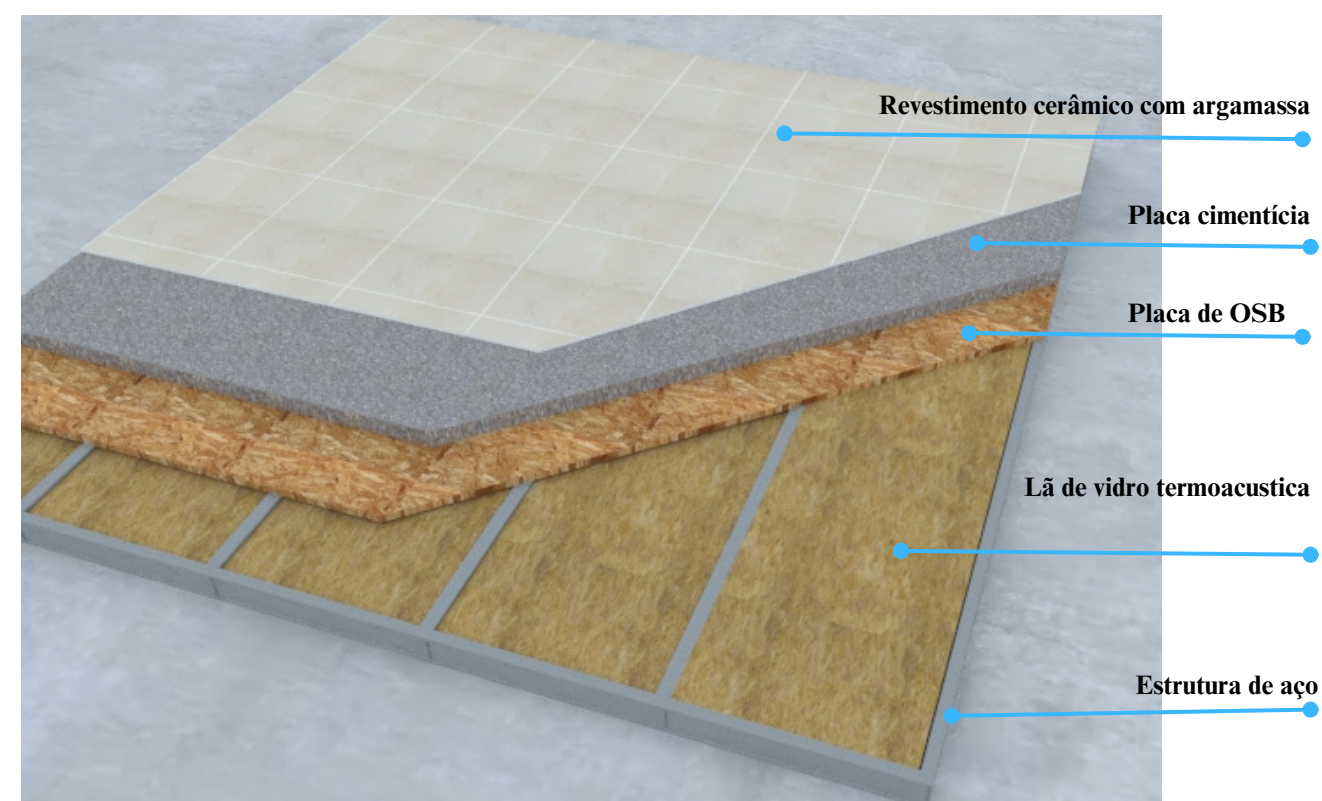
Membrana hidrófuga deve ser compreendida como uma capa protetora para o painel. A membrana cobre toda a estrutura externa, permitindo que o sistema respire, mas impedindo a entrada de umidade. Isso ajuda a manter a temperatura dos painéis sob controle e evita o crescimento de mofo.

A penúltima camada é a placa cimentícia é uma opção de revestimento para os painéis. É feita de uma mistura de cimento reforçada com fibra de vidro, o que a torna resistente e plana. Base Coat é uma camada aplicada sobre as placas cimentícias. Ele desempenha um papel importante na impermeabilização e na união das placas, fazendo com que as juntas fiquem praticamente invisíveis

E por último o revestimento final, a partir daqui, a parede pode ser tratada de maneira convencional. Ela pode receber pintura, texturas, revestimentos cerâmicos ou qualquer outro tipo de acabamento desejado, como pedras, porcelanato ou madeira.

Os pisos, conforme mostrado na figura 06, são construídos seguindo o mesmo padrão das paredes externas. Eles apresentam uma estrutura metálica revestida com placas de OSB. No entanto, diferentemente das paredes externas, uma camada de placas de concreto com espessura de 30 mm é adicionada ao piso, seguida pela aplicação de argamassa para o acabamento e o revestimento final.

Figura 06: Descrição do fechamento dos pisos.



Fonte: Acervo do autor, 2023.

6 CARACTERIZAÇÃO DA CLIENTELA

Famílias, que valoriza de maneira expressiva o equilíbrio entre suas vidas profissionais e familiares. acreditam na importância de espaços versáteis que possam se adaptar às diferentes fases da vida, refletindo uma tendência geral no mercado de residências contemporâneas.

Além disso, atributos que ressoam com a crescente demanda por soluções arquitetônicas criativas e tecnologicamente avançadas no mercado imobiliário.

E que estão atentos à procura por ambientes que não apenas acomodam suas vidas em constante evolução, mas também estimulem a criatividade e a interação, alinhando-se com a tendência geral de uma vida mais integrada e enriquecedora.

7 PROGRAMA DE NECESSIDADES E PRÉ DIMENCIONAMENTO

Para o programa de necessidades, foram incluídos os ambientes essenciais para atender a uma família de até quatro pessoas.

No pré-dimensionamento mostrado na tabela 02, foram listados os ambientes, a área necessária para desempenhar suas funções.

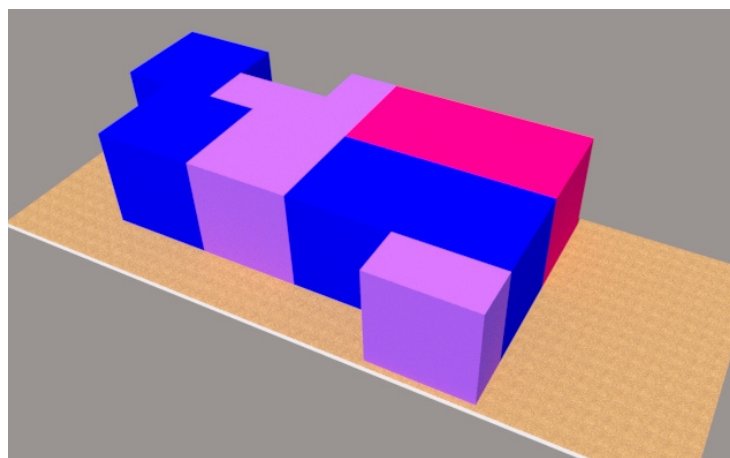
Tabela 02: Programa de necessidades e pré-dimensionamento

PROGRAMA DE NECESSIDADES / PRÉ DIMENCIONAMENTO	
SETOR SOCIAL	M²
Sala estar/TV	9
Sala de jantar	9
Varanda	4,15
Lavabo	2,25
Área útil do setor	24,4
SETOR INTIMO	M²
Quarto 1	9
Quarto 2	9
Banheiro	4,5
Área útil do setor	22,5
SETOR DE SERVIÇOS	M²
Cozinha/sala de jantar	9
Lavanderia/dispensa	4,5
Garagem	8,85
Área útil do setor	22,35
Área de circulação	6,75
ÁREA TOTAL	76 M²


Fonte: Acervo do autor, 2023.


8 SETORIZAÇÃO


A organização dos ambientes foi alcançada por meio de um arranjo que segue princípios da simetria e priorizando a funcionalidade.

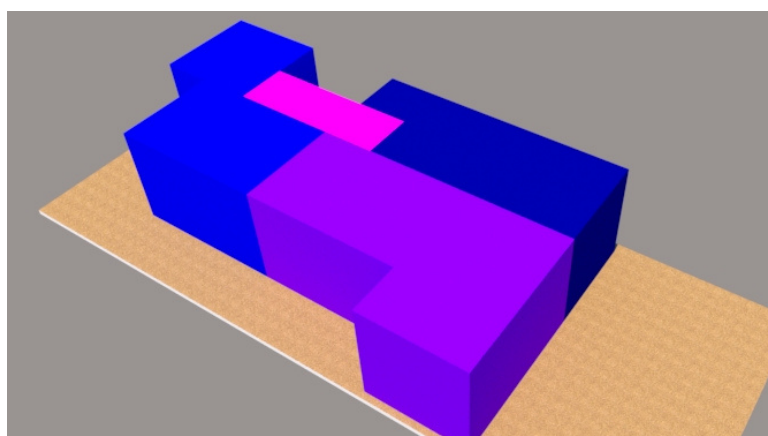


DISPOSIÇÃO DOS MÓDULOS NO PROJETO


 Módulos de medida de 3 x 3 metros

 Módulos de medida de 3 x 6 metros


 Módulos de medidas de 1,5 x 3 metros



SETORIZAÇÃO

 Setor íntimo

 Setor de serviços

 Setor social

 Circulação

9 FLEXIBILIDADE

A arquitetura modular destaca-se por sua notável flexibilidade, oferecendo facilidades tanto para a adição quanto para a remoção de ambientes. Essa característica permite uma personalização eficiente dos espaços, adaptando-se às mudanças nas necessidades dos moradores ao longo do tempo.

Adição de Ambientes.

