



A ESTRUTURA METÁLICA E A CONSTRUÇÃO
MODULAR COMO ELEMENTOS COMPONENTES
DE DESTAQUE NO PROJETO DE UMA
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR

HUDSON LOPES COELHO STOPPA

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VIÇOSA - UNIVIÇOSA
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

HUDSON LOPES COELHO STOPPA

**A estrutura metálica e a construção modular como elementos
componentes de destaque no projeto de uma residência unifamiliar**

VIÇOSA - MG
2024

HUDSON LOPES COELHO STOPPA

**A estrutura metálica e a construção modular como elementos
componentes de destaque no projeto de uma residência unifamiliar**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Centro Universitário de Viçosa – Univiçosa como
parte dos requisitos para a conclusão do curso de
graduação em Arquitetura e Urbanismo.
Orientador: Prof. Dr. Eraldo Coelho

VIÇOSA - MG
2024

HUDSON LOPES COELHO STOPPA

A ESTRUTURA METÁLICA E A CONSTRUÇÃO MODULAR COMO ELEMENTOS COMPONENTES DE DESTAQUE NO PROJETO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário de Viçosa – Univiçosa como parte dos requisitos para a conclusão do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo.

Aprovado em: 30/10/2024

Banca examinadora:

Profa. Dra. Márcia Maria Salgado Lopes - Centro Universitário de Viçosa - Univiçosa

Profa. Me. Lúcia Patrícia Monnerat - Centro Universitário de Viçosa - Univiçosa

Documento assinado digitalmente
 ERALDO COELHO
Data: 08/11/2024 15:47:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Eraldo Coelho
Orientador
Centro Universitário de Viçosa - Univiçosa

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, nesta grande realização, sinto mais do que nunca a falta da presença de vocês. Cada passo, cada desafio superado, foi moldado pelas lições que vocês me ensinaram e pelo amor incondicional que me deram. Geissiane, minha companheira que com todo carinho e paciência tornou-se a pessoa mais importante na minha vida. Expresso minha gratidão por tê-la ao meu lado, compartilhando cada momento. Joicidele e Marcos Filype, agradeço por todo o apoio e incentivo que me ofereceram ao longo dessa jornada. E não posso esquecer de mencionar minha fiel companheira de quatro patas. Zara trouxe ainda mais alegria e amor para nossas vidas.

Convido todos a compartilharem este momento de alegria e realização. Esta conquista é de todos que fizeram parte desta jornada.

“O que as pessoas não entendem é que a real beleza da arquitetura se dá na sua função e ao que ela abriga.”

Sú Franke

RESUMO

A utilização de estrutura metálica e construção modular em residências unifamiliares vem ganhando destaque devido às suas vantagens em termos de sustentabilidade, rapidez de construção e flexibilidade de design. O objetivo deste projeto foi analisar a integração desses dois elementos como componentes principais no projeto de uma residência unifamiliar. Além disso, questões relacionadas à padronização, personalização e adaptação dessas residências às diferentes regiões e contextos socioeconômicos também precisaram ser consideradas, sendo fundamental investigar e discutir os desafios técnicos, ambientais, sociais e econômicos. A pesquisa foi conduzida de forma exploratória, utilizando uma abordagem qualitativa, selecionando estudos de casos representativos para coleta de informações, além de revisão bibliográfica destacando os benefícios e desafios associados a essa abordagem. A seleção dos casos foi criteriosa, visando garantir a diversidade e a relevância das experiências investigadas. Os resultados da utilização de estruturas metálicas na construção de residências unifamiliares, combinados com a exploração da modulação, oferecem múltiplas vantagens. Entre elas, destacam-se a rapidez e a precisão na construção, a flexibilidade arquitetônica, a sustentabilidade e a resistência estrutural. A modulação amplifica esses benefícios ao padronizar e otimizar processos, resultando em construções mais eficientes e econômicas, decorrentes da eficiência na obra e redução de desperdícios. Em contrapartida, há desafios significativos, como a falta de mão de obra especializada, dificuldades logísticas no transporte dos módulos, aceitação cultural e a necessidade de uma equipe de projetos altamente qualificada. Esta equipe deve estar bem preparada para evitar erros de compatibilização entre projetos, que poderiam resultar em gastos desnecessários e inviabilizar a construção. Conclui-se que, com o planejamento adequado e colaboração entre engenheiros e arquitetos, a combinação de estrutura metálica e construção modular pode revolucionar o mercado de residências unifamiliares, promovendo soluções habitacionais mais sustentáveis e eficientes.

Palavras-chave: Estrutura metálica. Construção modular. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The use of steel structures and modular construction in single-family homes has gained prominence due to its advantages in terms of sustainability, speed of construction, and design flexibility. The objective of this project was to analyze the integration of these two elements as the main components in the design of a single-family residence. Additionally, issues related to standardization, customization, and the adaptation of these homes to different regions and socioeconomic contexts also needed to be considered, making it essential to investigate and discuss the technical, environmental, social, and economic challenges. The research was conducted in an exploratory manner, using a qualitative approach, selecting representative case studies for data collection, along with a literature review highlighting the benefits and challenges associated with this approach. The selection of cases was careful, aiming to ensure the diversity and relevance of the experiences investigated. The results of using steel structures in the construction of single-family homes, combined with the exploration of modularity, offer multiple advantages. These include speed and precision in construction, architectural flexibility, sustainability, and structural strength. Modularity amplifies these benefits by standardizing and optimizing processes, resulting in more efficient and cost-effective constructions, stemming from worksite efficiency and waste reduction. On the other hand, there are significant challenges, such as the lack of specialized labor, logistical difficulties in transporting modules, cultural acceptance, and the need for a highly qualified project team. This team must be well-prepared to avoid design incompatibility issues, which could lead to unnecessary expenses and make the construction unfeasible. It is concluded that, with proper planning and collaboration between engineers and architects, the combination of steel structures and modular construction can revolutionize the single-family home market, promoting more sustainable and efficient housing solutions.

Keywords: Metallic structure. Modular construction. Sustainability.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	11
3. OBJETIVOS	12
4. CONDICIONANTES	13
4.1 NORMAS DO CONTRAN E A VIABILIDADE LOGÍSTICA NA CONSTRUÇÃO MODULAR	14
4.1.1 TRANSPORTE E MODULAÇÃO	14
4.1.2 REGULAMENTAÇÃO	14
4.2 QUALIFICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO MODULAR	15
4.2.1 MÃO DE OBRA ESPECIALIZADA	15
4.3 CONSTRUÇÃO MODULAR E ALVENARIA DE VEDAÇÃO	15
4.3.1 STEEL FRAME	15
5. PROJETO	16
5.1 CONSTRUÇÃO MODULAR	16
5.1.1 CONCEITO DE CONSTRUÇÃO MODULAR	17
5.1.2 CLASSIFICAÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS MODULARES..	17
5.1.2.1 SISTEMAS MODULARES FECHADOS	17
5.2 ESCOLHA DO TERRENO	18
5.3 LEI DE REGULAMENTAÇÃO	19
5.4 ESTUDO SOLAR	19
5.5 CONCEITO	20
5.6 PARTIDO	20
5.7 PROGRAMA DE NECESSIDADES	21
5.8 PRÉ-DIMENSIONAMENTO	23
5.8.1 CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO	23
5.8.2 CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO AMPLIADO	30
5.8.3 CONJUNTO DE MÓDULOS DO SEGUNDO PAVIMENTO	34
5.9 PROPOSTA PROJETUAL	37
5.9.1 CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO	37
5.9.2 CONJUNTO DE MÓDULOS AMPLIADOS	38
5.9.3 PERSPECTIVA ISOMÉTRICA	39
5.10 ESTRUTURA	40
5.10.1 ESTRUTURA METÁLICA	40
5.10.2 STEEL FRAME	41
5.10.3 FECHAMENTO VERTICAL	42
5.10.3.1 REVESTIMENTO INTERNO	42
5.10.3.2 REVESTIMENTO EXTERNO	44
5.11 PISOS E LAJES	46
5.12 COBERTURA	47
5.13 PALETA DE CORES	48
5.14 SUSTENTABILIDADE	49
CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
APÊNDICES	53
ANEXOS	66

1. INTRODUÇÃO

O aço é um material utilizado pelo homem há mais de 4000 anos. Os primeiros artefatos e objetos fabricados com metais eram provenientes de meteoritos, encontrados pelo homem. São compostos por ligas de ferro, contendo aproximadamente 15% de níquel, que eram martelados para obtenção de pequenos objetos, placas e utensílios.

Mundialmente, a construção em aço surgiu na Inglaterra há cerca de 200 anos e desde então vem aprimorando sua tecnologia, contribuindo para o desenvolvimento do setor em todo o mundo. “Desde sua introdução no mercado, o uso do aço tem-se ampliado cada vez mais no setor da construção civil, consolidando conceitos como modulação, industrialização e montagem” (Castro, 2005, p. 20).

No Brasil, o uso do aço é relativamente recente, porém, tem avançado consideravelmente, tornando o setor da construção civil mais industrializado.

A partir do final do século XIX e início do século XX o aço passou a ser utilizado, ainda na forma de estruturas pré-fabricadas importadas para atender à demanda crescente no mercado da construção civil industrializada. Deste momento em diante, foram desenvolvidas diversas aplicações para o aço que variam desde as primeiras pontes metálicas até os mais modernos edifícios comerciais e residenciais, sendo utilizado cada vez mais na construção civil, possibilitando soluções arrojadas e eficientes para inúmeros tipos de obra.

Neste mesmo período, ocorre o desenvolvimento do setor siderúrgico e do aço no Brasil, que é uma parte importante da história industrial e econômica do país, seu início acontece por meio das primeiras indústrias siderúrgicas instaladas no território nacional, com a criação da Usina Siderúrgica Belgo-Mineira em Minas Gerais, bem como a Usina Siderúrgica Nacional (CSN) no estado do Rio de Janeiro.



Posteriormente, na quarta fase da industrialização nacional, compreendido entre 1950 e 1960, foram estabelecidas outras grandes siderúrgicas, como a Usiminas em Minas Gerais e a Cosipa em São Paulo, em resposta à crescente demanda por aço, contribuindo diretamente com o setor da construção civil e para a economia do país.

Nas últimas décadas, a construção civil utilizando estrutura metálica tornou-se um setor com grandes perspectivas de crescimento, resultado de investimentos em novas tecnologias e maquinários especializados.

O tipo de estrutura mais utilizado na construção civil no Brasil é o concreto armado, considerando suas funções principais, que é a de promover a sustentação e vedação, por meio da separação entre ambientes e também vedação do meio externo. Porém esta situação começa a mudar após projetistas considerarem o aço como uma nova possibilidade para impulsionar o mercado da construção civil, promovendo ganhos na criação dos projetos. Conforme afirma Castro (2005, p. 20), “é notório que por uma questão de escala os sistemas industrializados tenham melhor escoadouro¹ em edificações de maior porte, onde a padronização e repetição de materiais diluem mais facilmente os custos de fabricação”.

A busca por soluções habitacionais inovadoras e sustentáveis tem ganhado destaque no contexto atual da construção civil global. Nesse cenário, as residências unifamiliares modulares construídas com estrutura metálica emergem como uma alternativa promissora, capaz de atender às demandas por eficiência, rapidez e flexibilidade na construção de habitações. Outro fator importante é quanto a sua mobilidade, ou seja, as residências modulares podem ser projetadas para serem facilmente desmontadas, transportadas e montadas em diferentes locais, o que oferece uma maior versatilidade em termos de mobilidade e uso da propriedade. Isso pode ser particularmente útil em situações onde o deslocamento é necessário, como projetos de construção temporária ou para indivíduos que desejam ter a capacidade de se mudar, oferecendo uma alternativa viável e eficiente para as necessidades de moradia em diversos contextos.

¹Estrutura ou dispositivo projetado para escoar água ou outros líquidos de uma determinada área.

Complementarmente, a modularidade oferece a possibilidade de pré-fabricação de componentes em ambiente controlado, o que não apenas reduz custos e prazos de construção, mas também promove um maior controle de qualidade. Além disso, a utilização de estruturas metálicas confere leveza, resistência e durabilidade às edificações, tornando-as adequadas a diversas condições climáticas e configuração de ambientes.

O propósito deste projeto foi explorar as vantagens do emprego de estruturas metálicas na concepção de residências modulares, proporcionando benefícios em comparação com o método construtivo convencional no Brasil, baseado em concreto armado (Figura 1). Este enfoque promove a redução de resíduos, aproveita a modularidade e aumenta a eficiência na construção da edificação.

Por fim, este trabalho buscou contribuir para o conhecimento e a disseminação de práticas construtivas inovadoras que possam promover o desenvolvimento sustentável do setor habitacional, oferecendo soluções que atendam às demandas contemporâneas por habitações eficientes, econômicas e adaptáveis às necessidades dos seus usuários.

Figura 1: Projeto empregando estruturas metálicas em residência modular



Fonte: Autor (2024)

2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A crescente demanda por habitação tem impulsionado o desenvolvimento de novas tecnologias e métodos construtivos, entre os quais se destaca a construção de residências unifamiliares modulares utilizando estrutura metálica (Figura 2). Embora essa abordagem apresente vantagens como rapidez na construção e redução de resíduos, ainda existem desafios significativos a serem enfrentados.

Entre as questões a serem respondidas, apresenta-se: Como garantir o conforto térmico e acústico em um contexto de estrutura metálica, considerando as variações climáticas e as necessidades específicas dos moradores? E, qual o impacto ambiental da produção e utilização de estruturas metálicas em comparação com métodos construtivos tradicionais?

Além disso, questões relacionadas à padronização, personalização e adaptação dessas residências às diferentes regiões e contextos socioeconômicos também precisam ser consideradas. Portanto, é fundamental investigar e discutir os desafios técnicos, ambientais, sociais e econômicos envolvidos na construção de residências unifamiliares modulares com estrutura metálica, visando contribuir para o avanço e aperfeiçoamento dessa prática construtiva.

Diante disso, a construção de residências unifamiliares modulares com estrutura metálica pode ser uma solução viável e sustentável para atender à demanda por habitação, desde que sejam adotadas medidas eficazes para garantir a eficiência energética², o conforto térmico e a adaptação às condições climáticas locais. A utilização de tecnologias e materiais inovadores, juntamente com práticas de projeto personalizado e flexível, pode minimizar os impactos ambientais e sociais, além de proporcionar uma alternativa econômica e acessível para diferentes contextos de moradia. No entanto, é necessário um estudo aprofundado dos métodos construtivos, materiais utilizados, sistemas de isolamento térmico e ventilação, bem como uma avaliação criteriosa do ciclo de vida das estruturas metálicas, para garantir sua sustentabilidade ao longo do tempo e em diferentes cenários urbanos e rurais.

²Uso racional de energia em edifícios e infraestruturas durante seu projeto, construção e operação.

Figura 2: Projeto de construção modular projetado pela empresa Metal Park



Fonte: Metal Park (2024)

3. OBJETIVOS

OBJETIVOS GERAIS

Elaboração de uma proposta de edificação unifamiliar modular construída utilizando estrutura metálica, com a aplicação de materiais que propiciem o conforto térmico e acústico da construção.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Diante do objetivo geral proposto, o projeto visou:

- Analisar a topografia³ do terreno para implantação da edificação;
- Fazer o estudo solar e de ventos dominantes, buscando proporcionar o conforto térmico adequado para a edificação;
- Pesquisar materiais de baixo custo sem comprometer a eficiência, assegurando o conforto térmico para a concepção da vedação, laje, telhado, etc.;
- Destacar os benefícios na concepção de edificações modulares com estrutura metálica, evidenciando a rapidez na construção, economia na fundação e redução de resíduos no canteiro de obras;
- Criar uma edificação explorando a modulação e a estrutura metálica;
- Apresentar um anteprojeto arquitetônico contendo planta de situação, planta de implantação, planta baixa dos pavimentos, planta de layout, cortes longitudinais e transversais, planta de cobertura e fachadas;
- Criar imagens renderizadas para melhor compreensão da edificação.

³Estudo e mapeamento do terreno onde será realizado o projeto de construção.

4. CONDICIONANTES

Ao se tratar da construção modular, é fundamental considerar os desafios que envolvem a logística e a qualificação da mão de obra, pois a falta de planejamento adequado no transporte dos módulos pode tornar o processo inviável, especialmente em regiões de difícil acesso. Além disso, a escassez de profissionais especializados na produção e instalação dos módulos pode comprometer a qualidade e segurança da construção (Figuras 3 e 4), exigindo um treinamento específico e padronizado. Outro ponto importante é a falta de conhecimento sobre o método, que gera preconceitos infundados quanto à resistência, isolamento e conforto das edificações modulares.

Figura 3: Módulo sendo içado



Fonte: Make Home (2024)

Figura 4: Módulos sendo içados com segurança



Fonte: Make Home (2024)

4.1 NORMAS DO CONTRAN E A VIABILIDADE LOGÍSTICA NA CONSTRUÇÃO MODULAR

Apesar de todas as vantagens identificadas nesta pesquisa, percebe-se ainda que a construção modular enfrenta alguns obstáculos para consolidar-se como um método construtivo consistente no mercado da construção civil no Brasil.

Uma delas é quanto a dificuldade de transporte para algumas regiões, tornando a logística em alguns casos inviável. Segundo Rodrigues (2021, p. 7) “(...) uma análise criteriosa de viabilidade, acerca da operação de logística, precisa ser realizada, considerando os obstáculos que deverão ser vencidos, até a chegada e instalação dos Módulos, na obra”. Portanto, é essencial realizar uma inspeção técnica na obra e em todo o percurso, garantindo o cumprimento de todas as exigências legais e o planejamento de um transporte seguro e viável (Figura 5).

4.1.1 TRANSPORTE E MODULAÇÃO

Aspectos como o transporte e a configuração dos módulos são considerados com base na facilidade de acesso e na logística do local, bem como na disponibilidade e na distância das fábricas, e nos custos associados. A rota precisa ser cuidadosamente avaliada, levando em conta obstáculos como árvores, cabos suspensos, curvas e inclinação das estradas, portões de condomínios, postes, passagens elevadas e quaisquer outros elementos que possam impedir o acesso a equipamentos maiores, como caminhões e guindastes.

Figura 5: Casa modular sendo içada



Fonte: Conexão Decor (2018)

Além de garantir o acesso ao terreno, é fundamental planejar a área de manobra e posicionamento dos equipamentos, de modo a permitir que os módulos sejam entregues, descarregados, movimentados e posteriormente içados e acoplados com facilidade, evitando transtornos e despesas desnecessárias na hora da sua implantação.

4.1.2 REGULAMENTAÇÃO

É relevante destacar que todas as regulamentações referentes ao transporte de cargas são estabelecidas pelo Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN. Segundo o órgão, as dimensões máximas de largura permitidas de cargas em vias urbanas é de 2,60m. Savassi e Ponce Chica (2022, p. 58) esclarecem que “caso a largura tenha medidas superiores existem duas condições para o transporte: entre 2,60m e 3,20m é possível solicitar autorização especial para circulação e entre 3,20 e 4m de largura é necessário uso de batedores/escolta.

Sobre a altura dos módulos o CONTRAN também estipula que cargas em vias urbanas devem possuir altura de até 4,40m. Considerando a altura padrão de uma carreta - 1,20m - é possível que o módulo possua 3,20m de altura limite. Porém, utilizando uma carreta rebaixada, cuja altura é de 0,90m podemos aumentar a altura do módulo para 3,60m (Savassi e Ponce Chica, 2022, p. 58 e 59).

Considerando essas informações, torna-se viável desenvolver módulos flexíveis para o seu projeto, desde que as restrições logísticas sejam devidamente respeitadas, ajudando financeiramente o cliente para tornar a construção viável.

4.2 QUALIFICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO MODULAR

Outro desafio da construção modular é a necessidade de uma mão de obra especializada para a produção, transporte e instalação dos módulos. Como esse método difere da construção tradicional, há escassez de profissionais qualificados, o que exige da indústria o treinamento adequado das equipes e a padronização dos processos. Isso é crucial para garantir a segurança e qualidade das obras, além de atender às normas específicas do setor.

4.2.1 MÃO DE OBRA ESPECIALIZADA

Outro desafio é quanto à necessidade de uma mão de obra especializada para a confecção dos módulos. Rodrigues (2021, p. 8) comenta:

A indústria precisa treinar uma equipe para produzir, transportar e instalar os Módulos, obedecendo a todas as regras de segurança e garantindo o padrão de qualidade de cada um dos elementos da construção. Por se tratar de uma construção que difere da construção tradicional, há pouca mão de obra com esta qualificação, conferindo à indústria a responsabilidade e necessidade de padronizar os processos, montar e treinar a equipe.

Portanto, um desafio premente na construção modular é a escassez de conhecimento sobre o tema, resultando em preconceitos infundados em relação ao método, questionando aspectos construtivos como isolamento, resistência, conforto e até mesmo a viabilidade de uma construção segura utilizando esse processo.

4.3 CONSTRUÇÃO MODULAR E ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Um dos desafios da alvenaria de vedação na construção modular é garantir a eficiência e a integração dos sistemas, uma vez que a alvenaria pode ser mais pesada e exigir mais tempo de execução em comparação com métodos mais leves. Isso pode impactar a rapidez da montagem e aumentar os custos, além de demandar mão de obra especializada para assegurar a qualidade da obra.

4.3.1 STEEL FRAME

O uso do *steel frame*, por outro lado, oferece uma solução vantajosa. Com sua estrutura leve e resistente, o *steel frame* (Figura 6) permite uma instalação mais rápida e simplificada, além de facilitar a aplicação de diferentes tipos de vedação, incluindo a alvenaria. Essa combinação não apenas otimiza o tempo de construção, mas também melhora o desempenho térmico e acústico das edificações, resultando em ambientes mais confortáveis e seguros. A sinergia entre a alvenaria de vedação e o *steel frame* na construção modular promove eficiência e qualidade, superando os desafios enfrentados por métodos tradicionais.

Figura 6: Perfil Steel Frame



Fonte: DryAll (2024)

5. PROJETO

5.1 CONSTRUÇÃO MODULAR

A construção modular tem um contexto histórico que se estende desde a antiguidade, com a implementação do conceito em diferentes culturas e épocas. Conforme Savassi e Ponce Chica (2022, p. 8) “a construção modular não é um sistema recente, contrariando o senso comum, seus primeiros registros datam de 1833 com a construção da Igreja de Santa Maria em Chicago (Figura 7 e Figura 8)”.

Figura 7: Igreja Santa Maria em Chicago, que foi montada e desmontada 3 vezes



Fonte: Pré Fabricado Steel Frame (2011)

Figura 8: Igreja Santa Maria em Chicago, que foi montada e desmontada 3 vezes



Fonte: Pré Fabricado Steel Frame (2011)

Rodrigues (2021, p. 2) defende que a construção modular se iniciou por volta de 1956, quando Malcom McLean, dono de uma grande empresa de caminhões nos Estados Unidos, percebeu a ineficiência na transferência de cargas entre caminhões e navios nos portos. Ele viu uma oportunidade de padronizar esse processo, resultando no desenvolvimento de contêineres para reduzir desperdícios de tempo, materiais e mão de obra no transporte de cargas.

Rodrigues (2021, p.2) complementa:

Posterior à implantação do uso de contêineres no transporte de mercadorias, observou-se que eles poderiam ter outras utilidades, como, por exemplo, a de moradia, servindo de abrigo provisório para a população que sofrera com desastres naturais e atentados. Então, Phillip Clark registrou, no final da década de 80, a patente da ideia de casas-contêineres. Segundo ele, contêineres seriam a perfeita matéria prima para a construção de casas modulares e o conceito de construção modular atual evoluiu a partir do uso de contêiner metálico empregados no transporte de cargas. E assim, essa solução alternativa de habitação modular, mesmo que provisória, tem sido utilizada já há alguns anos, na Europa, América do Norte e Japão. A partir de então, outros processos de se edificar, por meio de módulos, surgiram como alternativa ao processo convencional, agregando tecnologia, velocidade de execução e redução de custo.

5.1.1 CONCEITO DE CONSTRUÇÃO MODULAR

O sistema construtivo modular é um método em que os componentes de um edifício são pré-fabricados em módulos em uma fábrica e depois montados no local. Cada módulo é fabricado de acordo com medidas padronizadas e pode incluir elementos estruturais, como paredes, lajes, vigas e pilares, além de elementos não estruturais, como instalações elétricas, hidráulicas e acabamentos.

Savassi e Ponce Chica (2022, p. 10) complementa:

A Arquitetura e Construção Modular se destacam pelo fato de ser realizada offsite, ou seja, fora do canteiro de obra, em um ambiente controlado, com alta precisão, diminuição do desperdício através de um processo construtivo enxuto e eficaz que proporciona uma diminuição de prazo e potencial redução dos custos.

Conforme Savassi e Ponce Chica (2022, p. 10) “alguns conceitos podem ser ligados e se destacam na construção modular como adaptabilidade, flexibilidade, versatilidade, efemeridade, previsibilidade, rapidez, sustentabilidade, tecnologia, automação e tecnologia”.

Quanto ao design, existem várias possibilidades na construção modular, uma vez que permite a combinação de diferentes materiais, como aço, madeira e concreto, e diversas abordagens construtivas, podendo resultar em estruturas temporárias ou permanentes.

Desta forma, “a construção modular procura a racionalização de materiais e processos, com a standardização dimensional, procurando a eficiência construtiva desde o fabrico até à sua montagem no local” Freitas (2014, p. 49).

5.1.2 CLASSIFICAÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS MODULARES

É crucial examinar algumas classificações dos sistemas construtivos modulares para compreendermos os princípios fundamentais aplicados neste estudo. Esta referência é a classificação proposta por Lawson (2007), a qual identifica os seguintes sistemas abaixo.

5.1.2.1 Sistemas modulares fechados

Caracterizado pelo seu grau de pré-fabricação e padronização, existe pouco espaço a alterações de funcionalidade no seu interior, bem como à modificação do seu aspecto exterior. São geralmente módulos bastante uniformes que podem ser montados e acoplados promovendo algumas variações arquitetônicas de grande impacto (Figuras 9 e 10).

Figura 9: Edificação com sistema modular fechado 1



Fonte: G1 (2023)

Figura 10: Edificação com sistema modular fechado 2

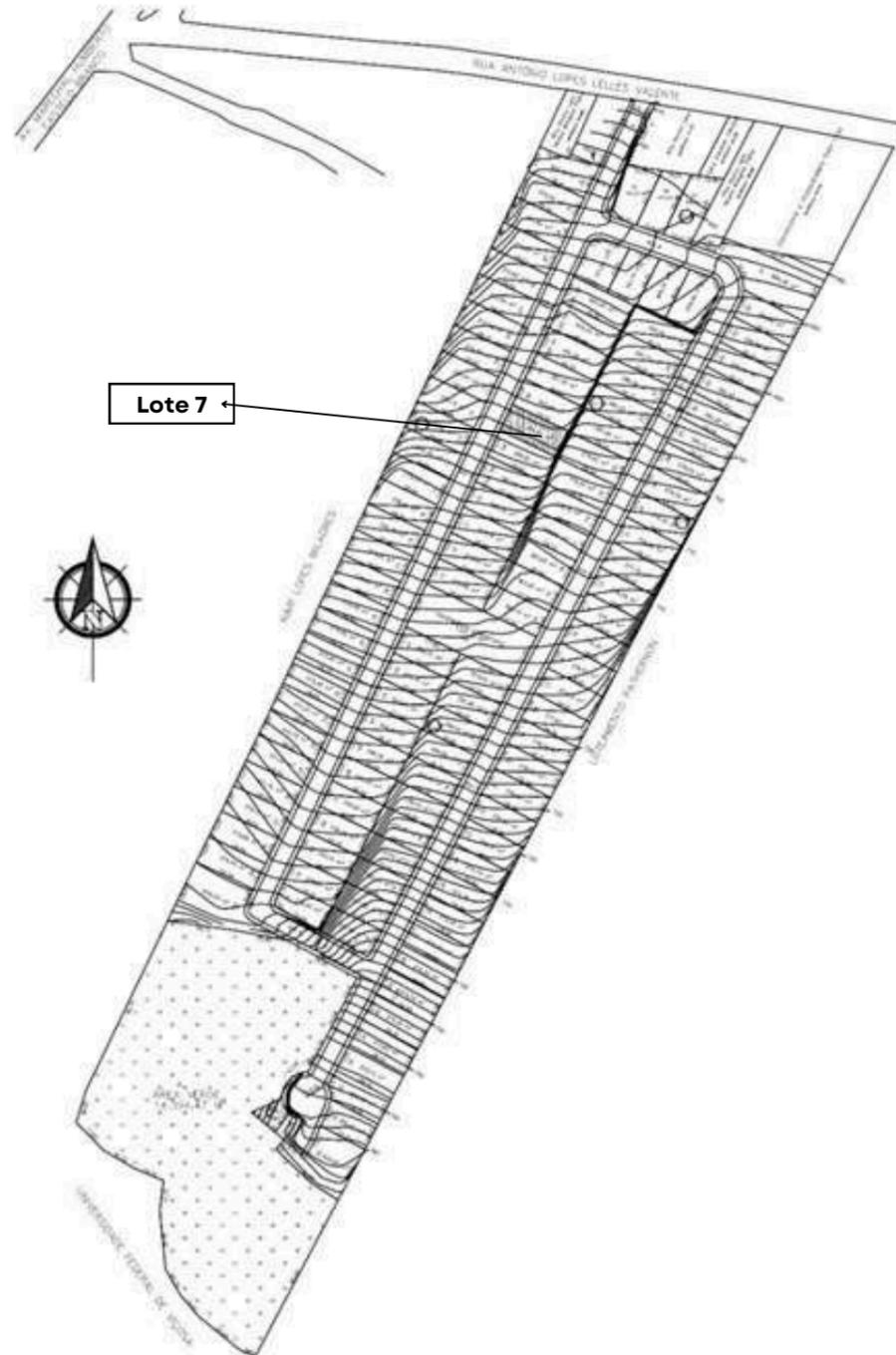


Fonte: G1 (2023)

5.2 ESCOLHA DO TERRENO

O terreno selecionado localiza-se no loteamento Residencial Green Vile, situado na Rua Antônio Lopes Lelles, Bairro Santo Antônio, Viçosa-MG (Figura 11).

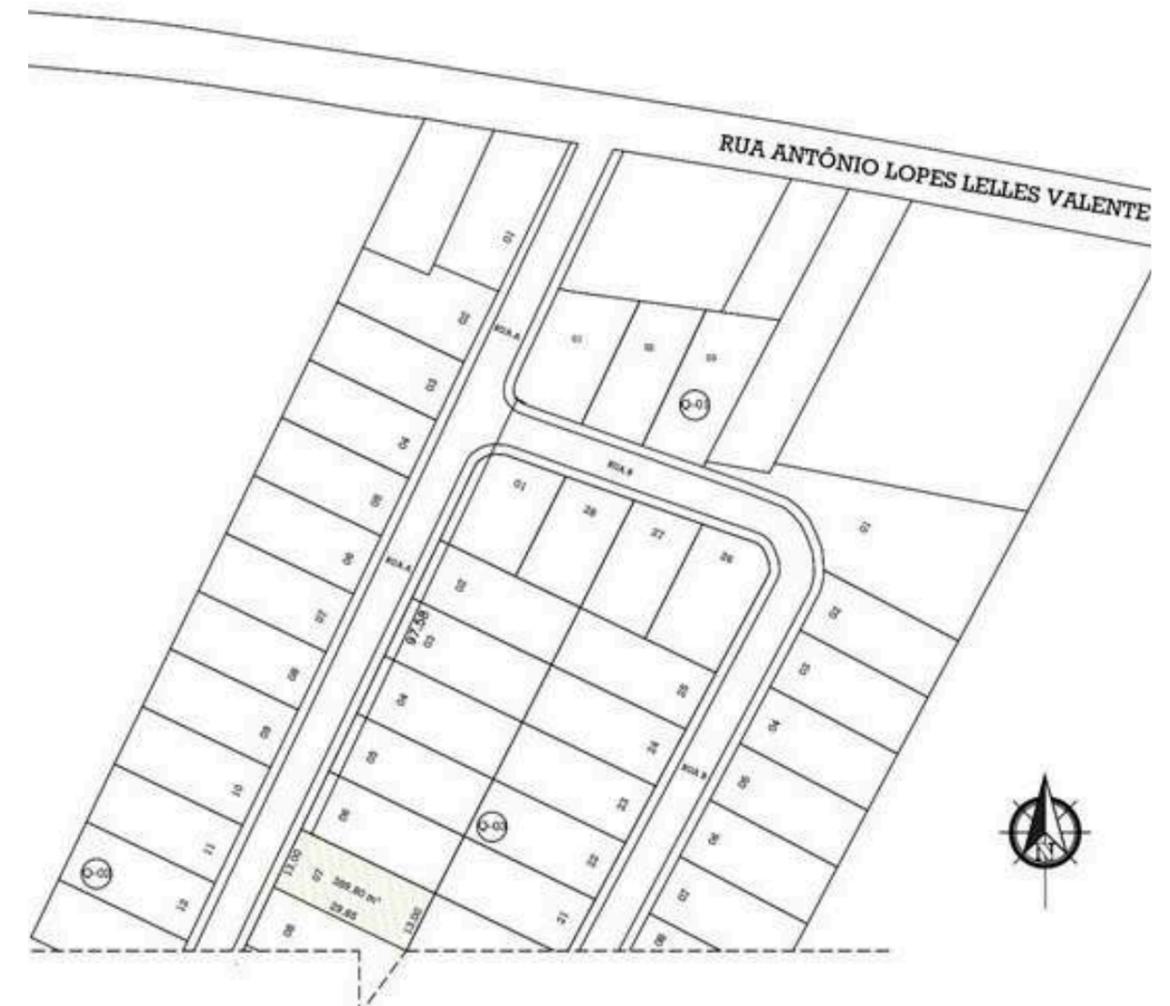
Figura 11: Planta baixa loteamento Residencial Green Vile



Fonte: Acervo pessoal (2023)

O loteamento possui uma área total de 71.475,33 m², dispondo de 121 lotes que são distribuídos em 5 quadras. O lote escolhido para a implantação do projeto situa-se na rua A, número 7 da quadra Q-03 (Figura 13). O terreno possui uma área total de 389,80 m², com 13 metros de frente e de fundos e 29,85 metros na lateral esquerda e 30,10 metros na lateral direita (Figura 12).

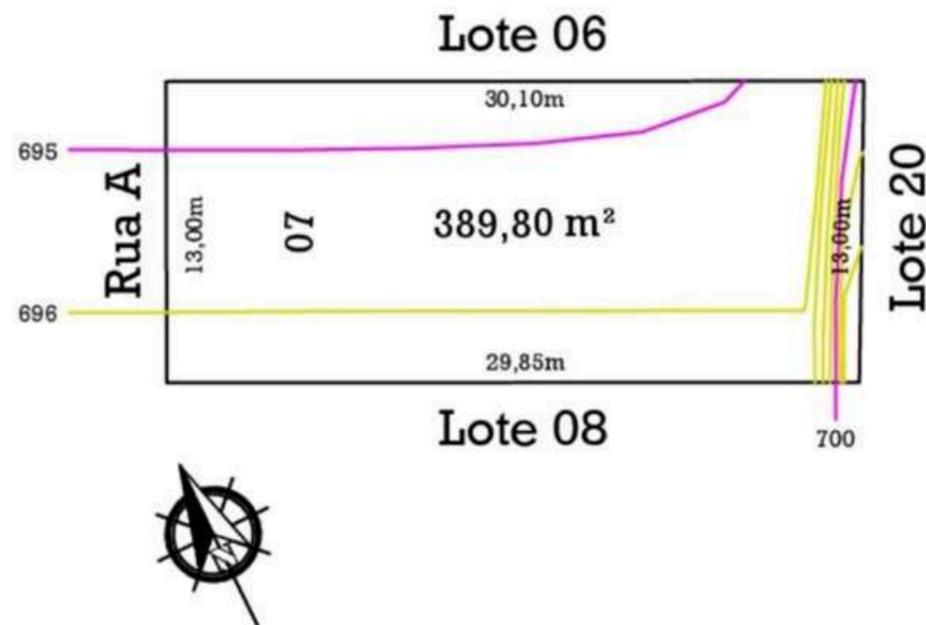
Figura 12: Lote escolhido para o projeto



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O lote 7 foi escolhido devido à sua topografia em auge, com um desnível de apenas dois metros ao longo de sua extensão longitudinal. Embora a parte posterior do terreno apresente um desnível acentuado de cinco metros em um curto intervalo, essa área será utilizada para desenvolvimento de uma área verde, visando a manutenção da vegetação local, buscando uma arquitetura mais integrada com o entorno imediato (Figura 13).