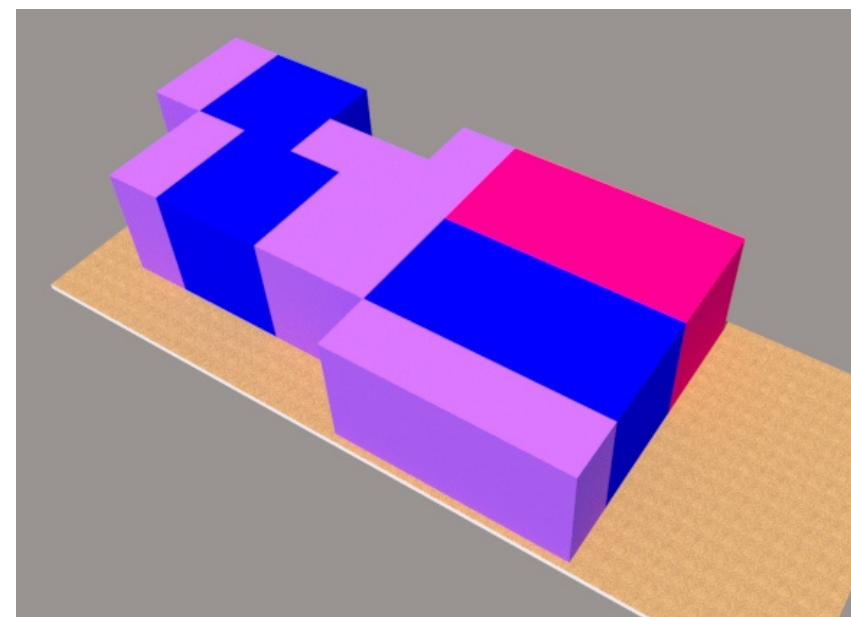
- Novos módulos podem ser facilmente integrados à estrutura existente. Se a família crescer ou se novas necessidades surgirem, é possível incorporar novos espaços sem a necessidade de uma reconstrução extensiva.
- A arquitetura modular permite uma abordagem incremental para a expansão da residência. À medida que os requisitos mudam, módulos adicionais podem ser implantados, proporcionando uma solução progressiva.

Remoção de Ambientes.

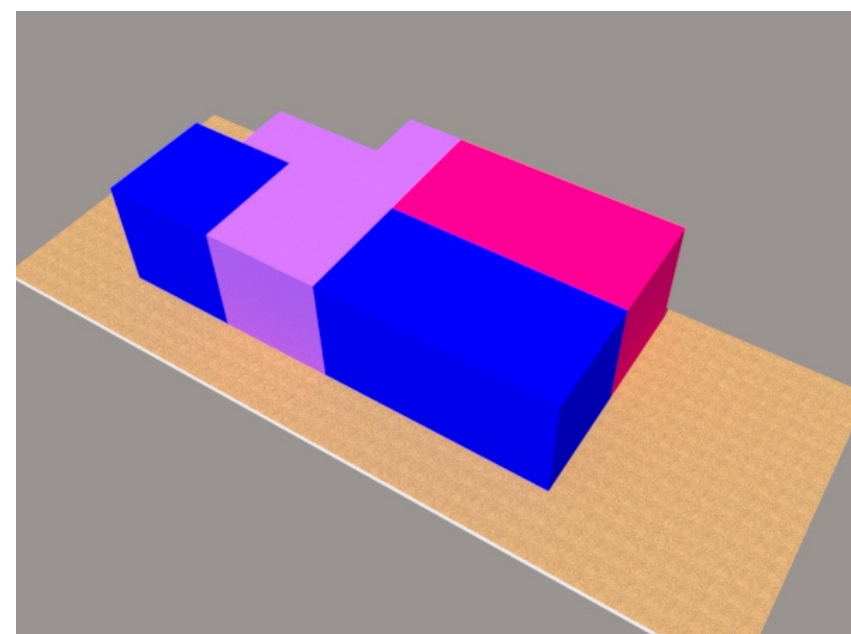
- Reconfiguração Simplificada, se a disposição interna precisa ser ajustada, os módulos podem ser reconfigurados ou removidos com relativa facilidade. Isso oferece a liberdade de reorganizar os espaços internos conforme necessário.
- Adaptação a mudanças de estilo de vida, se os moradores desejam criar ambientes mais amplos, abrir espaços ou realizar alterações significativas na distribuição, a arquitetura modular facilita essas adaptações.

A capacidade de agregar ou remover ambientes na arquitetura modular reflete uma abordagem contemporânea que coloca a adaptabilidade e a personalização no centro do design residencial.

CONFIGURAÇÃO COM MAIS MÓDULOS ADICIONADOS



CONFIGURAÇÃO COM A REMOÇÃO DE MÓDULOS





Nas representações de planta baixa, evidencia-se a notável flexibilidade no layout do projeto. Na Planta 01, temos a disposição original do projeto Harmonia conforme a organização dos módulos. Na Planta 02, observamos a incorporação de novos módulos, resultando na criação de novos ambientes e na expansão de espaços já existentes. Essa adaptabilidade ressalta a capacidade do projeto de evoluir de acordo com as necessidades e preferências, demonstrando a versatilidade e personalização inerentes à proposta residencial.

Planta layout 01

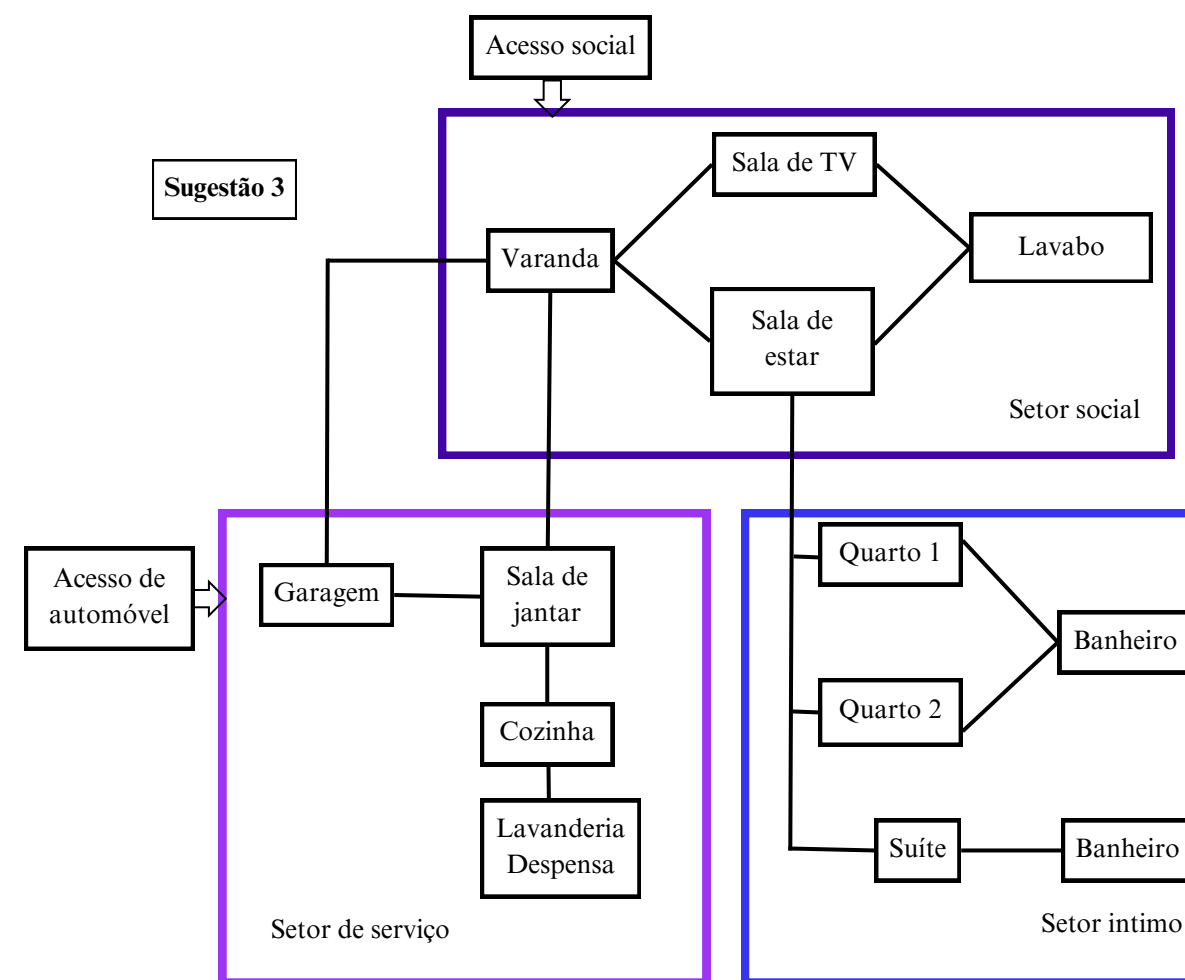
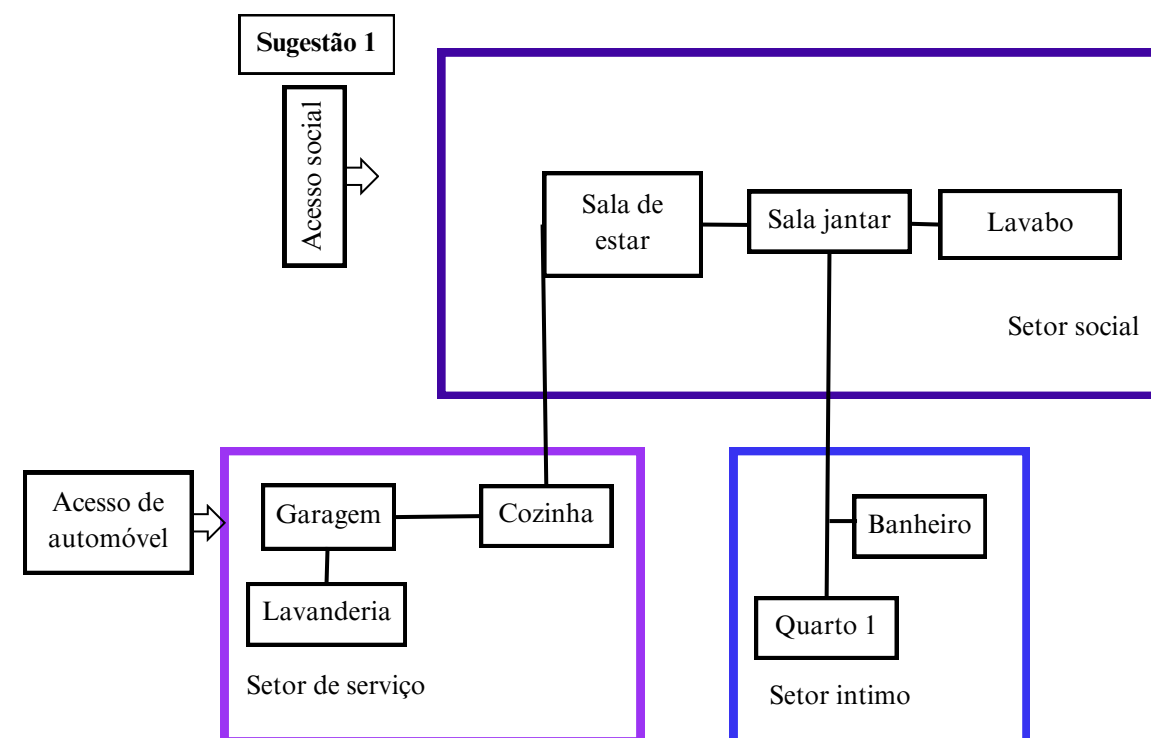
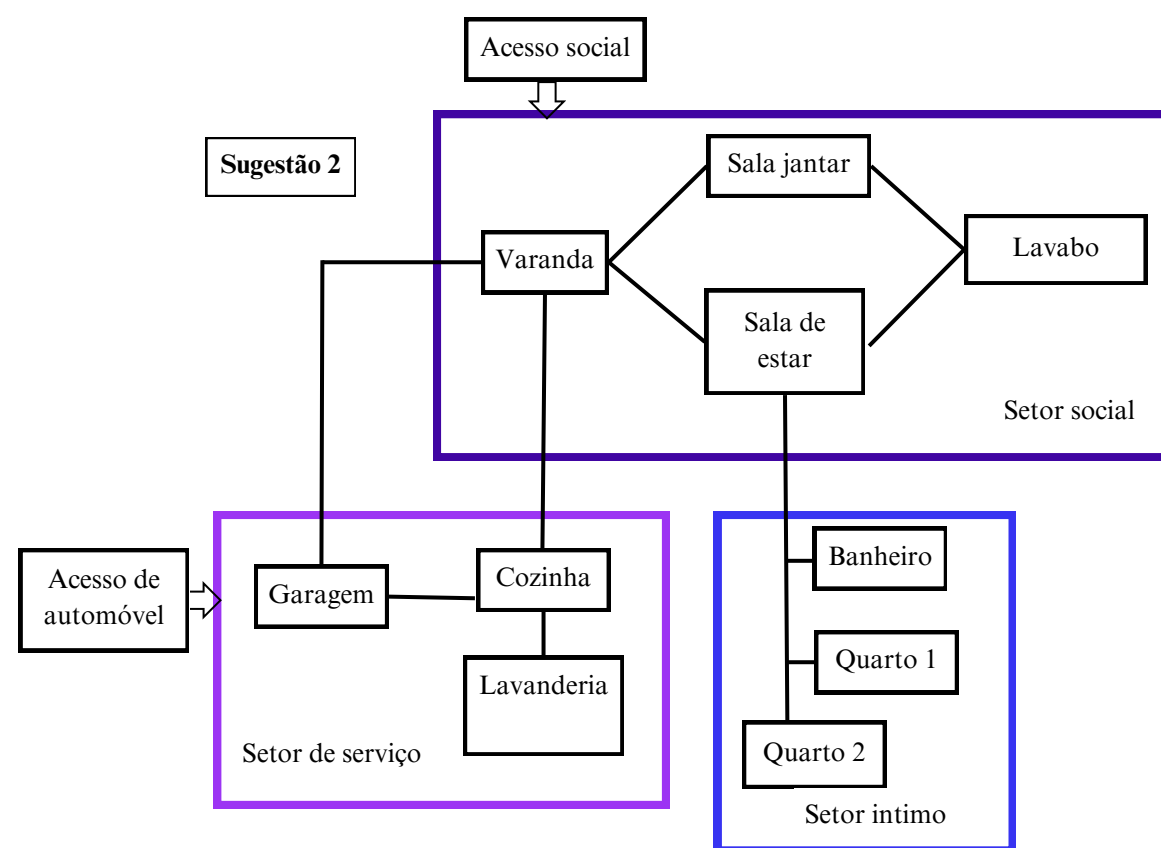
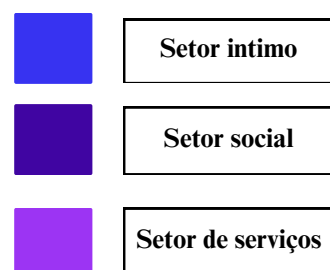