Figura 13: Planta do lote 7, quadra Q-03



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

5.3 LEI DE REGULAMENTAÇÃO

LEI 1.420/2000, Art. 31 a 34 / DA ORGANIZAÇÃO DO TERRITÓRIO:

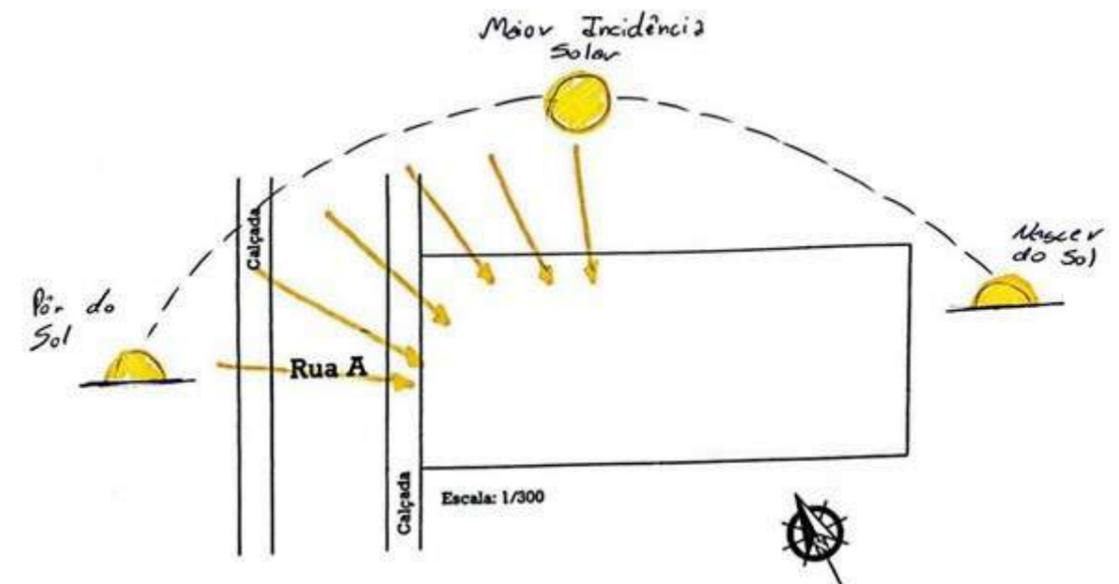
- Zona Residencial 1;
- Máximo de pavimentos 7;
- Taxa de Permeabilização mínima de 20% / 169,36 m² (33,87%);
- Taxa de Ocupação Máxima 80% (garagem e comercial) e 60% (demais pavimentos) / 150,00m² (38,48%);
- Coeficiente de aproveitamento 2,6 (0,39);

5.4 ESTUDO SOLAR

Para garantir que a residência seja implantada corretamente no lote, o estudo solar é essencial devido aos múltiplos benefícios que o conforto térmico pode proporcionar. Um bom aproveitamento da luz solar pode reduzir significativamente o consumo de energia ao diminuir a necessidade de iluminação artificial e aquecimento. Além disso, o controle da temperatura interna é facilitado com o planejamento adequado de aberturas e sombreamentos, permitindo manter a temperatura confortável ao longo do ano e minimizando o uso de aquecedores e condicionadores de ar. Por fim, a ventilação natural é um aspecto crucial: a orientação adequada das janelas e aberturas pode promover a ventilação cruzada, melhorando o conforto térmico sem a necessidade de sistemas mecânicos.

Diante do exposto, foi elaborado um croqui esquemático para compreender como o sol incidirá sobre o lote escolhido (Figura 14).

Figura 14: Croqui de estudo solar



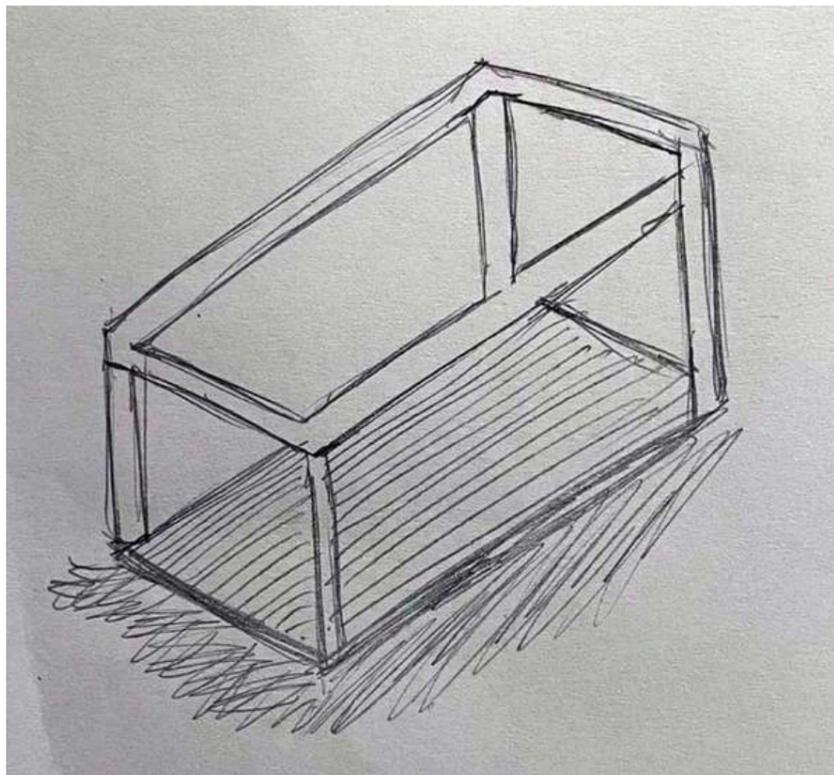
Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

5.5 CONCEITO

O conceito proposto se inspira em uma abordagem modular, em que cada unidade se apresenta como um “caixote” retangular, formando volumes de caráter industrial e funcional (Figura 15). Cada módulo é projetado para ser autossuficiente e adaptável, oferecendo flexibilidade tanto em sua organização interna quanto na possibilidade de expansão futura. A conexão entre os módulos permite criar layouts variados, que se ajustam às necessidades dos moradores, promovendo uma arquitetura que evolui com o tempo.

O projeto adota uma abordagem que permite a expansão e reconfiguração dos módulos, o que evita reformas extensas e possibilita um crescimento eficiente ao longo do tempo. A residência pode ser verticalizada por meio de um módulo específico para a caixa de escada, que facilita a adição de novos pavimentos conforme necessário (Figura 16).

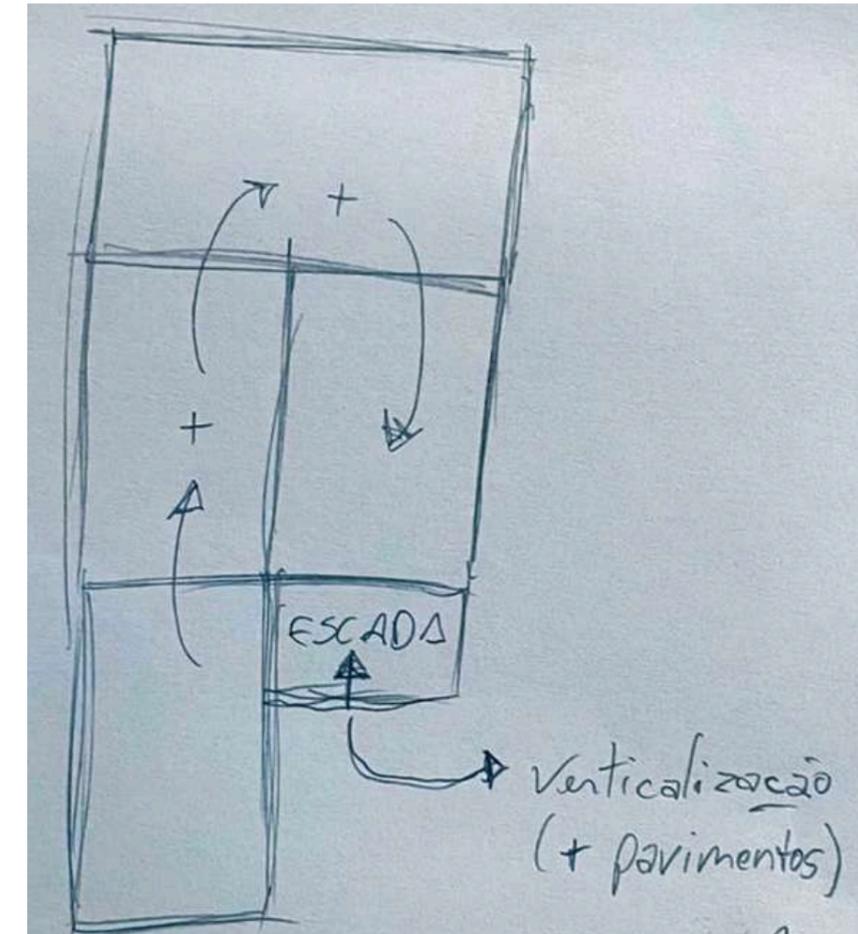
Figura 15: Croqui elaborado para expôr a ideia do conceito



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

5.6 PARTIDO

Figura 16: Conjunto de módulos unidos extraídos da ideia do conceito



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

5.7 PROGRAMA DE NECESSIDADES

O programa de necessidades para o projeto de uma residência unifamiliar, construída com estrutura metálica e que empregue a modulação, deve atender aos critérios mínimos de uma habitação convencional, além de ser flexível para acomodar diferentes estilos de vida e preferências pessoais.

Diante disso, foram elaborados módulos que atendem a necessidade de uma futura expansão vertical da edificação, permitindo acomodar um número maior de moradores caso seja necessário, proporcionando um ambiente confortável, funcional e agradável.

As tabelas 1, 2 e 3, detalham os ambientes propostos para cada módulo, sendo identificados como “Conjunto de Módulos do Térreo” e também os módulos para expansão, denominados “Conjunto de Módulos do Térreo Ampliado e ”Conjunto de Módulos do 2º Pavimento Ampliado”.

Torna-se importante ressaltar, que o “Conjunto de Módulos do Térreo”, que na sua primeira versão contempla todos os ambientes necessários à habitação, em caso de expansão, torna-se o “Conjunto de Módulos do Térreo Ampliado”, o qual é complementado pelo “Conjunto de Módulos do Segundo Pavimento Ampliado”.

A conformação modular do projeto busca atender às necessidades básicas de habitação e possibilitar expansões futuras, oferecendo flexibilidade para adaptação a diferentes estilos de vida. A estrutura modular facilita a construção, tornando-a mais rápida e econômica, enquanto a expansão vertical permite otimizar o uso do terreno, preservando espaço que poderá ser utilizado para áreas verdes.

Para a área externa da casa, foi desenvolvido um projeto de paisagismo voltado para intensificar a conexão com a natureza e promover o bem-estar dos usuários, em harmonia com os princípios da biofilia.

Tabela 1: Programa de necessidades para o conjunto de módulos do térreo

CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO		
DESCRIÇÃO	AMBIENTE	QTDE. DE MÓDULOS UTILIZADOS
Módulo 1	Sala de Estar	1
	Sala de Jantar	1
Módulo 2	Cozinha	1
	Lavanderia	1
Módulo 3	Quarto Suíte	1
	Banheiro	1
Módulo 4	Quarto	1
	Depósito	1
	Banheiro Social	1
Módulo Garagem	Garagem	2
Módulo Caixa D'água	Cobertura	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Tabela 2: Programa de necessidades para o conjunto de módulos do térreo ampliado

CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO AMPLIADO		
DESCRIÇÃO	AMBIENTE	QTDE. DE MÓDULOS UTILIZADOS
Módulo 1	Sala de Estar	1
	Sala de Jantar	1
Módulo 2	Cozinha	1
	Lavanderia	1
Módulo 3	Escritório	1
	Banheiro	1
	Lavabo Externo	1
Módulo 4	Quarto	1
	Depósito	1
	Banheiro Social	1
Módulo Escada	Escada	1
Módulo Garagem	Garagem	2

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Tabela 3: Programa de necessidades para o conjunto de módulos do segundo pavimento ampliado

CONJUNTO DE MÓDULOS DO SEGUNDO PAVIMENTO AMPLIADO		
DESCRIÇÃO	AMBIENTE	QTDE. DE MÓDULOS UTILIZADOS
Módulo 1	Quarto Suíte 1	1
	Banheiro 1	1
Módulo 2	Quarto Suíte 2	1
	Banheiro 2	1
	Circulação (Escada)	1
Módulo Caixa D'água	Cobertura	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

5.8 PRÉ-DIMENSIONAMENTO

5.8.1 CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO

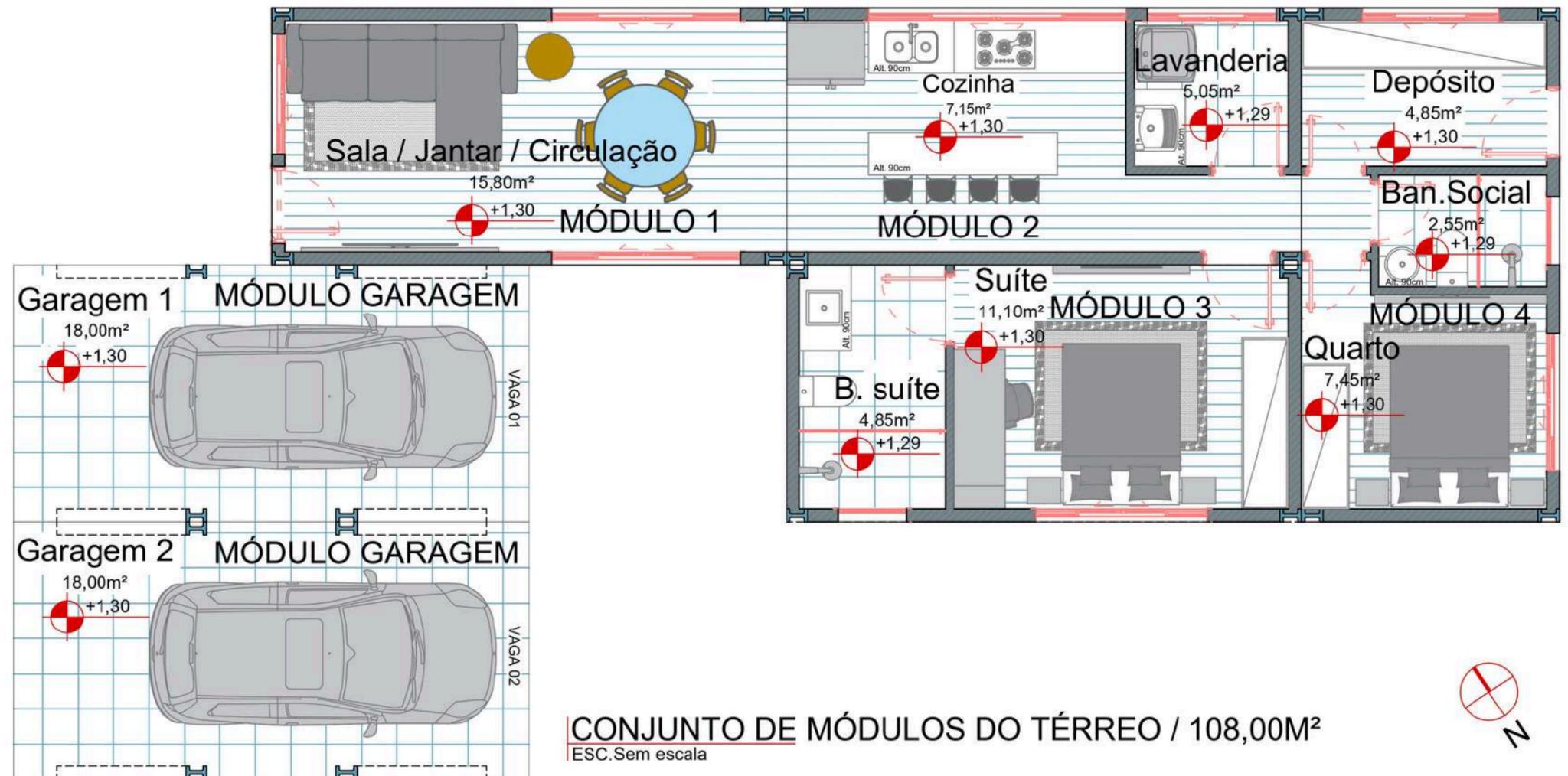
Todos os módulos habitacionais, identificados como 1 a 4, bem como o módulo destinado à garagem, possuem dimensões uniformes de 6x3 metros, resultando em uma área de 18m², garantindo assim a padronização de seus tamanhos. Dois módulos diferente da dimensão de 6x3, o primeiro é o módulo da escada, cujas dimensões são de 3x2 metros, totalizando 6m² e o módulo de caixa d'água possui a dimensão de 3x3, totalizando 9m². Para o módulo da garagem, optou-se pela utilização de duas unidades com dimensões de 6x3 metros, em razão da metragem usualmente necessária para o estacionamento de dois veículos, representados através das Tabelas 4, 5 e 6 respectivamente.

Tabela 4: Especificação da área total em m² do conjunto de módulos do térreo

CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO		
DESCRIÇÃO	AMBIENTE	ÁREA TOTAL (M ²)
Módulo 1	Sala de Estar	5,40
	Sala de Jantar	5,15
Módulo 2	Cozinha	7,15
	Lavanderia	5,05
Módulo 3	Quarto Suíte	11,10
	Banheiro	4,85
Módulo 4	Quarto	7,45
	Depósito	4,85
	Banheiro Social	2,55
Módulo Garagem	Garagem	18,00
Módulo Caixa D'água	Cobertura	9,00

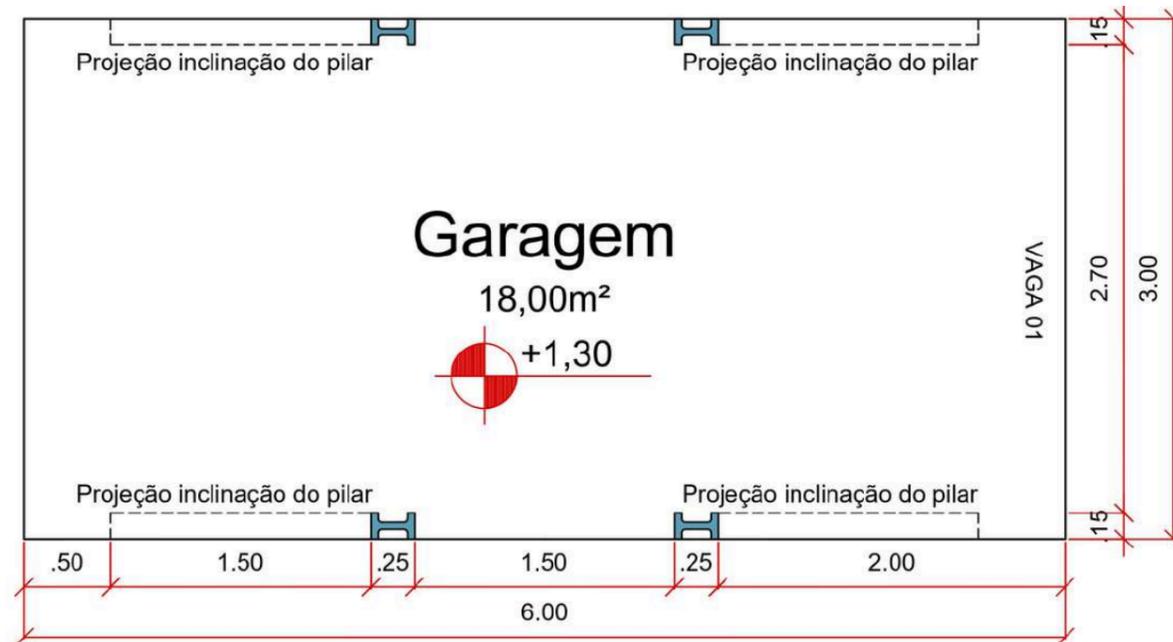
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 17: Planta utilizada para proposta do conjunto de módulos do térreo



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

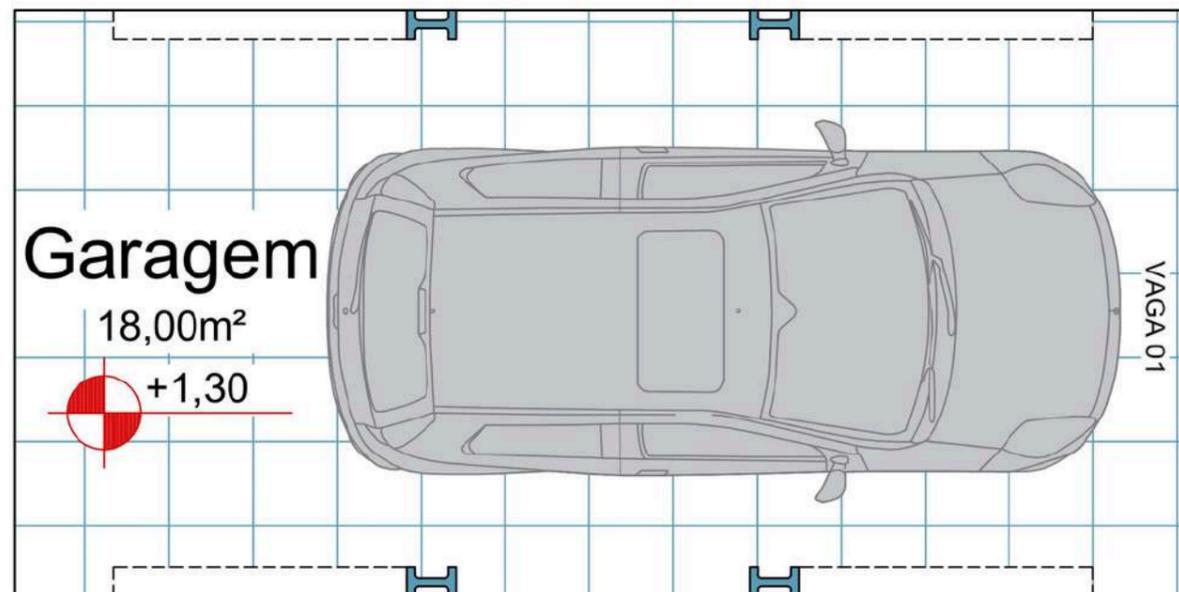
Figura 18: Planta técnica módulo garagem



PLANTA TÉCNICA MÓDULO GARAGEM / 18,00M²
ESC.Sem escala

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 19: Planta layout módulo garagem



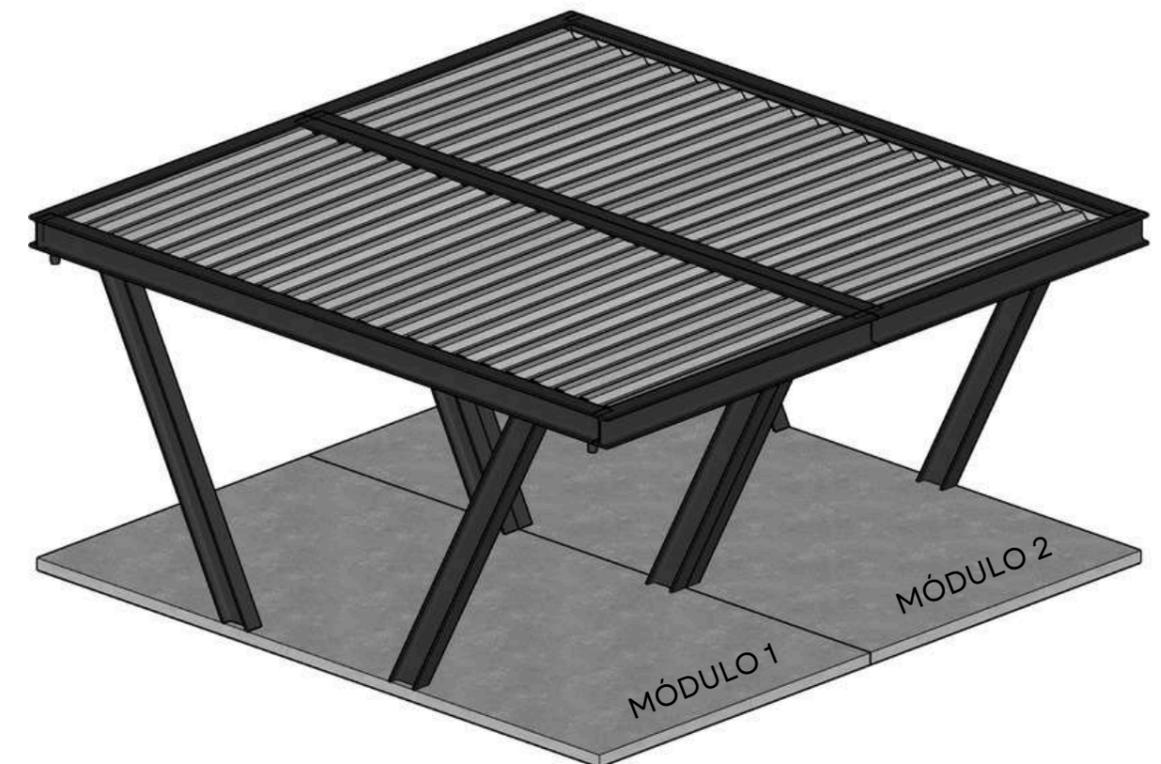
PLANTA LAYOUT MÓDULO GARAGEM / 18,00M²
ESC.Sem escala

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

O módulo de garagem foi projetado para acomodar um veículo, com uma área de 18 m² e dimensões de 6x3 metros.

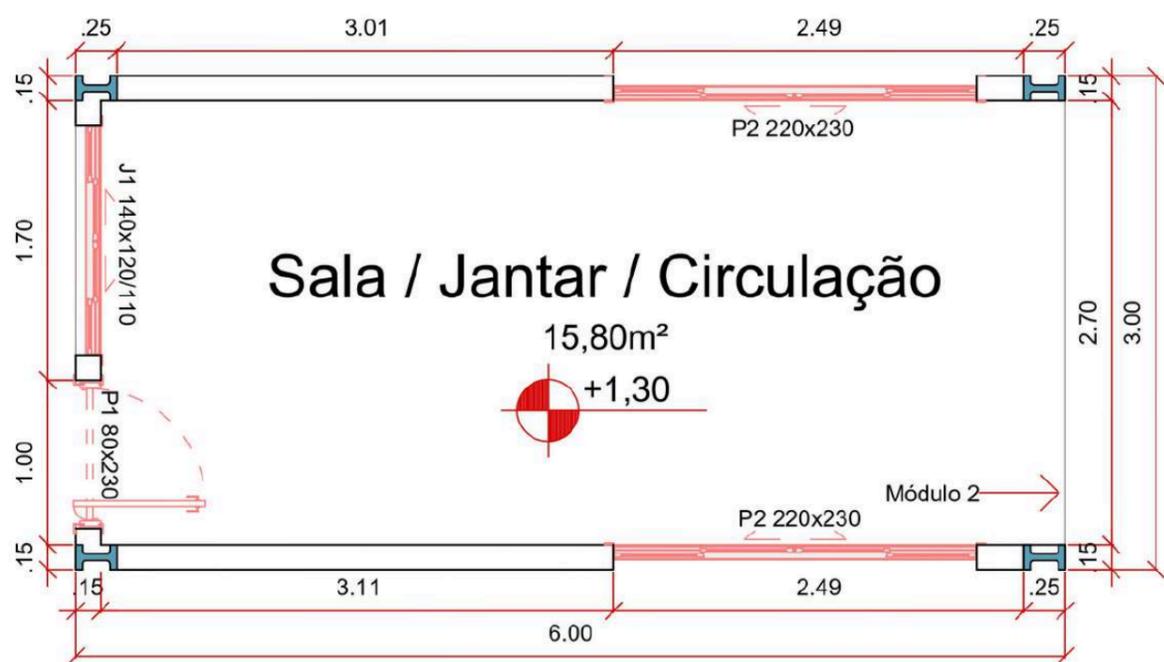
Sua estrutura foi cuidadosamente planejada para permitir a expansão, possibilitando a adição de novas vagas ao lado do original, de forma prática e eficiente, caso seja necessário aumentar a capacidade de garagem da residência (Figura 20).

Figura 20: Perspectiva dos módulos de garagem unidos



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

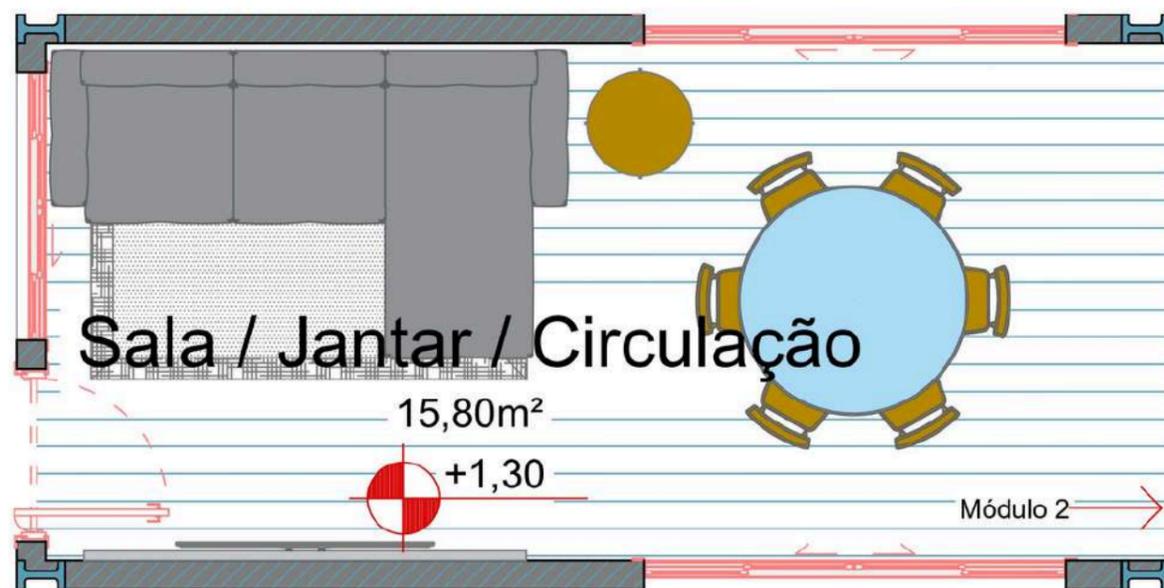
Figura 21: Planta técnica módulo 1



PLANTA TÉCNICA - MÓDULO 1 / 18,00M²
ESC.Sem escala

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

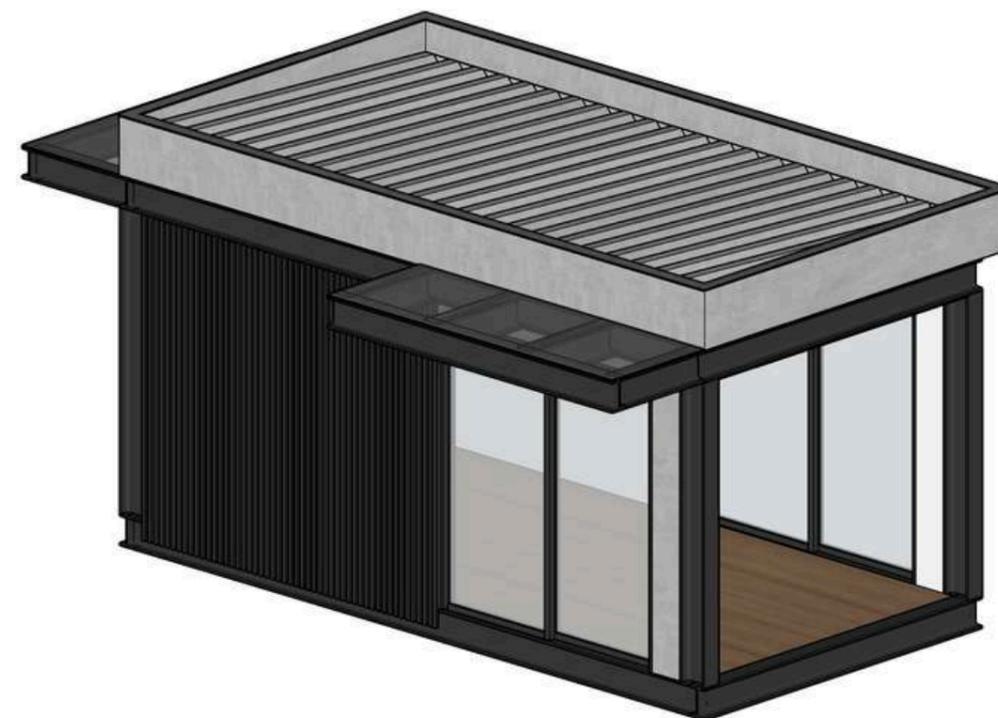
Figura 22: Planta layout módulo 1



PLANTA LAYOUT - MÓDULO 1 / 18,00M²
ESC.Sem escala

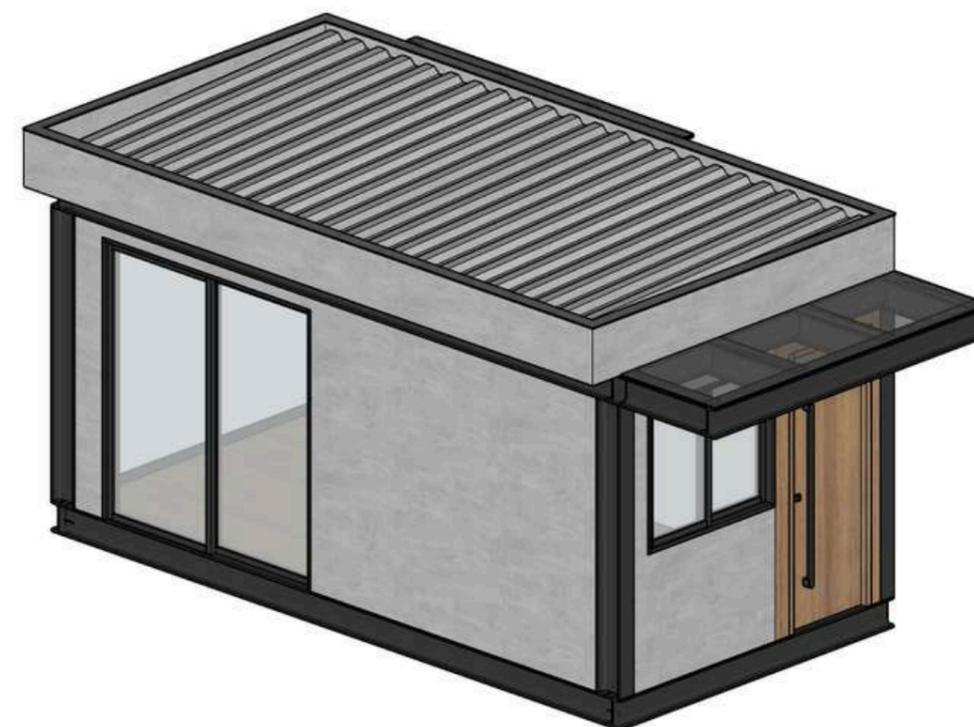
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 23: Perspectiva 1 do módulo 1