Planta layout 02

10 FLUXOGRAMAS

Nos fluxogramas apresentados, é claramente evidente como todos os ambientes estão interconectados, seja de maneira direta ou indireta, por meio de um corredor de circulação que liga os setores.

SETORIZAÇÃO



11 PROJETO HARMONIA

O projeto da "Residência Modular Harmonia" nasce da necessidade de criar um espaço residencial que atenda às demandas em constante evolução das famílias contemporâneas. A proposta visa transcender as construções convencionais, oferecendo uma abordagem inovadora e adaptável que não apenas se ajusta às mudanças de estilo de vida, mas também redefine a interação entre os moradores e a arquitetura.

Guiado pelos princípios estabelecidos nos estudos das diversas tipologias construtivas, este projeto abraça um sistema híbrido. Especificamente, incorpora um sistema estrutural montado no local, combinado de forma harmoniosa com painéis de fechamento fabricados previamente. Essa abordagem visa otimizar a eficiência construtiva, oferecendo flexibilidade e personalização sem comprometer a robustez e a durabilidade da residência.

Na busca pelo conforto térmico, realizamos uma análise minuciosa da transmitância térmica dos materiais das paredes, levando em consideração os estudos previamente realizados no TCC I.

No contexto do projeto Harmonia, os cálculos foram baseados em valores específicos, seguindo a fórmula $1/K = 1/0,65 + 0,01/0,65 + 0,015/0,15 + 0,075/0,04 + 0,0125/0,35 + 1/0,35$ (m^2C/W), resultando em uma transmitância térmica de 6,42 (m^2C/W).

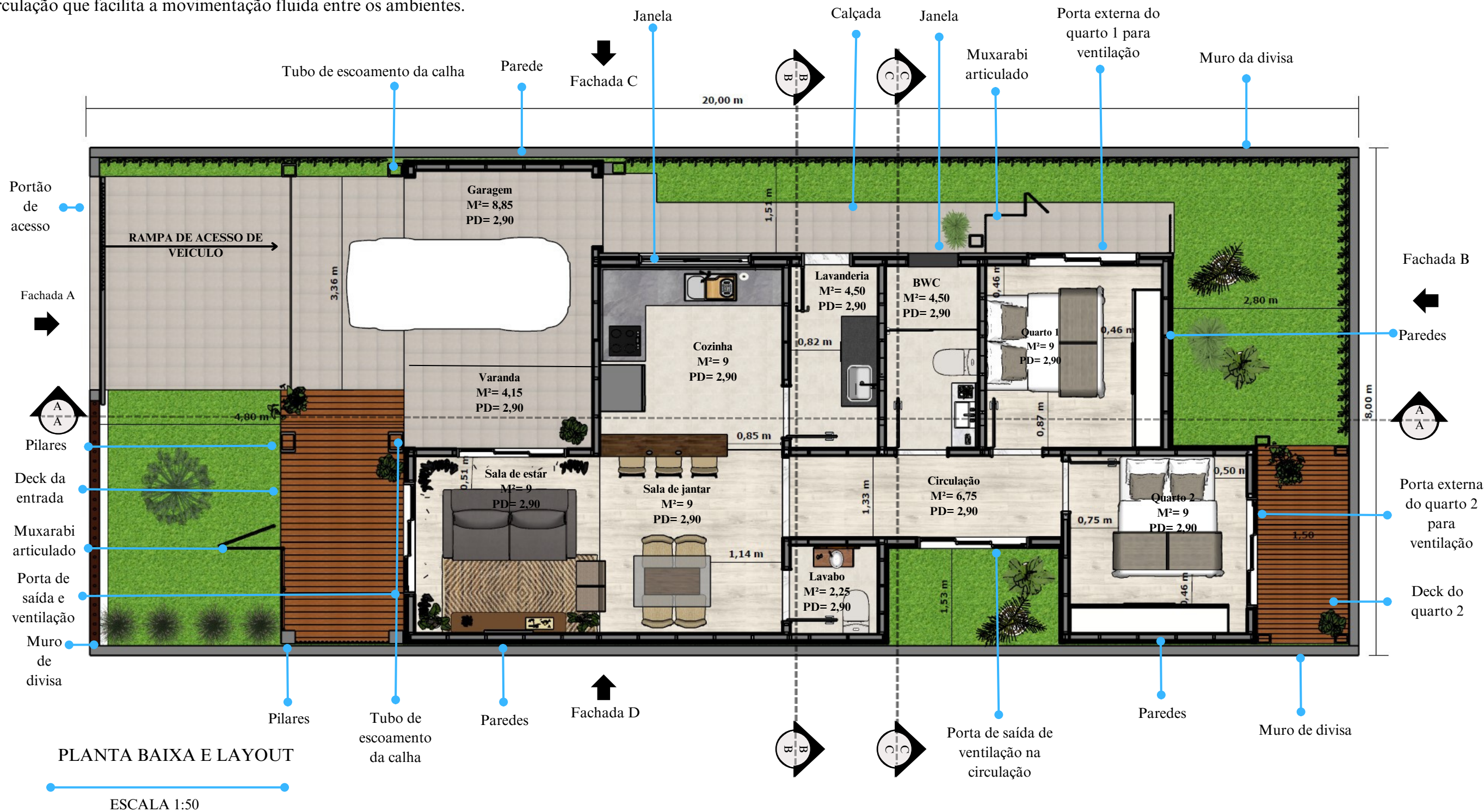
Esse valor é crucial, pois reflete a eficiência do isolamento térmico das paredes no projeto Harmonia. Uma transmitância térmica otimizada desempenha um papel fundamental em manter o ambiente interno da residência confortável termicamente, garantindo que os moradores desfrutem de condições agradáveis em qualquer estação do ano.



12 PLANTA BAIXA LAYOUT E CORTES

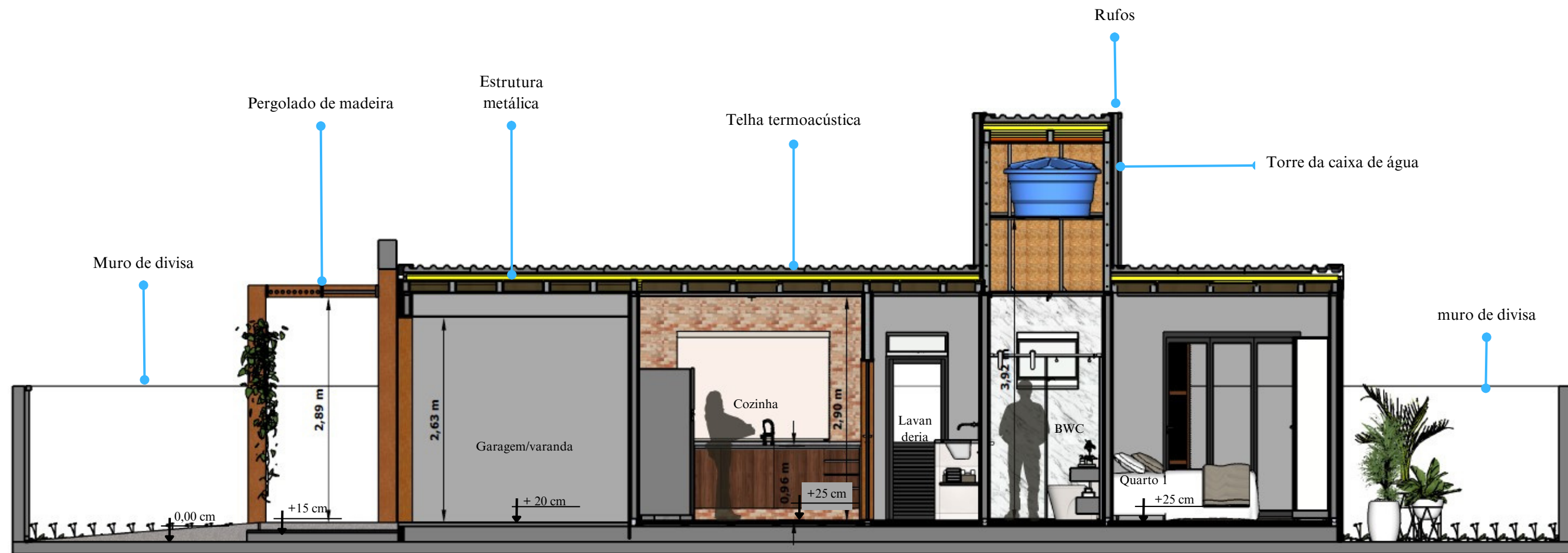
A planta baixa e os cortes do projeto Harmonia oferecem uma análise detalhada da organização espacial, destacando a interligação estratégica de cada setor. A disposição é meticulosamente planejada, onde os diversos espaços estão conectados por um elemento de circulação que facilita a movimentação fluida entre os ambientes.

Essa abordagem visa proporcionar uma distribuição eficiente e funcional dos espaços, garantindo que os setores permaneçam harmoniosamente separados, com acesso ao setor íntimo restrito, permitido apenas com autorização.



No corte AA, destacam-se os revestimentos das áreas molhadas, com a locação precisa dos mobiliários fixos. A torre da caixa d'água é estrategicamente posicionada acima do pé direito para garantir uma pressão adequada nos chuveiros e nas caixas acopladas aos sanitários ou válvulas hidras. Na garagem, a viga de apoio, resultante da união de dois módulos, cria uma altura de pé direito de 2,63 metros.

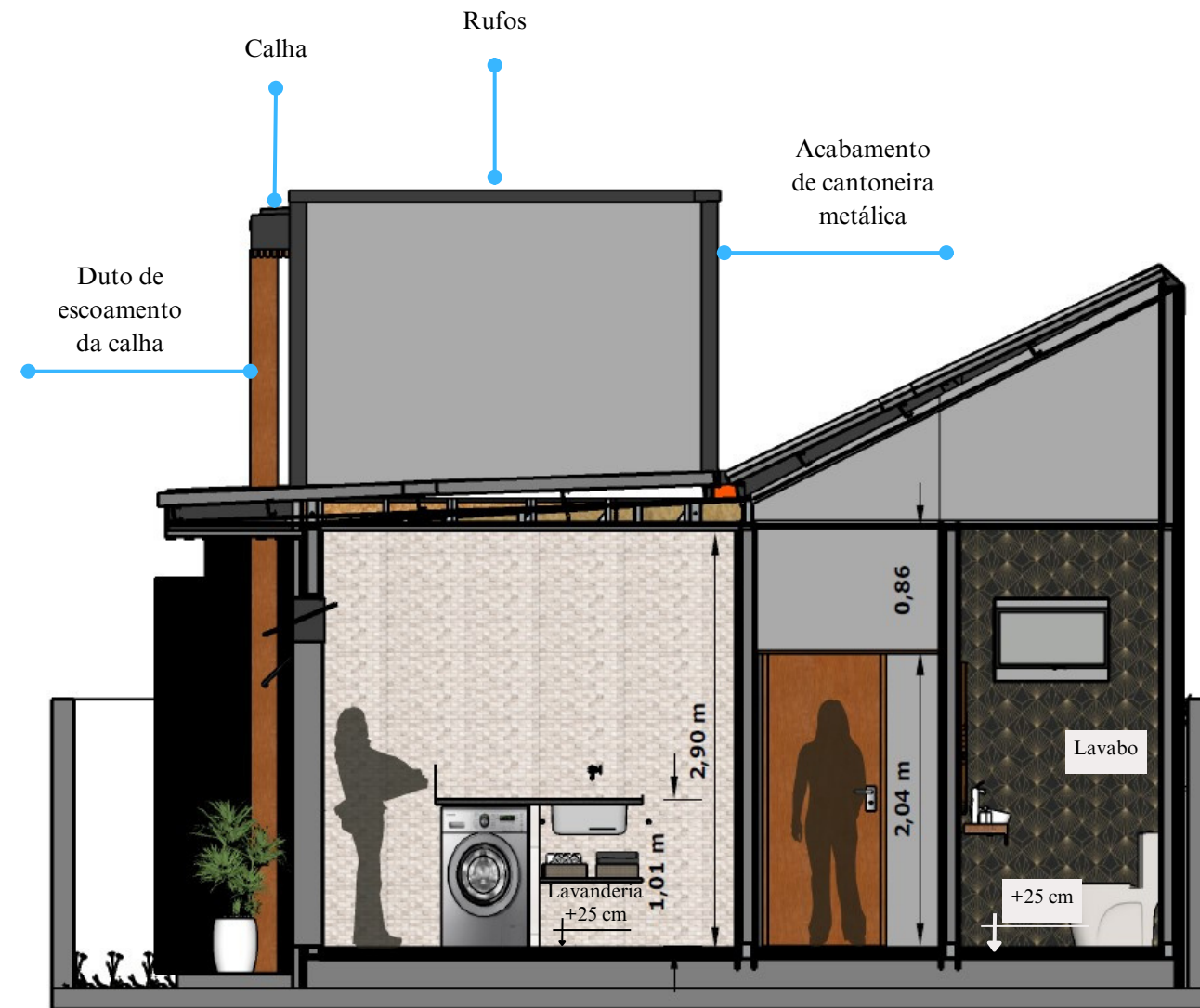
Na lavanderia, é perceptível a presença de uma porta de saída para a área externa, com um vidro fixo na parte superior para entrada de luz natural, e uma janela maxim-ar acima, proporcionando iluminação e ventilação adicionais.



CORTE AA

ESCALA 1:50

No corte BB, são destacados detalhes como a presença da janela maxim-ar na lavanderia, a máquina de lavar estrategicamente acoplada sob a bancada do tanque e o revestimento na parede. Além disso, é visível o corredor que proporciona acesso ao setor íntimo e o lavabo, que apresenta um acabamento com papel de parede lavável. Essa escolha não apenas confere um toque estético, mas também representa uma opção mais econômica e sustentável de revestimento.



CORTE BB

ESCALA 1:50

No corte CC, obtém-se uma visão abrangente do banheiro, com destaque para a bancada e o box do chuveiro. Além disso, é possível observar a presença da janela maxim-ar, o revestimento utilizado, a plataforma da caixa d'água e a porta que conecta a circulação à área externa. Essa perspectiva proporciona uma compreensão clara da disposição e dos detalhes essenciais do espaço.



CORTE CC

ESCALA 1:50

13 FACHADAS

Uma fachada feita de madeira engenheirada com elementos de muxarabi é uma escolha arquitetônica que combina design, funcionalidade e sustentabilidade. O muxarabi é uma técnica que envolve o uso de elementos de treliça ou ripas de madeira dispostas de forma a permitir a entrada controlada de luz e ventilação natural na estrutura.

O muxarabi confere um visual único e atraente à fachada. A madeira engenheirada, que é uma combinação de madeira real e materiais compostos, oferece durabilidade e resistência, mantendo a beleza natural da madeira.

A disposição das ripas de madeira permite a circulação de ar, o que ajuda a manter o ambiente interno fresco e bem ventilado. Isso é especialmente benéfico em climas quentes.

O muxarabi controla a entrada de luz natural, criando sombras e padrões interessantes no interior. Isso pode melhorar a eficiência energética, reduzindo a necessidade de iluminação artificial durante o dia.

As ripas de madeira também podem ser projetadas de forma a fornecer privacidade aos ocupantes, permitindo que eles vejam o exterior, enquanto pessoas de fora têm sua visão obstruída.