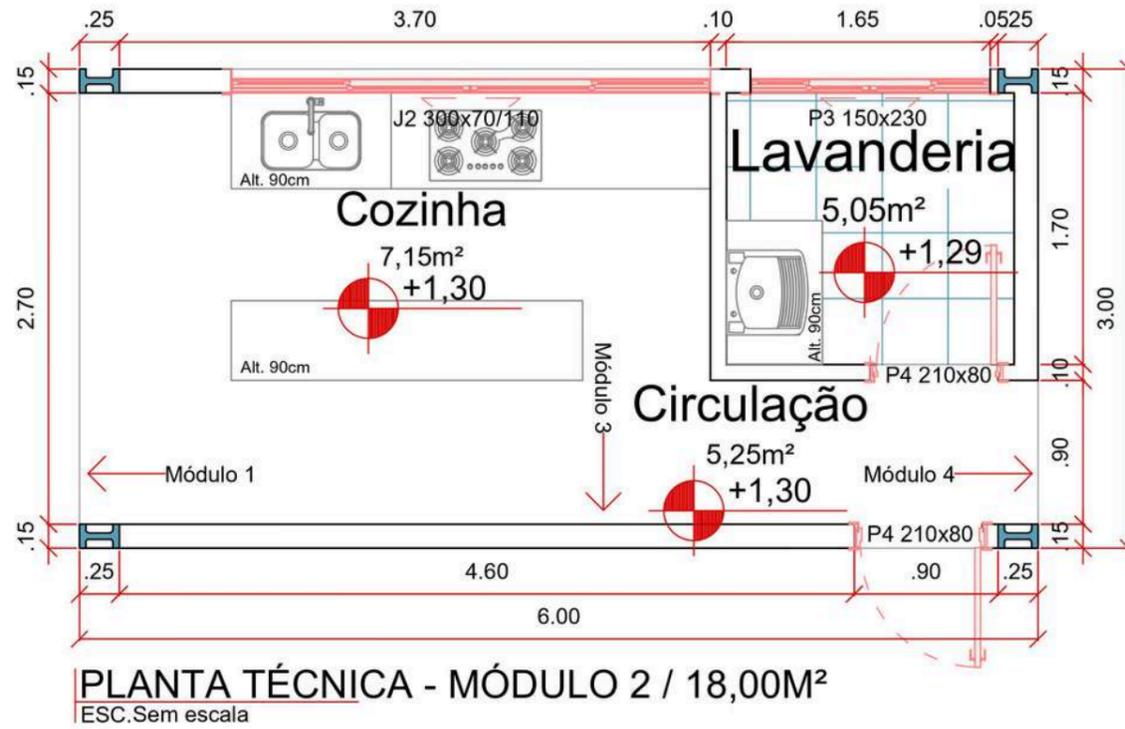
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 24: Perspectiva 2 do módulo 1



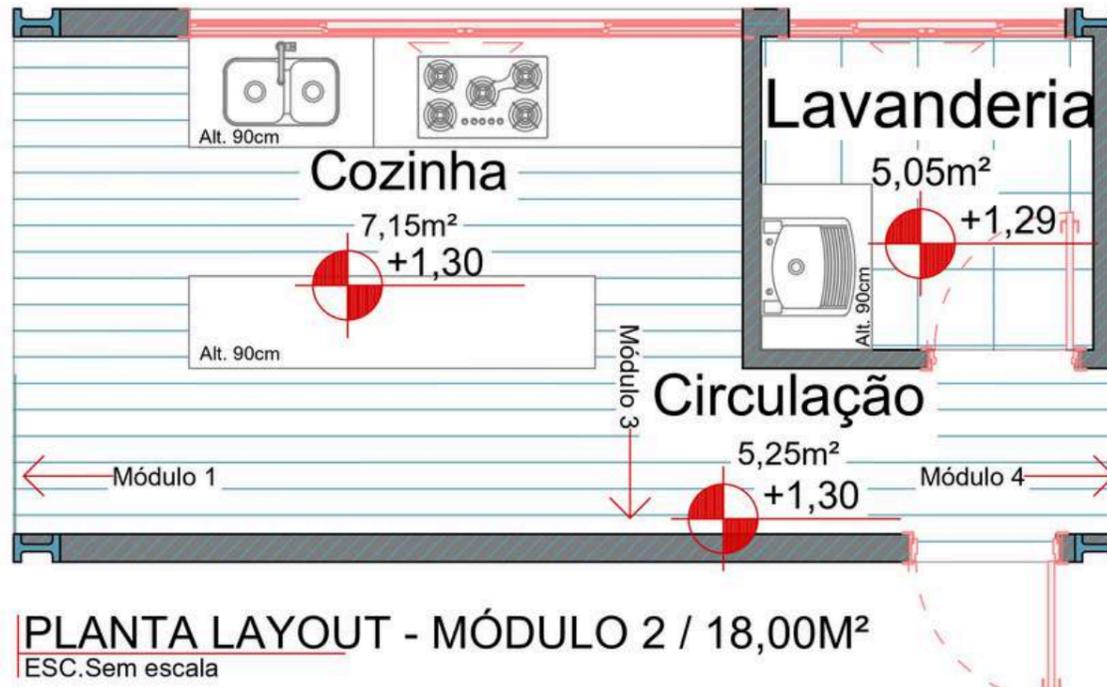
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 25: Planta técnica módulo 2



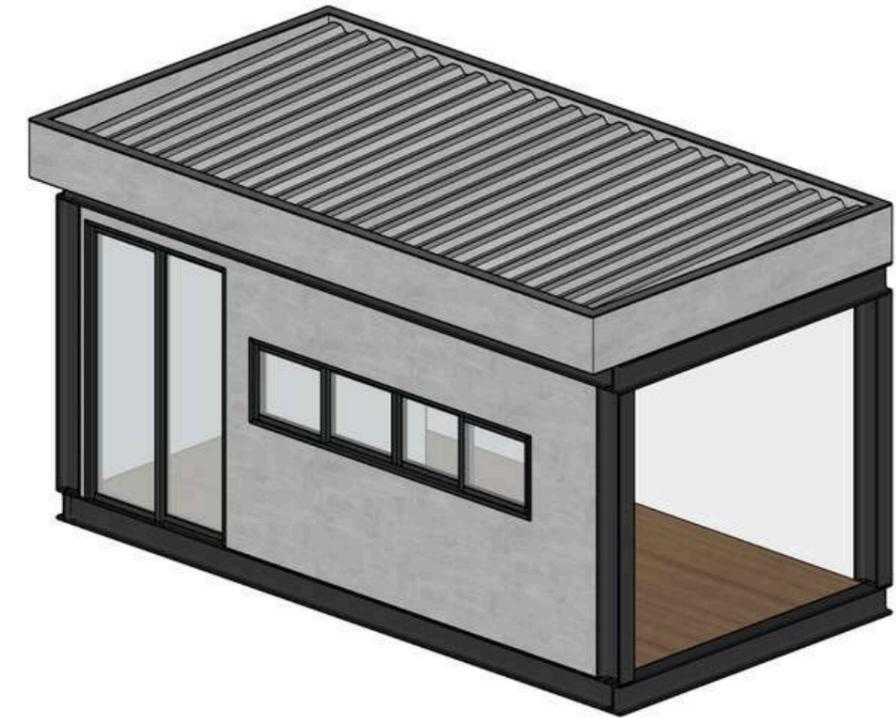
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 26: Planta layout módulo 2



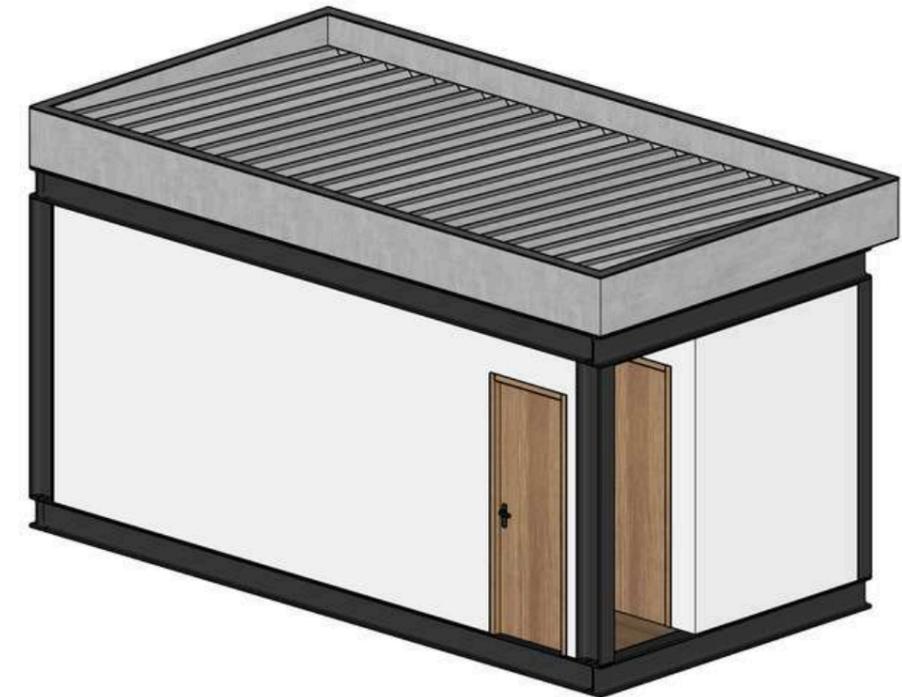
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 27: Perspectiva 1 do módulo 2



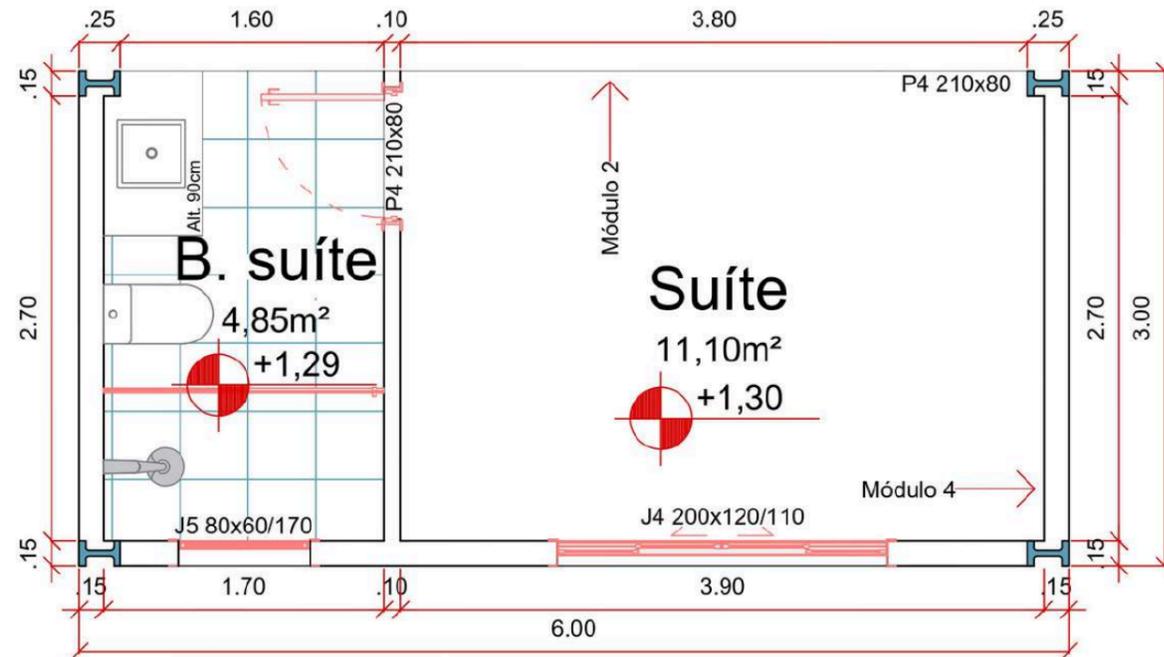
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 28: Perspectiva 2 do módulo 2



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

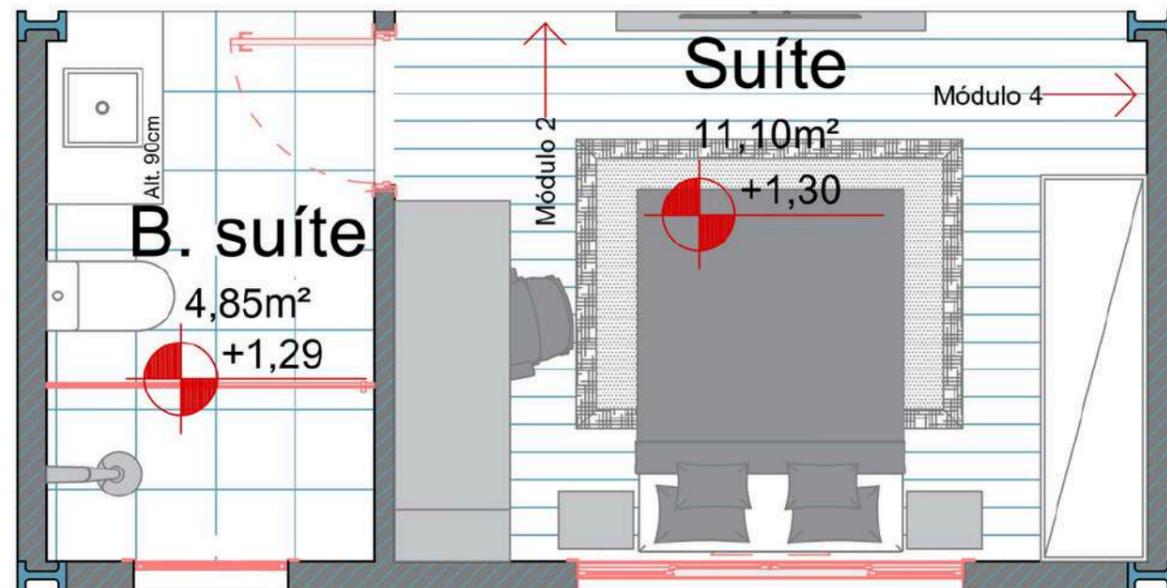
Figura 29: Planta técnica módulo 3



PLANTA TÉCNICA MÓDULO 3 / 18,00M²
ESC.Sem escala

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

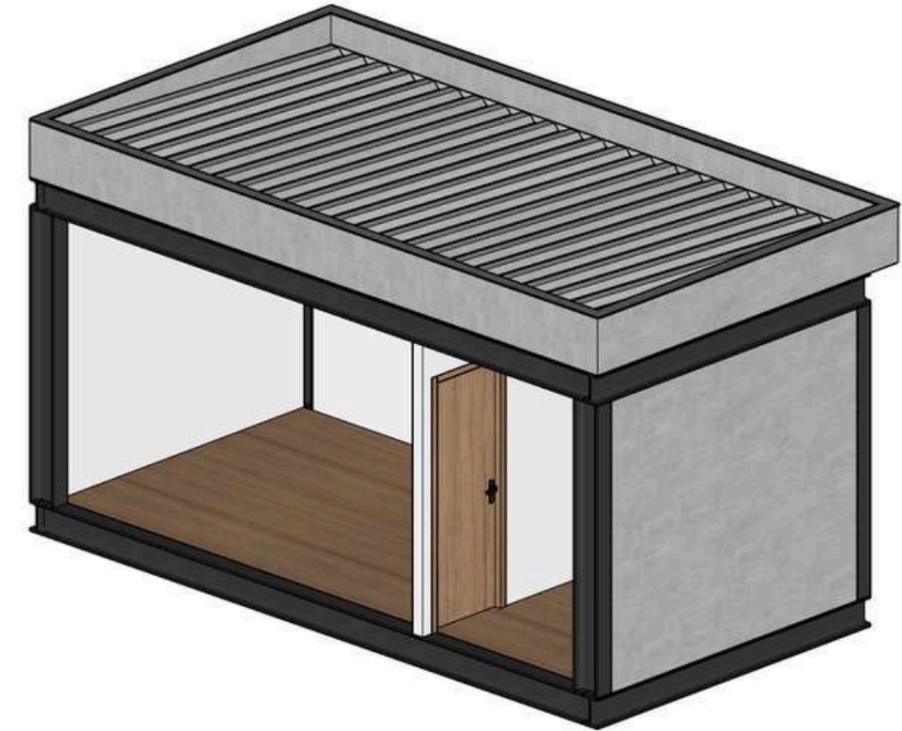
Figura 30: Planta layout módulo 3



PLANTA LAYOUT - MÓDULO 3 / 18,00M²
ESC.Sem escala

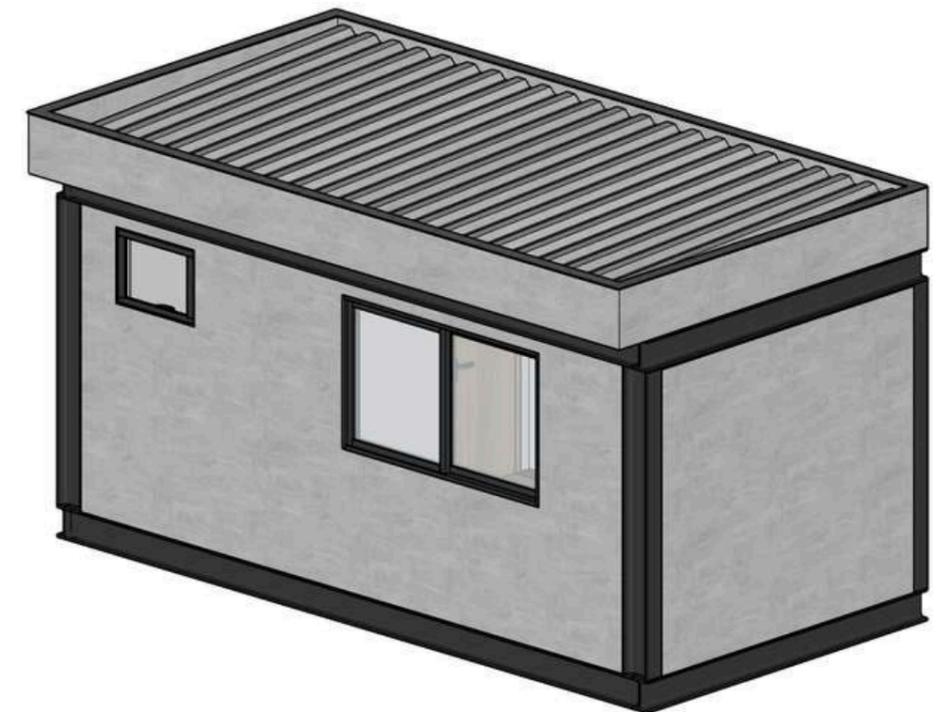
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 31: Perspectiva 1 do módulo 3