FACHADA A

ESCALA 1:50

Rufos e acabamento de cantoneira metálica

Tinta acrílica semibrilho cinza

Pergolado

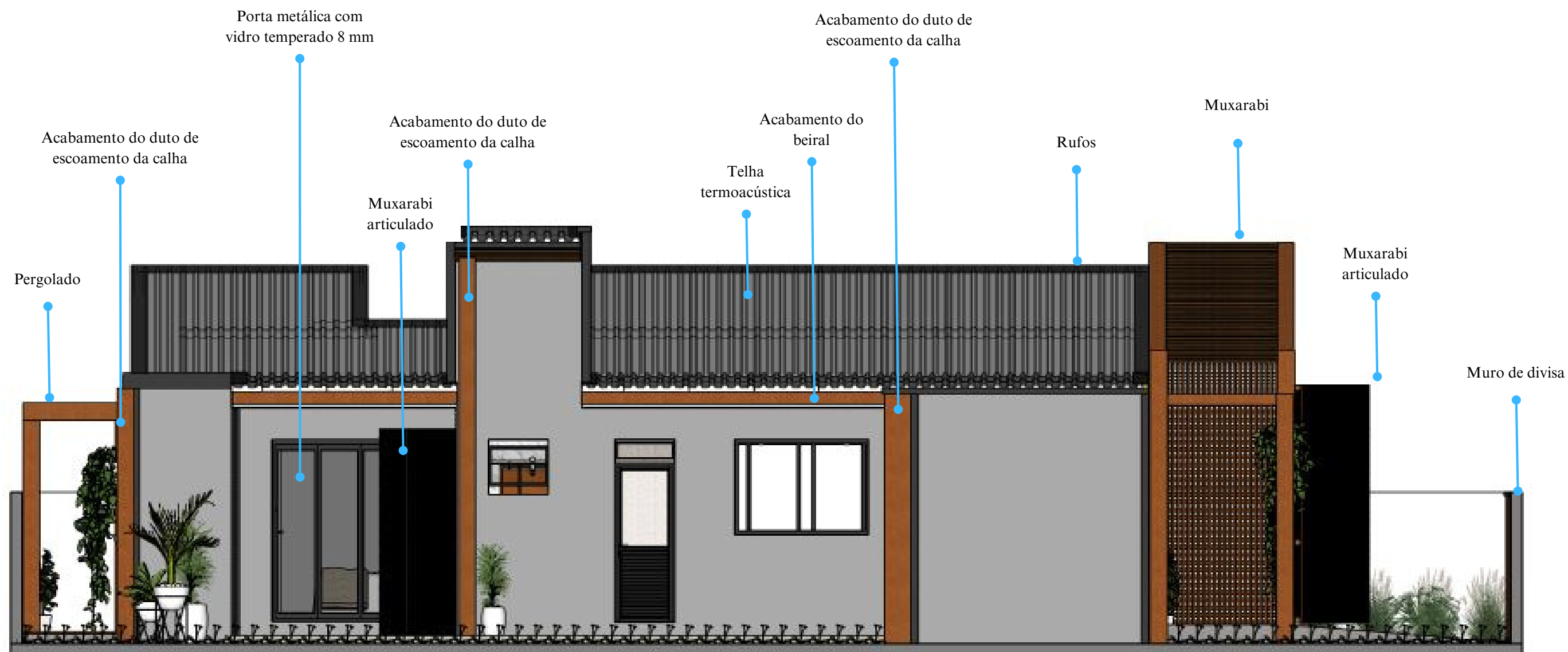
Porta metálica com vidro temperado 8 mm

Muro de divisa



FACHADA B

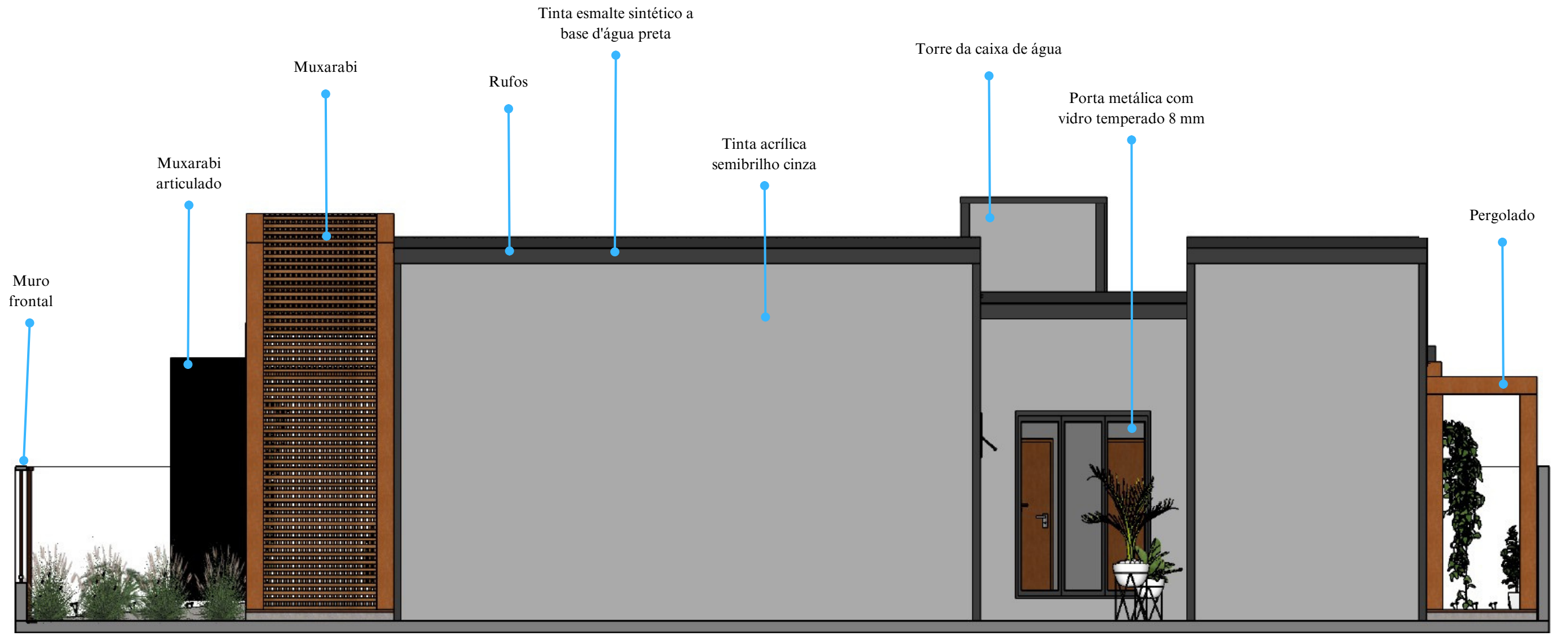
ESCALA 1:50



FACHADA C

ESCALA 1:50





FACHADA D

ESCALA 1:50



14 ESTRUTURA

Para garantir uma vida útil longa dos elementos estruturais, são empregadas estruturas metálicas tratadas com um revestimento anticorrosivo na construção. Além disso, foi elevado o módulo, uma base de fundação especialmente projetada e implementada para proporcionar isolamento eficaz contra a umidade e garantir um adequado isolamento térmico.

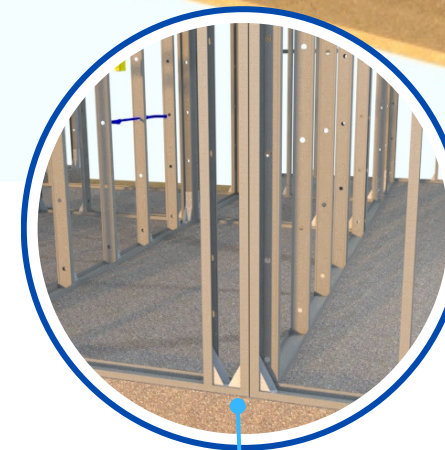
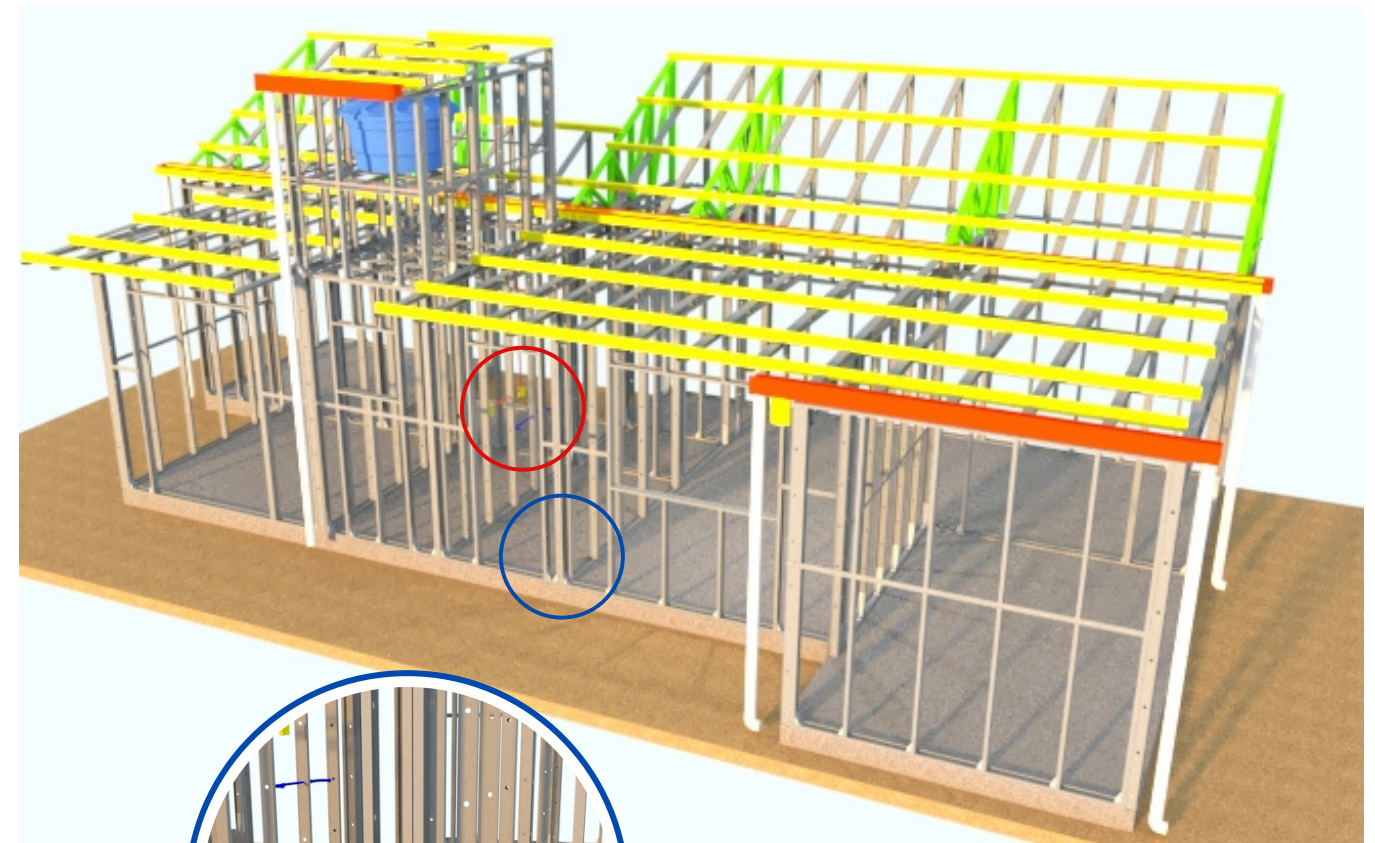
No projeto Harmonia, essa composição estrutural foi realizada por meio da montagem de módulos pré-fabricados com medidas específicas. Os módulos são posicionados lado a lado e conectados pelos montantes usando parafusos autoperfurantes. Essa abordagem proporciona uma montagem eficiente e segura, permitindo a união firme das partes do módulo.

Além disso, a ligação da cobertura à edificação é efetuada por meio de recortes de chapa e o uso de parafusos perfurantes. Esse método de fixação confere estabilidade e segurança à cobertura, garantindo sua resistência às condições climáticas e aos elementos.

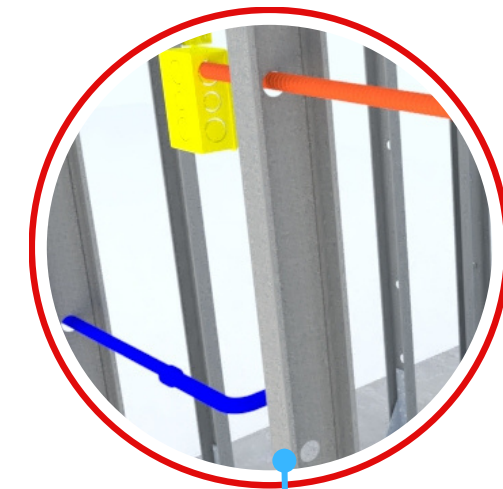
Assim, no projeto Harmonia, a combinação de elementos estruturais eficazes, como estruturas metálicas anticorrosivas, bases de fundação isoladas e técnicas de montagem seguras, trabalha em conjunto para proporcionar uma construção durável e com excelente desempenho termoacústico. Cada detalhe contribui para a qualidade e sustentabilidade da residência.

15 INSTALAÇÕES

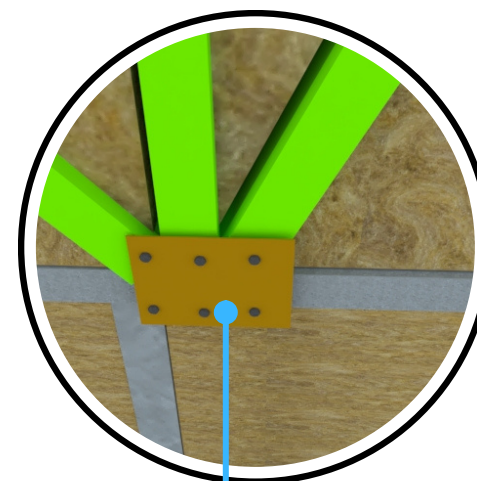
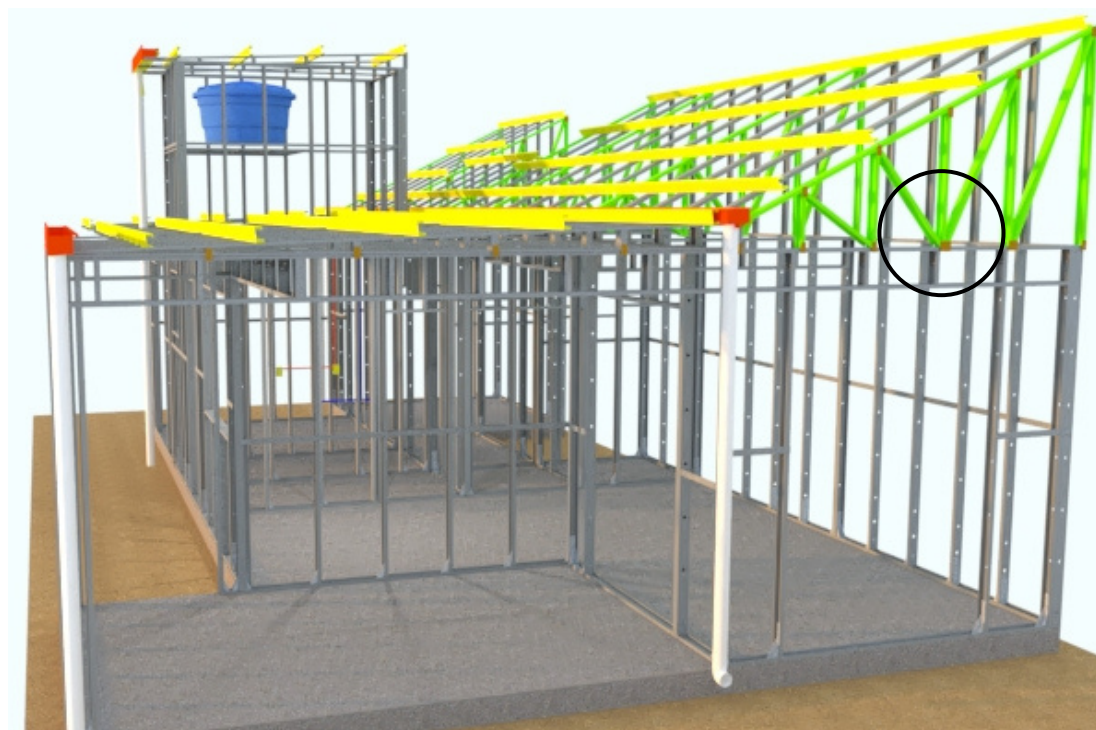
A fiação elétrica e as tubulações de água e esgoto são incorporadas nas paredes e no piso para fornecer eletricidade, iluminação, água quente e saneamento.



Detalhe da união dos módulos



Detalhe das instalações elétricas e hidráulicas



Detalhe da fixação da cobertura na estrutura da edificação

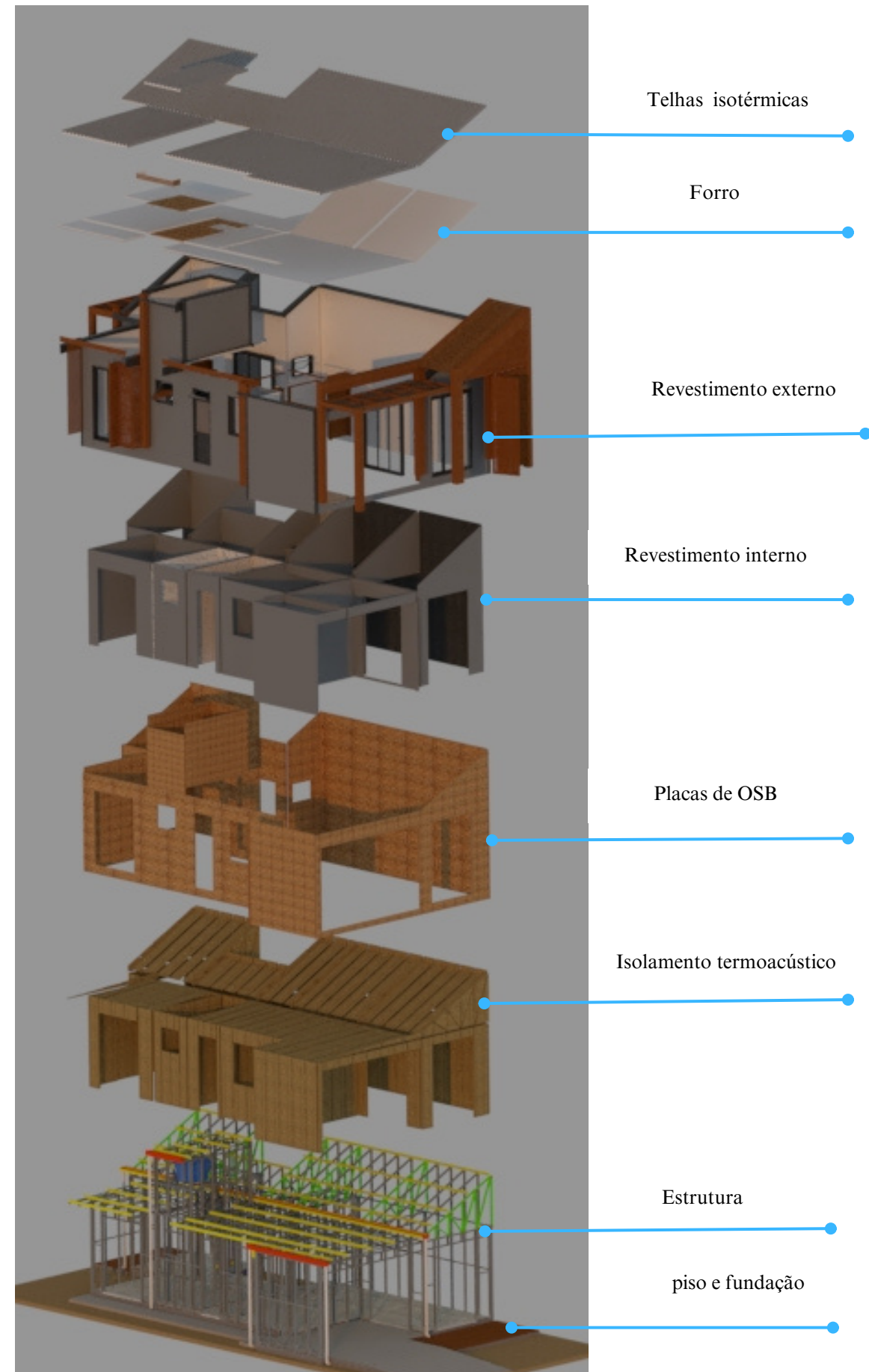
16 PAREDES

O fechamento das paredes externas e internas da Residência Harmonia foi minuciosamente integrado à estrutura principal da residência, desempenhando várias funções cruciais. Além de dividirem os espaços, essas paredes conferem privacidade aos moradores e oferecem um eficaz isolamento térmico e acústico, contribuindo para o conforto do ambiente.

Essas paredes são construídas utilizando painéis pré-fabricados compostos por placas cimentícias, placas de madeira OSB, gesso acartonado e uma camada de membrana hidrófuga. Essa combinação de materiais desempenha um papel fundamental na criação de um ambiente residencial habitável e aconchegante na Residência Harmonia. Cada elemento foi escolhido estrategicamente para assegurar a funcionalidade e o conforto dentro da residência.

17 ISOLAMENTO TERMOACÚSTICO

Foram adicionadas camadas de isolamento de lã de vidro nas paredes, teto e piso para melhorar o conforto



18 PORTAS E JANELAS

As janelas e portas foram cuidadosamente planejadas em posições estratégicas nas paredes externas da Residência Harmonia, com um propósito claro: proporcionar iluminação natural, permitir ventilação cruzada e oferecer acesso ao interior da residência. Essa abordagem visa criar um ambiente interno bem iluminado e arejado, contribuindo para o bem-estar dos moradores.

Além disso, as portas internas foram escolhidas em madeira, visando proporcionar conforto e privacidade em cada ambiente, considerando as diferentes funções de cada espaço na residência.