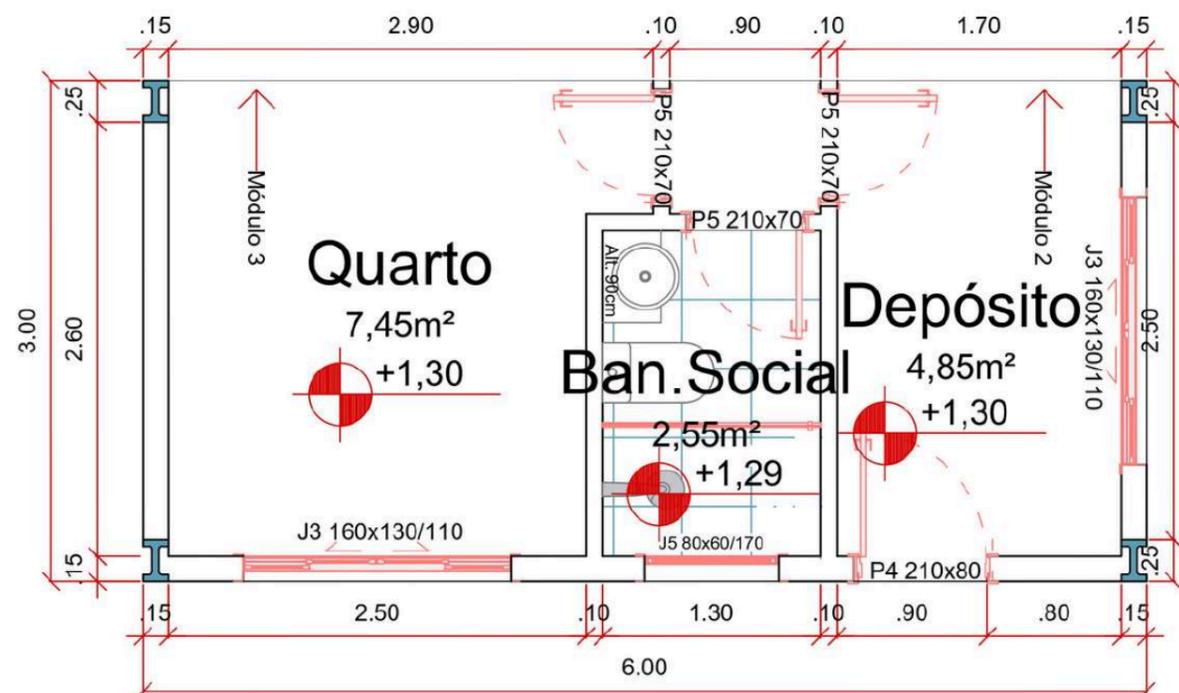
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 32: Perspectiva 2 do módulo 3



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

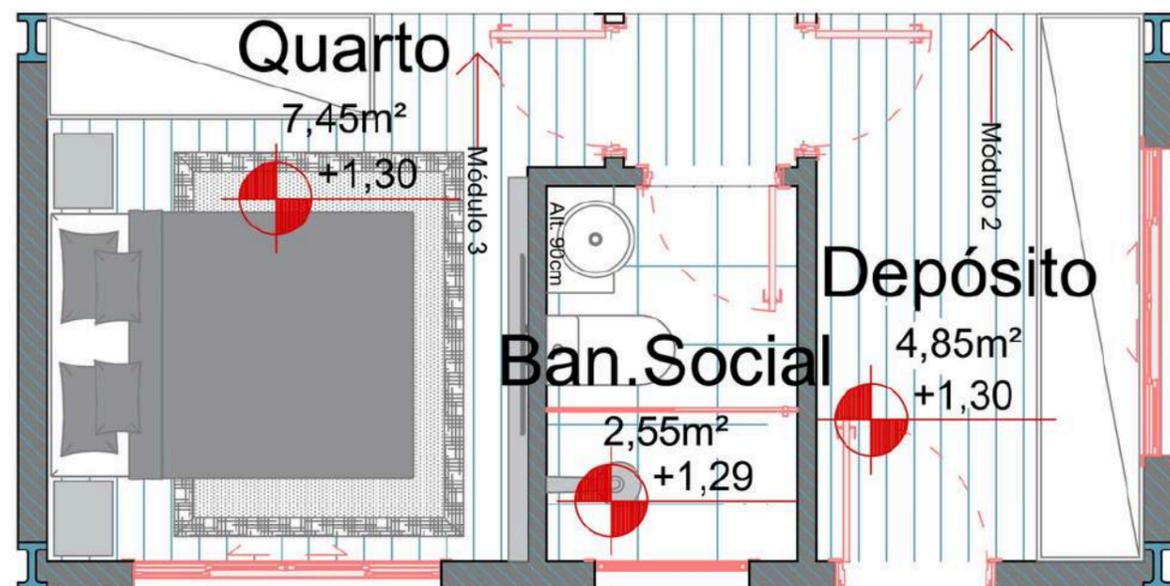
Figura 33: Planta técnica módulo 4



PLANTA TÉCNICA - MÓDULO 4 / 18,00M²
ESC. Sem escala

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 34: Planta layout módulo 4

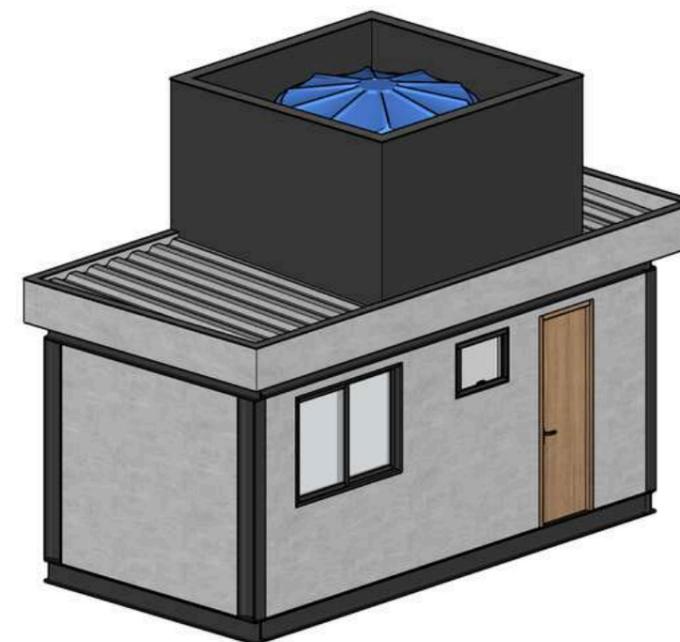


PLANTA LAYOUT MÓDULO 4 / 18,00M²
ESC. Sem escala

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

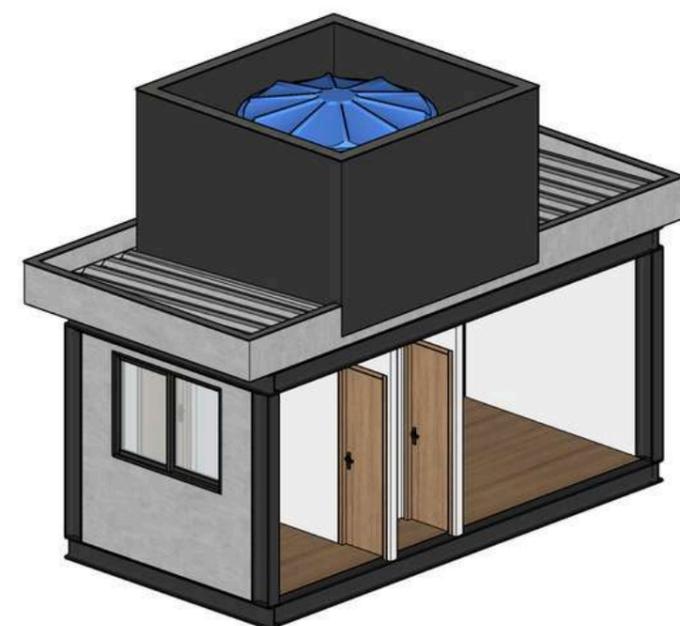
O pré-dimensionamento do conjunto de módulos do térreo contempla o módulo 4 com a inclusão de uma caixa d'água integrada à cobertura. (Figuras 35 e 36)

Figura 35: Perspectiva 1 do módulo 4



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 36: Perspectiva 2 do módulo 4

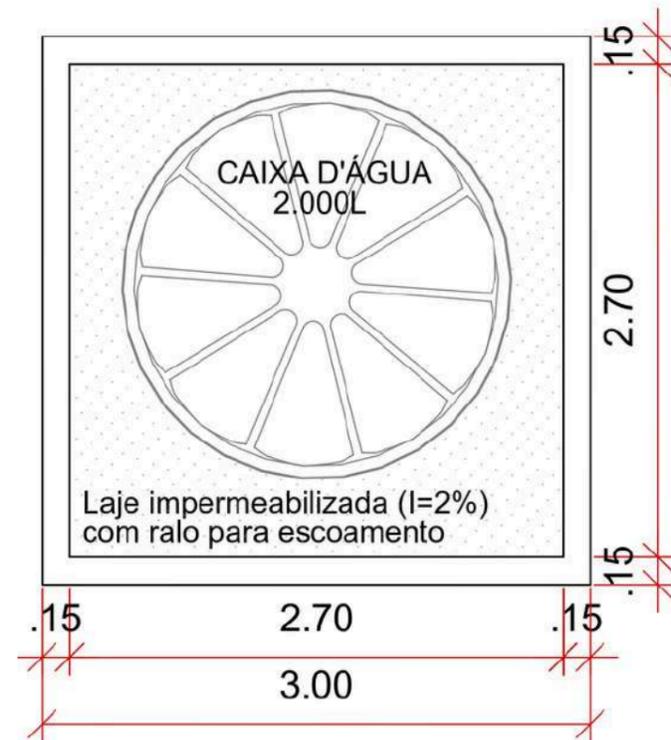


Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Para a caixa d'água, foi desenvolvido um módulo de 3x3 metros, com área total de 9m². Este módulo se harmoniza com a linguagem arquitetônica do projeto, incorporando uma estrutura de base robusta para sustentar o peso da caixa d'água (Figuras 38 e 39).

Com capacidade para armazenar 2.000 litros, a caixa d'água atende plenamente às necessidades de abastecimento da residência, unindo funcionalidade e estética de forma eficiente e integrada ao projeto.

Figura 37: Planta técnica módulo caixa d'água

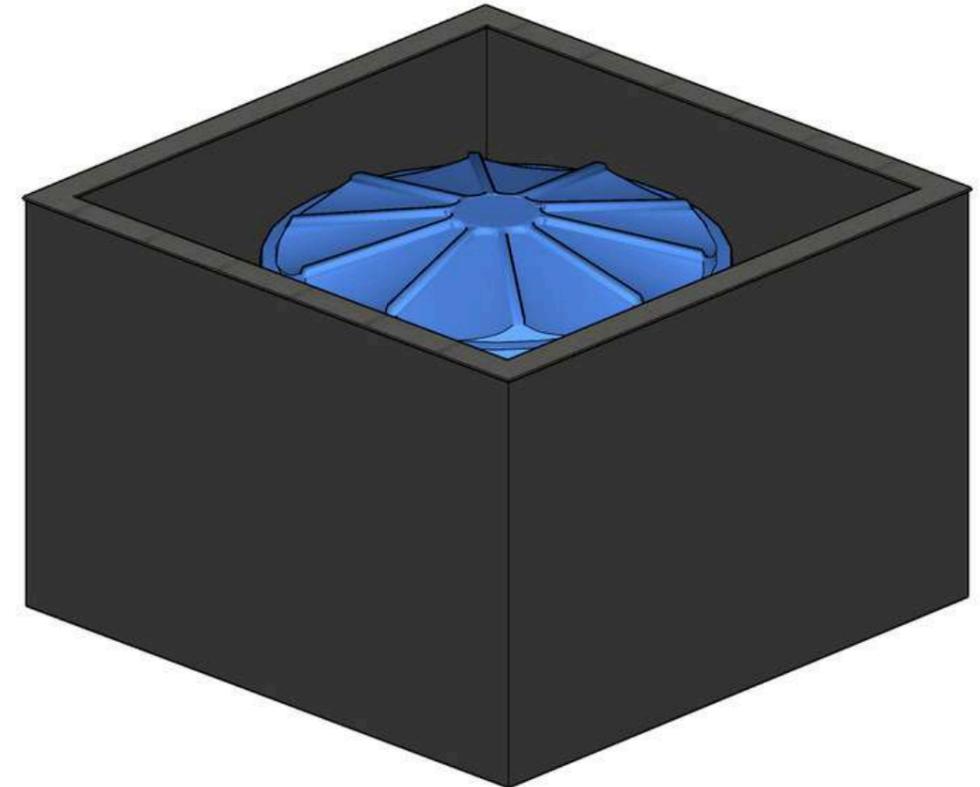


PLANTA TÉCNICA MÓDULO CAIXA D'ÁGUA / 9,00M²
ESC. Sem escala

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

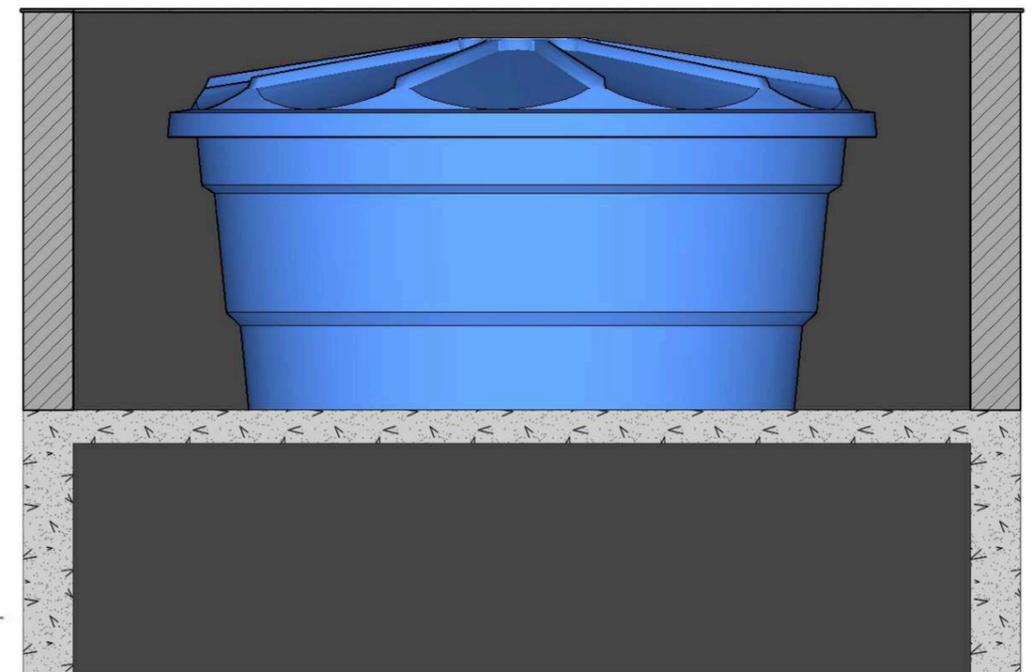
1 Corte - Módulo Caixa D'água
ESCALA: Sem escala

Figura 38: Perspectiva módulo caixa d'água



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 39: Corte esquemático do Módulo Caixa D'água



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

5.8.2 CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO AMPLIADO

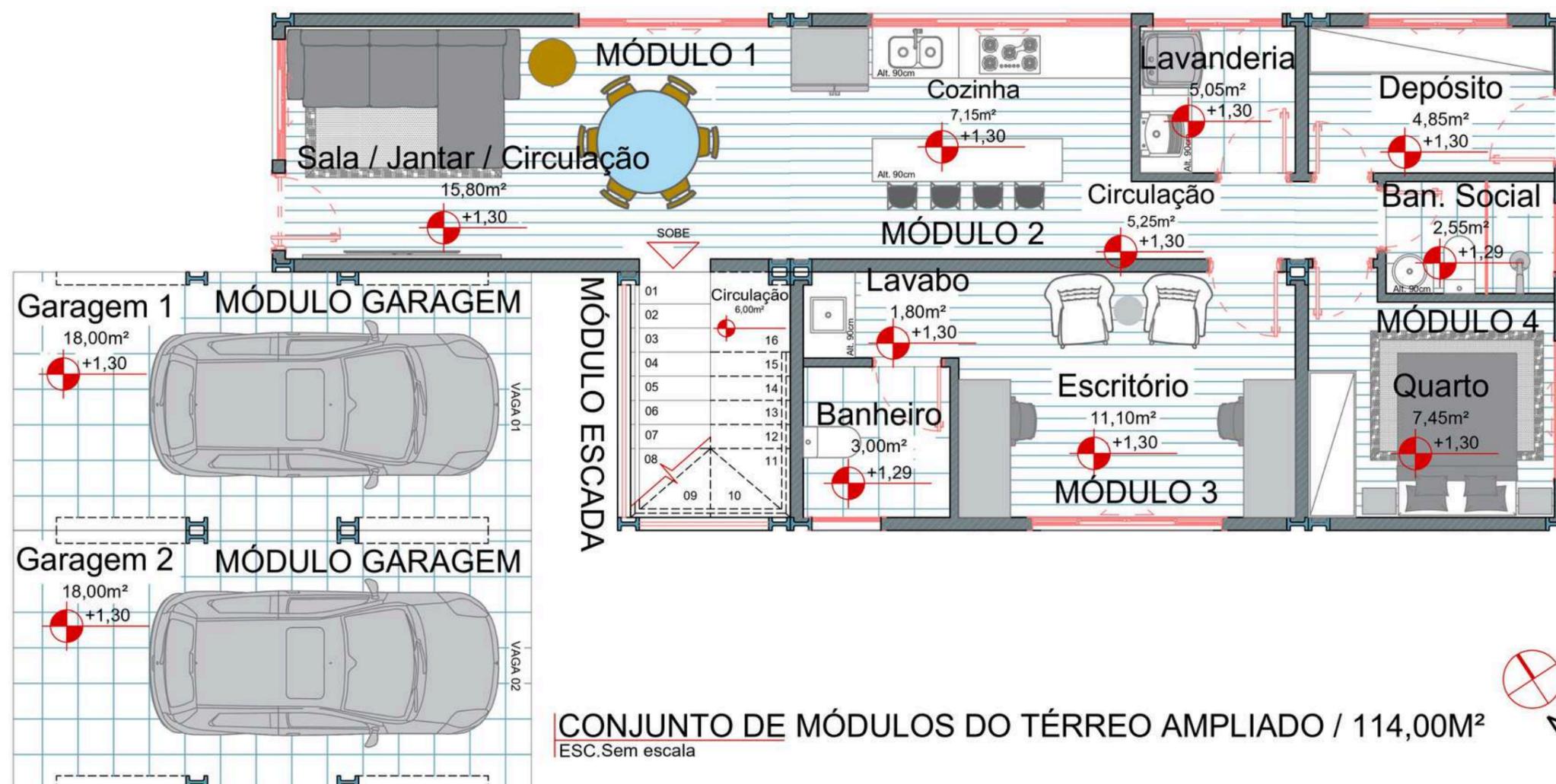
Tabela 5: Especificação da área total em m² do conjunto de módulos do terreno ampliado

CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO AMPLIADO		
DESCRIÇÃO	AMBIENTE	ÁREA TOTAL (M ²)
Módulo 1	Sala de Estar	5,40
	Sala de Jantar	5,15
Módulo 2	Cozinha	7,15
	Lavanderia	5,05
Módulo 3	Escritório	11,10
	Banheiro	3,00
	Lavabo Externo	1,80
Módulo 4	Quarto	7,45
	Depósito	4,85
	Banheiro Social	2,55
Módulo Escada	Escada	6,00
Módulo Garagem	Garagem	18,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