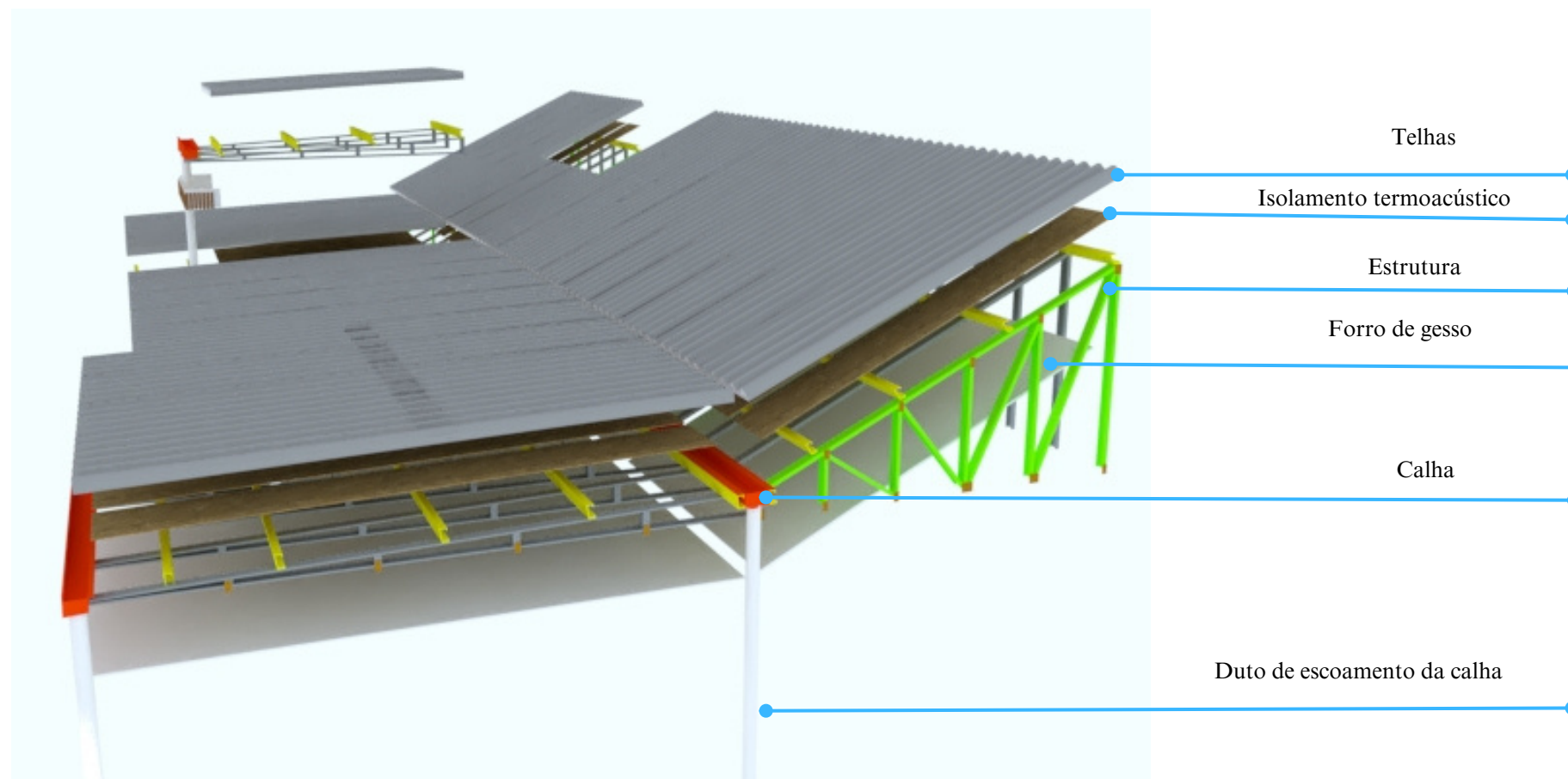
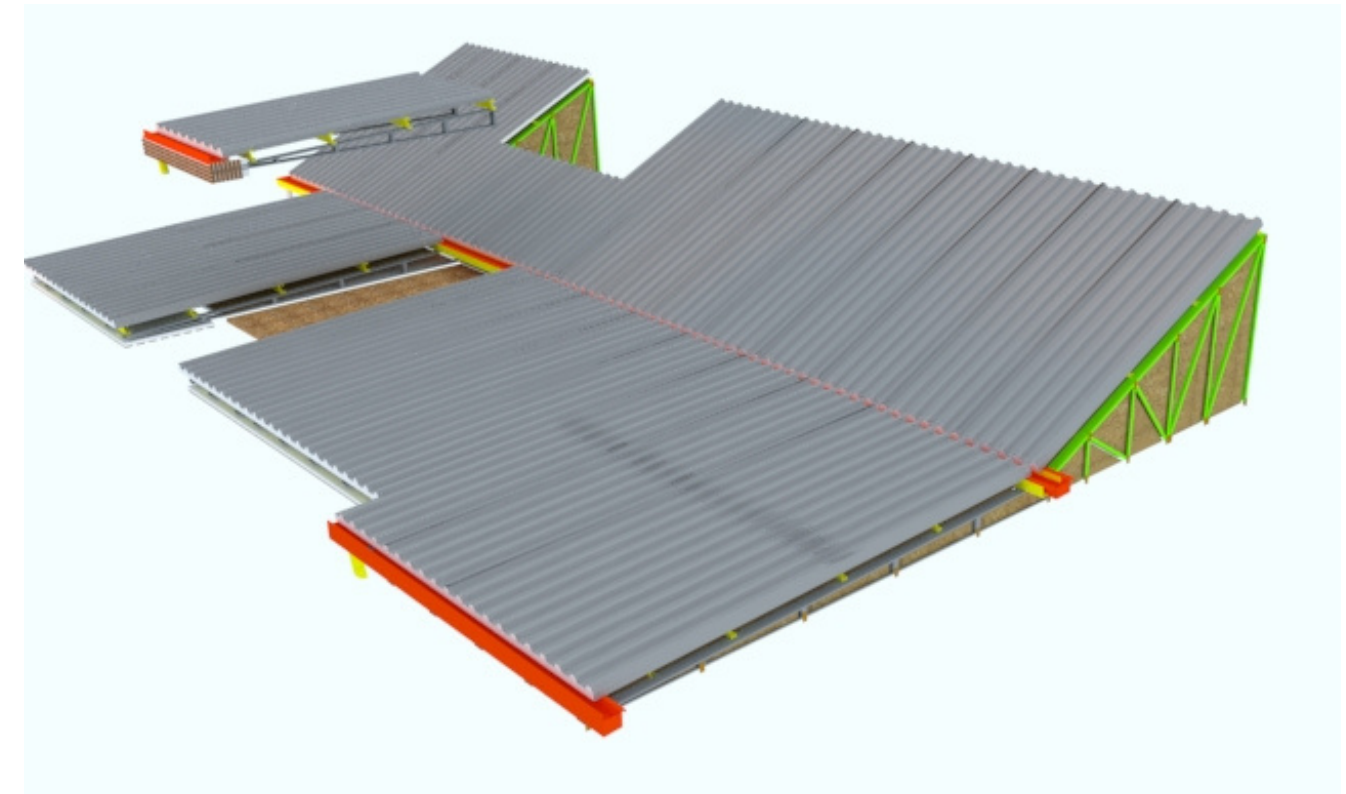
19 COBERTURA

A cobertura é uma parte essencial da residência Harmonia, desempenhando um papel fundamental na proteção contra as condições climáticas e outros elementos ambientais. Neste projeto, a cobertura foi concebida com um sistema que incorpora uma estrutura metálica e telhas isotérmicas trapezoidais, juntamente com um isolamento de lã de vidro e um forro de gesso.

A escolha da estrutura metálica proporciona resistência e durabilidade, garantindo que a cobertura possa enfrentar as intempéries ao longo do tempo. As telhas por sua vez, oferecem isolamento térmico e acústico, contribuindo para um ambiente interno mais confortável e silencioso. Além disso, esse tipo de telha é conhecido por sua eficiência energética, o que ajuda a regular a temperatura interna da residência.

A lã de vidro, utilizada como isolamento, desempenha um papel crucial na regulação térmica e acústica da estrutura. Ela ajuda a manter o interior da residência a uma temperatura agradável, ao mesmo tempo em que reduz a transmissão de ruídos indesejados.

O forro de gesso, por sua vez, proporciona um acabamento interior esteticamente agradável. Ele pode ser usado para criar uma aparência limpa e moderna nos espaços internos da residência.



20 PISOS E REVESTIMENTOS

Quando se trata dos acabamentos internos da residência Harmonia, uma atenção meticulosa é dada às escolhas dos materiais para garantir que eles atendam a critérios estéticos, de conforto e funcionalidade. As opções de revestimento para o piso abrangem uma ampla gama de materiais, incluindo cerâmica, madeira, laminado e carpete. Cada material é escolhido com base em sua adequação para a área específica e em como ele contribui para o aspecto geral do ambiente interno.

No projeto Harmonia, as escolhas de revestimento refletem a diversidade de espaços e a necessidade de diferentes abordagens. Para as áreas de serviço e as zonas com maior exposição à umidade, o piso e as paredes são revestidos com cerâmica retificada de 60 x 60 cm. Essa escolha não apenas oferece durabilidade, mas também é prática para limpeza em ambientes propensos à umidade.

Nos setores social e íntimo da residência, o piso vinílico laminado é empregado, proporcionando um visual atraente e, ao mesmo tempo, um conforto ao caminhar. Essa opção combina com o estilo desses espaços e é uma escolha acolhedora.

As paredes são tratadas com tintas acrílicas e papéis de parede. Esse cuidado especial com as superfícies verticais agrega um toque de personalização e aconchego ao ambiente. Os papéis de parede, em particular, oferecem uma oportunidade de adicionar detalhes e padrões específicos, tornando os espaços únicos e agradáveis.

Portanto, no projeto Harmonia, os revestimentos internos foram escolhidos com base na funcionalidade e na estética, criando um ambiente que combina durabilidade, conforto e personalidade para atender às diversas necessidades dos moradores. Cada detalhe foi pensado para contribuir para a harmonia geral do espaço residencial.



21 SUSTENTABILIDADE

O projeto da Residência Modular Harmonia busca atender aos princípios da sustentabilidade através do uso eficiente de recursos, da incorporação de materiais ecológicos e da otimização do desempenho energético. As instalações, desde a eletricidade até o saneamento, são projetadas para minimizar o impacto ambiental.

O uso de madeira sustentável ou madeira engenheirada em combinação com o muxarabi é uma escolha ecologicamente responsável, pois a madeira é um recurso renovável.

A capacidade de ajustar a estrutura conforme necessário contribui para a sustentabilidade, evitando a necessidade de reconstruções completas e minimizando resíduos de construção.



22 CONCLUSÃO

A Residência Modular Harmonia não é apenas um espaço habitacional inovador; é um ambiente que atende às necessidades dinâmicas e em constante evolução das famílias contemporâneas. Abraçando a flexibilidade da arquitetura modular, o projeto se adapta às diferentes fases da vida, redefinindo a interação entre moradores e espaço.