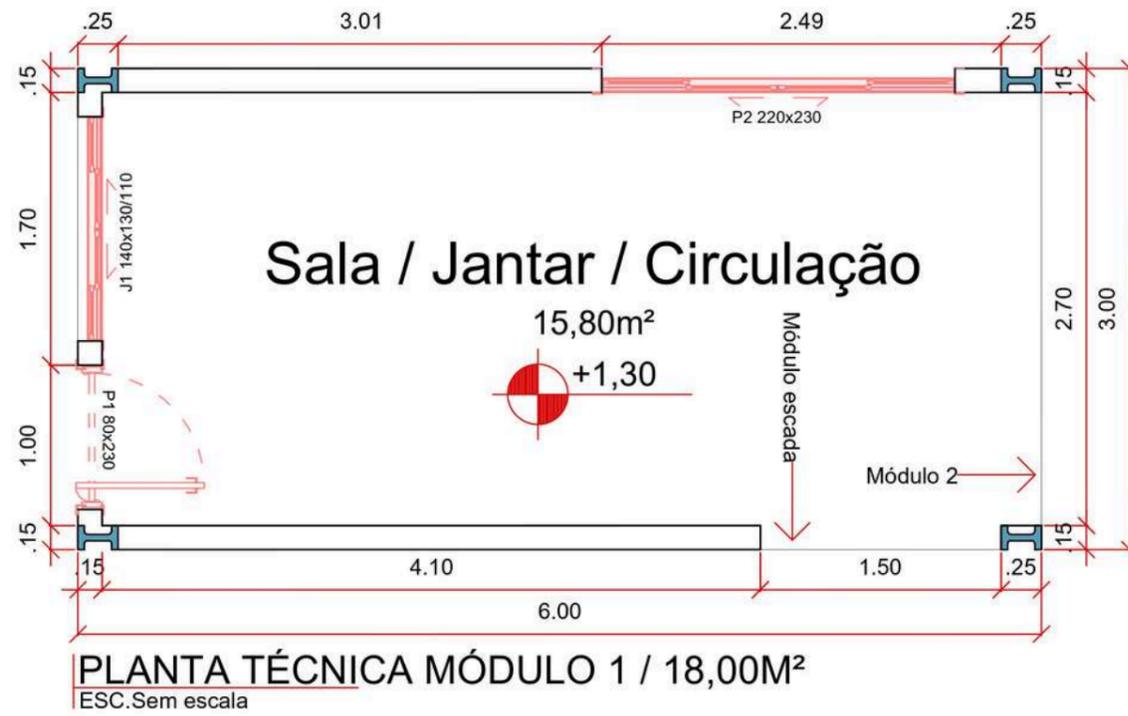
Para o pré-dimensionamento do conjunto de módulos do térreo ampliado (Figura 40), foram feitas algumas alterações: no módulo 1 retirou-se uma das portas de correr abrindo um vão para ser instalado o módulo de escada; já no módulo 3, anteriormente destinado a um quarto suite, foi transformado em um escritório; além disso, o banheiro passou por uma reformulação, tornando-se um banheiro com lavatório externo, e ganhando uma porta que dá acesso ao exterior da casa. Portanto, os módulos de garagem, quanto os módulos 2 e 4 foram os únicos que permaneceram de forma original ao conjunto de módulos antes da ampliação.

Figura 40: Planta utilizada para proposta do conjunto de módulos do térreo ampliado



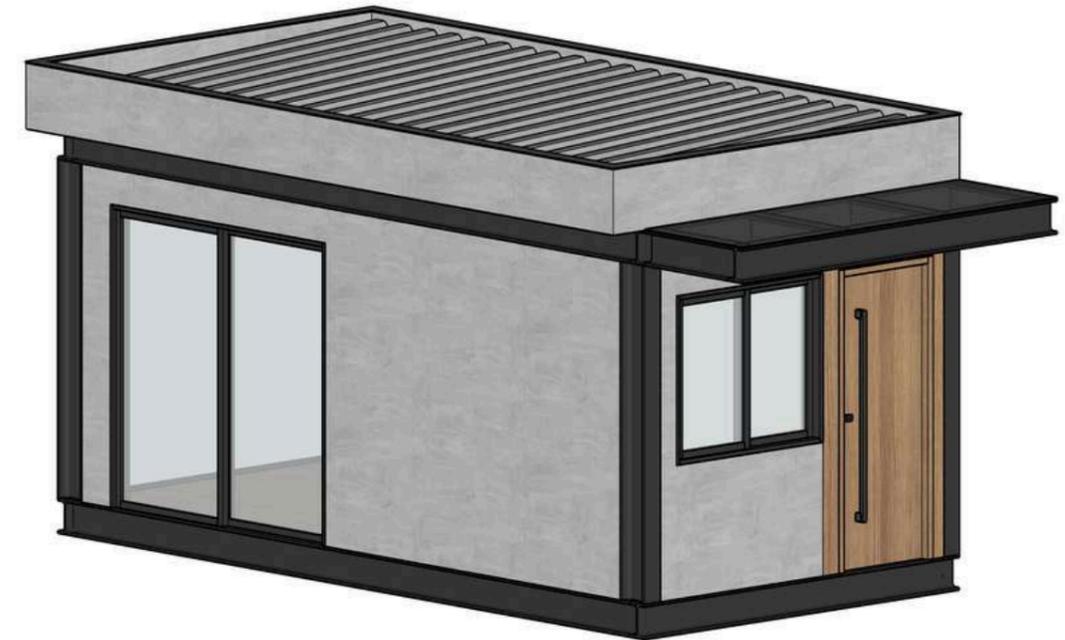
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 41: Planta técnica módulo 1



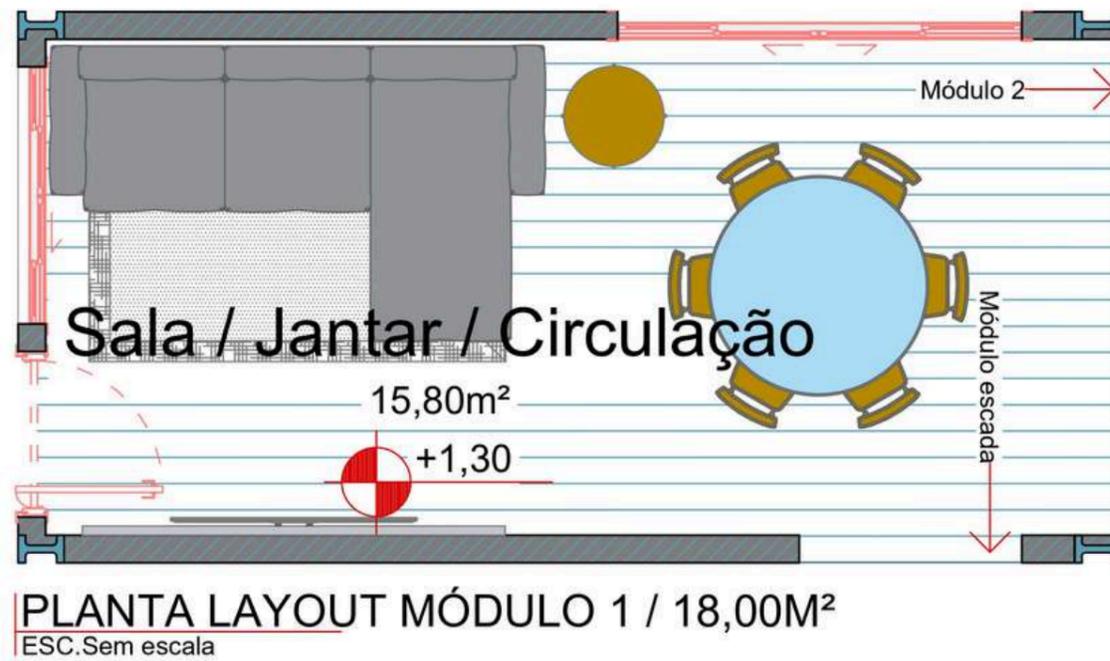
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 43: Perspectiva 1 do módulo 1



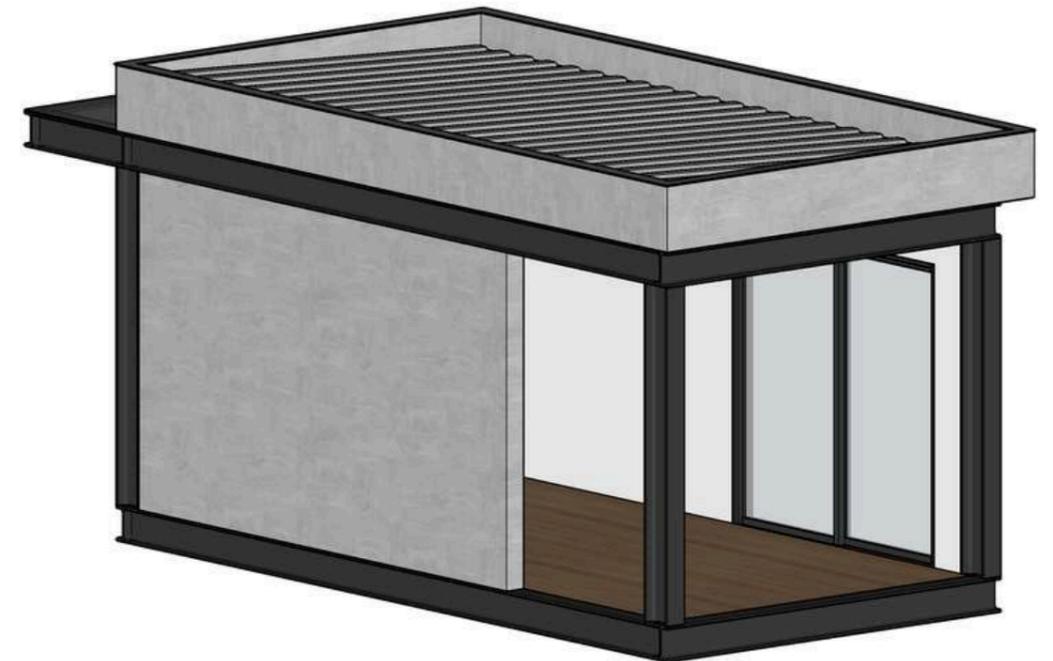
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 42: Planta layout módulo 1



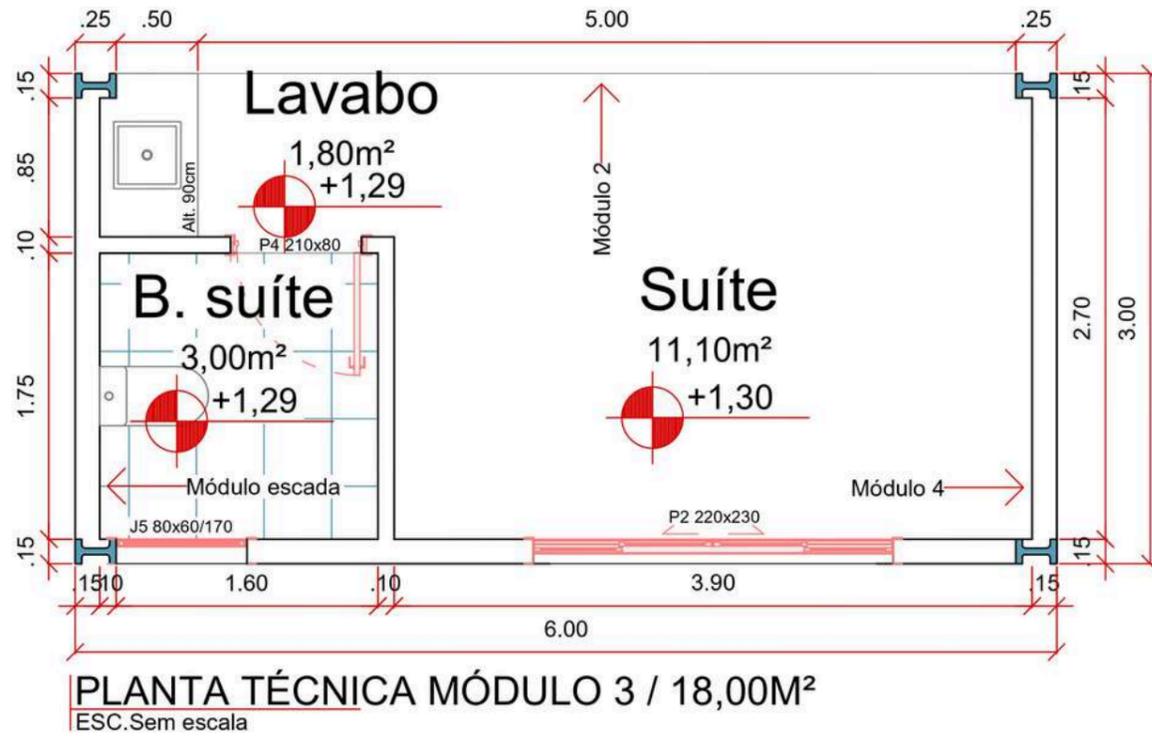
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 44: Perspectiva 2 do módulo 1



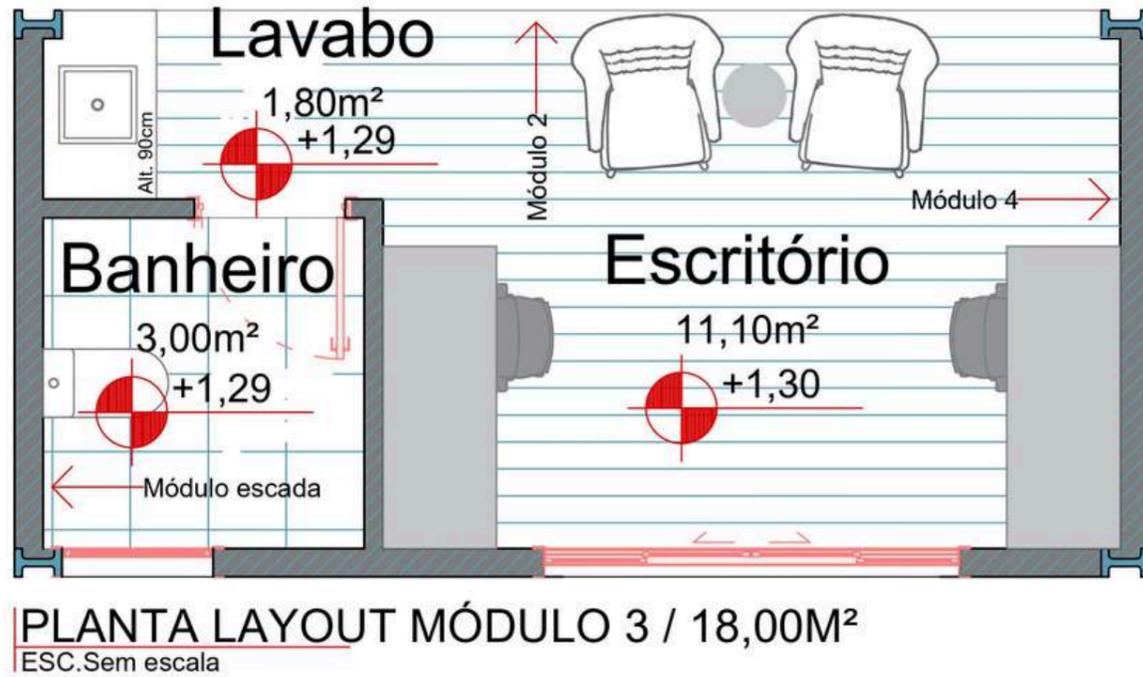
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 45: Planta técnica módulo 3



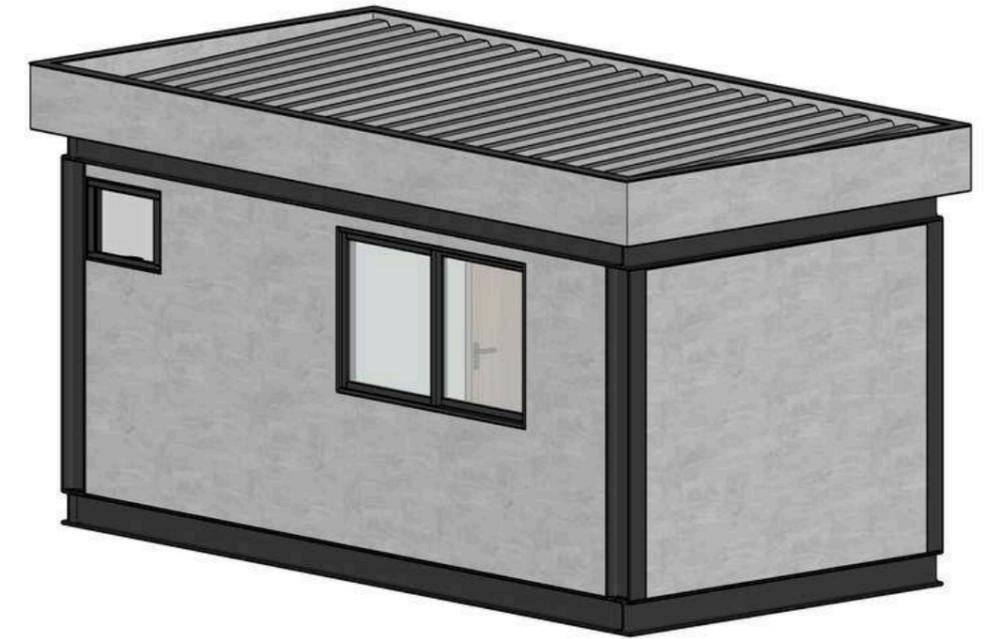
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 46: Planta layout módulo 3