A escolha cuidadosa dos materiais, a atenção aos detalhes na disposição dos ambientes e a consideração metódica do conforto térmico e acústico asseguram não apenas uma moradia, mas um lar harmonioso, distinto pela durabilidade, sustentabilidade e eficácia. A "Residência Modular Harmonia" representa uma abordagem visionária na arquitetura residencial, moldada para inspirar e enriquecer a experiência habitacional contemporânea.

Salientando que a configuração específica de um módulo residencial pode variar conforme o projeto e as preferências do proprietário. A arquitetura modular, com sua flexibilidade intrínseca, permite uma personalização abrangente para atender a diversas exigências e gostos.

A flexibilidade inerente à arquitetura modular não apenas reduz o tempo necessário para implementar mudanças, mas também pode resultar em economia de custos em comparação com métodos de construção convencionais.

Ao projetar uma fachada de madeira engenheirada com elementos de muxarabi, é crucial considerar o clima local, o estilo arquitetônico da estrutura e as preferências dos ocupantes. Quando executada com maestria, essa combinação resulta em uma fachada impressionante e funcional, proporcionando uma experiência de vida única e agradável.

A "Residência Modular Harmonia" é uma manifestação da inovação na arquitetura residencial, proporcionando um espaço adaptável, centrado no design e comprometido com a sustentabilidade. Esta conclusão reflete a visão do projeto e seus princípios orientadores, enfatizando a importância da seleção criteriosa de materiais e a preocupação com as questões ambientais. Por meio da construção modular, a Residência Harmonia está preparada para transformar a experiência residencial contemporânea, criando ambientes verdadeiramente harmoniosos.



23 IMAGENS DO PROJETO





REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**. Zonas bioclimáticas BR - Sede: Rio de Janeiro - RJ. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**. Edificações habitacionais. Sede: Rio de Janeiro - RJ. Quinta edição 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15873** Coordenação modular. Sede: Rio de Janeiro - RJ. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15253**. Perfil de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações - Requisitos gerais. Sede: Rio de Janeiro - RJ. 2014.

Lei Complementar 304 2022 de Vilhena RO. **INSTITUI O CÓDIGO DE OBRAS E EDIFICAÇÕES DO MUNICÍPIO DE VILHENA, E DA OUTRAS PROVIDÊNCIAS**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/ro/v/vilhena/lei-complementar/2022/31/304/lei-complementar-n-304-2022-institui-o-codigo-de-obras-e-edificacoes-do-municipio-de-vilhena-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 17 nov. 2023.

Argamassa Base Coat - Decorlit. Disponível em: <<https://decorlit.com.br/produtos/produtos-flexiveis/argamassa-base-coat/>>. Acesso em: 16 out. 2023.

ASTRA, Tubos PEX: vantagens em relação aos tubos de PVC e cobre - Blog Astra. Disponível em: <<https://www.astra.com/destaques/tubos-pex-vantagens-em-relacao-aos-tubos-de-pvc-e-cobre/#:~:text=O%20PEX%20%C3%A9%20uma%20tubula%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 2 out. 2023.

BASTOS, Raphael de C. S. C. Da coordenação modular à construção modular: estudos de caso. 2015. 88 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/139133>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

BATISTA, Kenia Barros. Caracterização de superfícies de aços galvanizados utilizando a técnica de espectroscopia de impedância eletroquímica/repositorio.ufmg.br, 106 f. Dissertações de Mestrado (Área de concentração: Engenharia Química) Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Fevereiro/2013. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-986HZV/1/disserta__o_15.04.pdf>. Acesso em: 14 Ago.2023.

BRAFER, Parafuso Auto Brocante 4,8x19 Philips Flangeado 100 Unidade - Loja Brafer. Disponível em: <<https://www.lojabrafer.com.br/parafuso-auto-brocante-4-8x19-philips-flangeado-100-unidade/p/kit1901>>. Acesso em: 2 out. 2023.

CBA – Com Prisoneiro. Disponível em: <<https://ancora.com.br/portfoliocba-com-prisoneiro/>>. Acesso em: 10 out. 2023.

Brisas de Alumínio. Disponível em: <<http://www.arktipoesquadrias.com.br/esquadrias-em-aluminio-rj/brises-aluminio-rj>>. Acesso em: 27 maio 2023.

Conheça mais sobre o Wood Frame - Alcance Engenharia Jr. Disponível em: <<https://alcancejr.com.br/conheca-mais-sobre-o-wood-frame/>>. Acesso em: 28 abr. 2023.

CUB Onerado – SINDUSCON-RO. Disponível em: <http://sindusconro.com.br/home/?page_id=378>. Acesso em: 05 jun. 2023.

DECORFÁCIL. Telhado Embutido: 60 Modelos, Fotos e Projetos de Casas. Disponível em: <<https://www.decorfacil.com/telhado-embutido/>>. Acesso em: 27 maio 2023.

Drywall - Steel frame com vedações internas em drywall. Disponível em: <<https://drywall.org.br/steel-frame/>>. Acesso em: 18 de abr. 2023.

FAVIFER. Perfil de aço galvanizado. Disponível em: <<https://www.favifer.com.br/perfil-de-aco-galvanizado>>. Acesso em: 7 out. 2023.

FROTA, Anésia Barros. Manual de conforto térmico : arquitetura, urbanismo / Anésia Barros Frota, Sueli Ramos Schiffer. — 5. ed. 244 pág — São Paulo : Studio Nobel, 2001. Disponível em: <<http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/18350/material/ManualConfortoTERMICO.pdf>>. Acesso em: 02 de mar. 2023.

GURGEL, Miriam. Design Passivo - Baixo Consumo Energético: Guia para conhecer, entender e aplicar os princípios do design passivo em residências / Miriam Gurgel. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.

INSON, Nathalia. Arquitetura Modular: O Que É e Por Que Usar Esse Modelo de Construção Jan 2021. Disponível em: <<https://www.vivadecora.com.br/pro/arquitetura-modular/>>. Acesso em: 02 de mar. 2023.

INDUSTRIAIS, N. S. Isolamento Térmico Com Lã De Vidro. Disponível em: <<https://www.nipservicos.com.br/isolamento-termico-com-la-de-vidro>>. Acesso em: 7 out. 2023.

ITAMBÉ, C. Cingapura constrói prédio mais alto do mundo em pré-fabricado Cimento Itambé. Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/cingapura-constroio-predio-mais-alto-do-mundo-em-pre-fabricado/>>. Acesso em: 28 abr. 2023.

JORNAL CONEXÃO COMUNIDADE. Prefeito Topázio entrega escola mais rápida do Brasil, construída em 42 dias no Rio Vermelho. Disponível em: <<https://jornalconexao.com.br/2023/03/23/prefeito-topazio-entrega-escola-mais-rapida-do-brasil-construida-em-42-dias-no-rio-vermelho/>>. Acesso em: 28 mar. 2023.

Kingspan Isoeste | Conheça nossas soluções | Construindo o futuro. Disponível em: <<https://kingspan-isoeste.com.br/kingspan-isoeste/>>. Acesso em: 20 out. 2023.

LAGO, E. Você conhece o Cross Laminated Timber? Disponível em: <<https://urbembr.com/voce-conhece-o-cross-laminated-timber/>>. Acesso em: 3 nov. 2023.

LAMBERTS, Roberto. Desempenho Térmico de edificações Aula 9: Desempenho térmico de paredes e cobertura Unidade deportiva Atanasio Girardot -Medellín. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Aula-Desempenho%20termico%20paredes%20e%20coberturas.pdf>>. Acesso em: 3 nov. 2023.

LOURENÇO, M. DA C. Elaboração do custo unitário básico para o sistema construtivo de Light Steel Frame aplicado a uma residência unifamiliar. lume.ufrgs.br, 2018. 88 f. Trabalho de conclusão de curso de (Bacharelado - Engenharia civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/189394>>. Acesso em: 03 Junho 2023.

MEMBRANA HIDRÓFUGA WALWRAP. Disponível em: <<https://walsywa.com.br/produto/membrana-hidrofuga-walwrap/>>. Acesso em: 7 out. 2023.

MENDES, L. Placas de OSB – A versatilidade de um material moderno e barato. Disponível em: <<https://artedamarcenariamoderna.com.br/placas-de-osb-versatilidade-de-um-material-moderno-e-barato/>>. Acesso em: 9 out. 2023.

MOREIRA, Susanna. **Otimização e eficiência da construção modular em projetos de casas brasileiras** 21 Feb 2021. ArchDaily Brasil. Acesso em: 12 mar. 2023. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/957199/otimizacao-e-eficiencia-da-construcao-modular-em-projetos-de-casas-brasileiras>>. Acesso em: 02 mar. 2023.

PEREIRA, J. **O USO DA TECNOLOGIA DOS PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO NA CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL O PROJETO ARQUITETÔNICO DE UMA CASA POPULAR.** SANTANA-AP 2014 UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www2.unifap.br/arquitetura/files/2020/07/Pereira-2014-O-uso-da-tecnologia-dos-pre-fabricados-de-concreto.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2023.

Placa Cimentícia NTF Infibra. Disponível em: <<https://infibra.com.br/produto/placa-cimenticia-ntf-infibra/>>.

RETONDO, L. **Steel frame: o que é e como fazer?** Disponível em: <<https://construindocasas.com.br/blog/construcao/steel-frame/>>.

SAVASSI, Felipe. **CONSTRUÇÃO MODULAR** / Felipe Savassi, Carolina Ponce Chica. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil: CBCA, 2022. Disponível em: <<https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/biblioteca/>>. Acesso em: 24 de fev. 2023.

SILVEIRA, Alice de Almeida. **CONSTRUÇÃO MODULAR OFF-SITE NO BRASIL: DESAFIOS E REVISÃO DE CUSTOS.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/projpoli10035354.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2023.

Souza, Ana Luiza Duarte. **Unidades modulares flexíveis para trabalhos individuais e coletivos em espaços públicos em Ouro Preto-MG.** 2020. 74 f. Monografia (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2020. Disponível em: <<https://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/2851>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

Tubo Pex Água 20mm Amanco. Disponível em: <<https://www.tateti.com.br/produto/tubo-pex-agua-20-mm-100-metros-amanco/4755285>>. Acesso em: 7 out. 2023.

THOMAZ, A. C. **Membrana Hidrófuga: o que é, para que serve e como aplicar.** Disponível em: <<https://conteudo.espacosmart.com.br/membrana-hidrofuga-o-que-e-para-que-serve-e-como-aplicar/>>. Acesso em: 4 out. 2023.