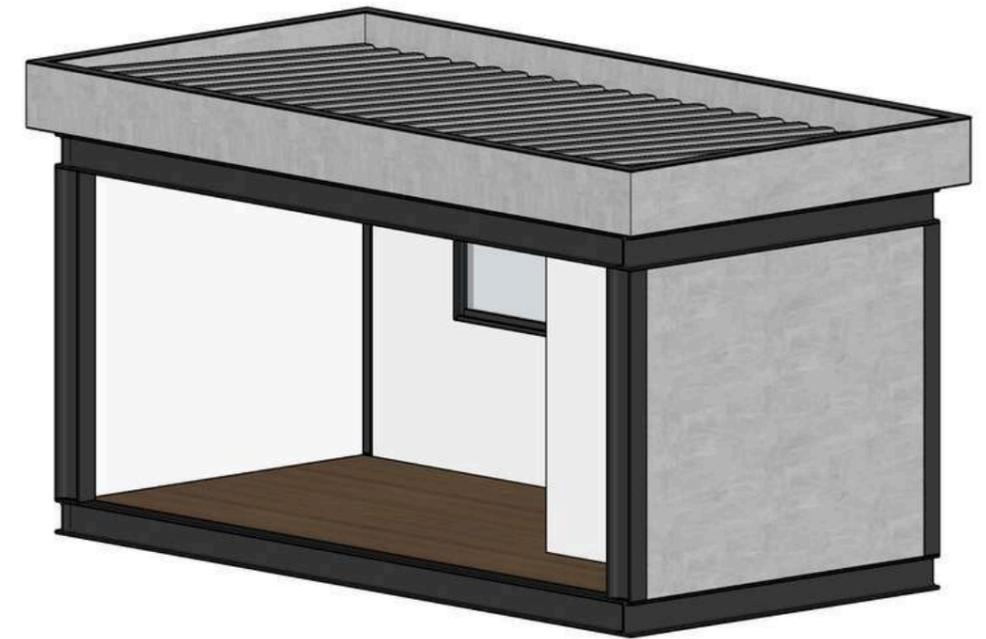
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 47: Perspectiva 1 do módulo 3



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 48: Perspectiva 2 do módulo 3

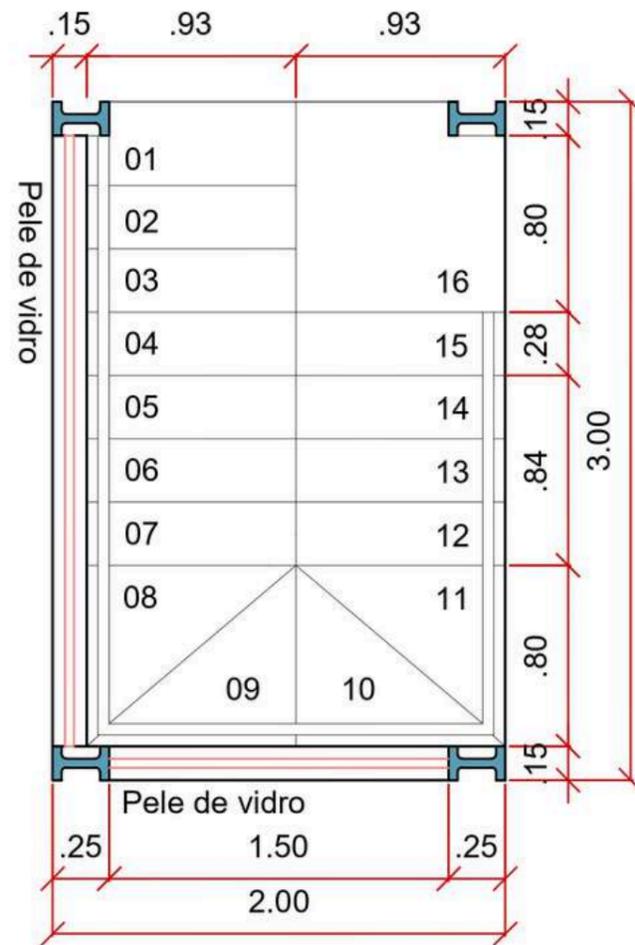


Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Para a caixa de escada, foi necessário desenvolver um módulo com dimensões diferentes dos tradicionais de 6x3, a fim de atender à necessidade de vencer dois pavimentos e garantir sua verticalização.

Assim, o módulo apresenta uma altura total de 6,2 metros, considerando desde o nível do piso até o topo da platibanda (Figura 50).

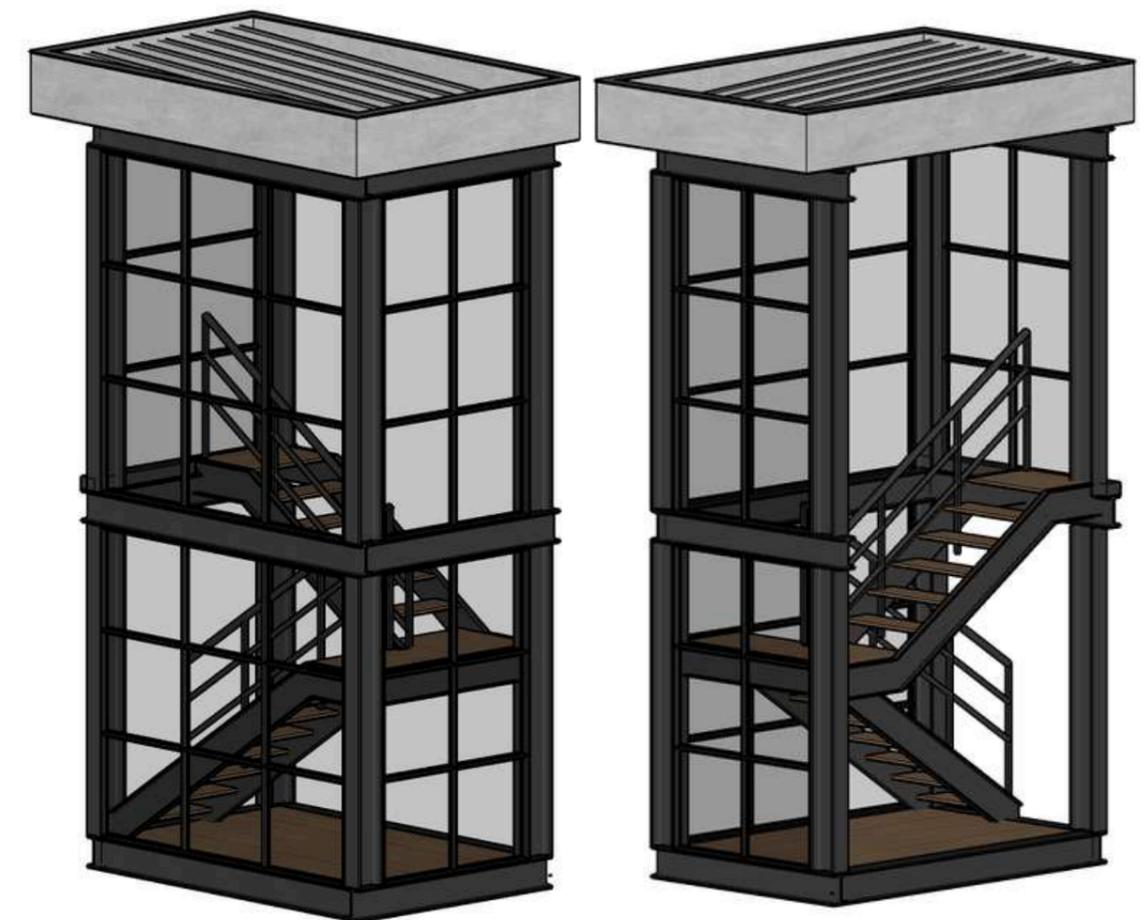
Figura 49: Planta técnica do módulo de escada



PLANTA TÉCNICA MÓDULO ESCADA / 6,00M²
ESC.Sem escala

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 50: Perspectiva 1 e 2 do módulo de escada



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

5.8.3 CONJUNTO DE MÓDULOS DO SEGUNDO PAVIMENTO

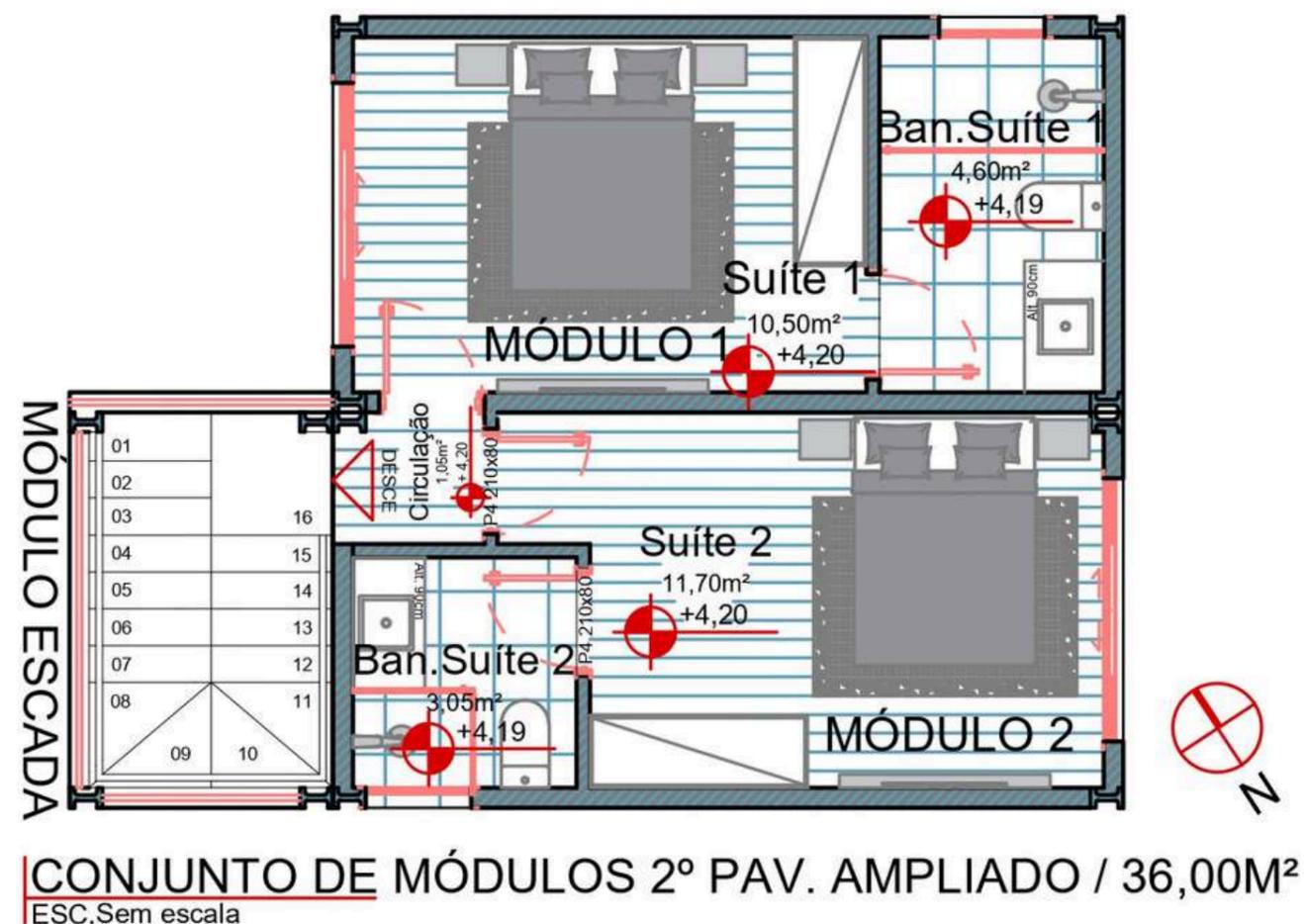
O pré-dimensionamento do conjunto de módulos do segundo pavimento contempla dois módulos destinados à função de dormir, compondo uma suíte com banheiro, com exceção do módulo 2 que possui uma pequena circulação para acessar o módulo de caixa de escada.

Tabela 6: Especificação da área total em m² do conjunto de módulos do 2º pavimento ampliado

CONJUNTO DE MÓDULOS DO SEGUNDO PAVIMENTO AMPLIADO		
DESCRIÇÃO	AMBIENTE	ÁREA TOTAL (M ²)
Módulo 1	Quarto Suíte 1	10,50
	Banheiro 1	4,60
Módulo 2	Quarto Suíte 2	11,70
	Banheiro 2	3,05
	Circulação (Escada)	1,05
Módulo Caixa D'água	Cobertura	9,00

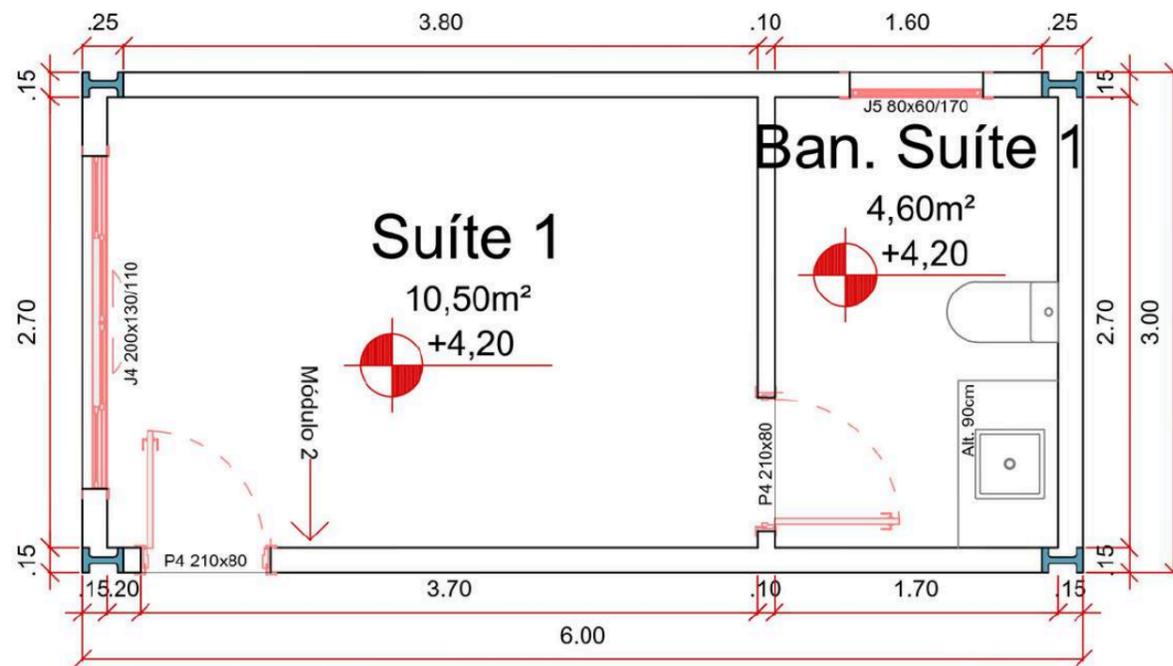
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 51: Planta utilizada para proposta do conjunto de módulos do 2º pavimento ampliado



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

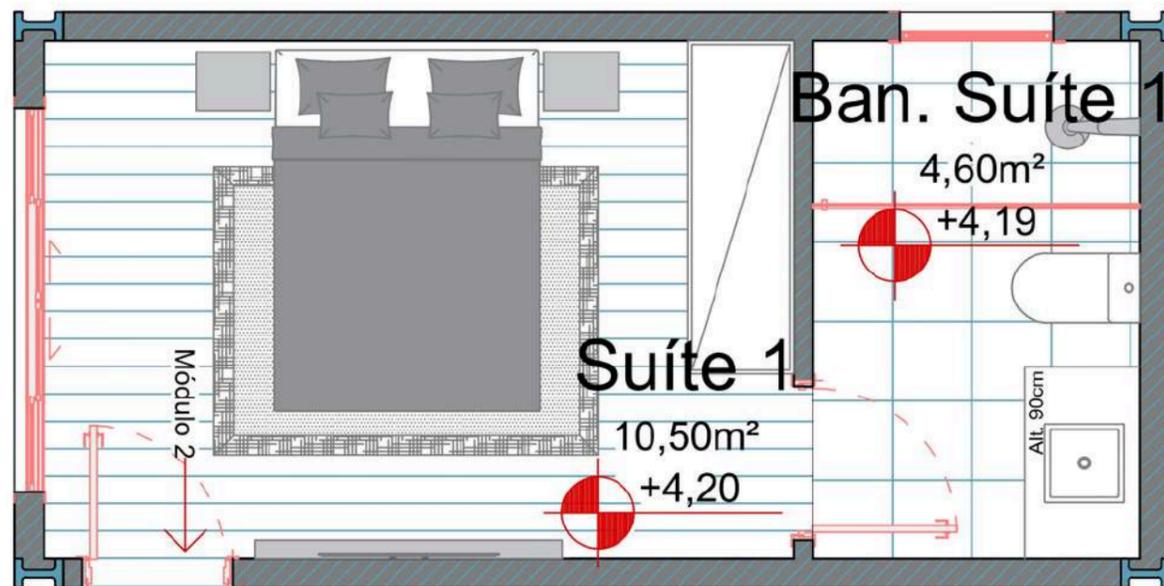
Figura 52: Planta técnica módulo 1



PLANTA TÉCNICA MÓDULO 1 / 18,00M²
ESC. Sem escala

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 53: Planta layout módulo 1

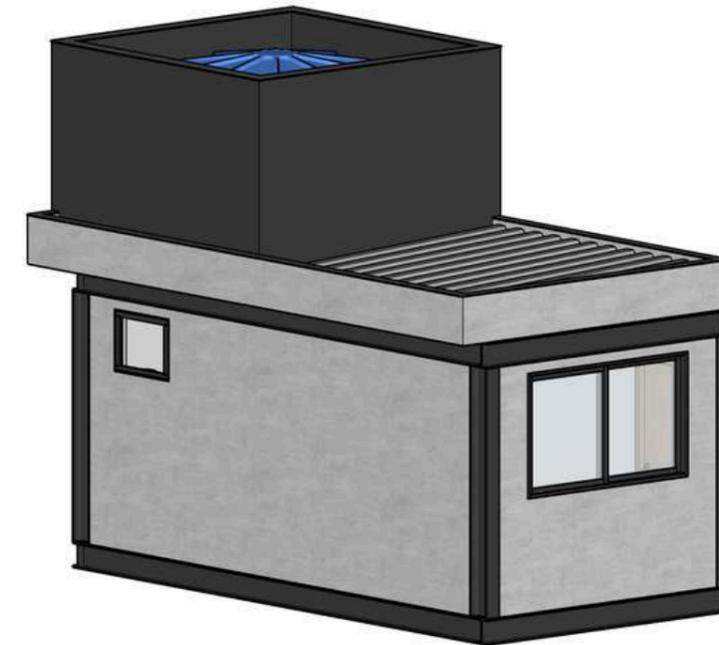


PLANTA LAYOUT MÓDULO 1 / 18,00M²
ESC. Sem escala

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

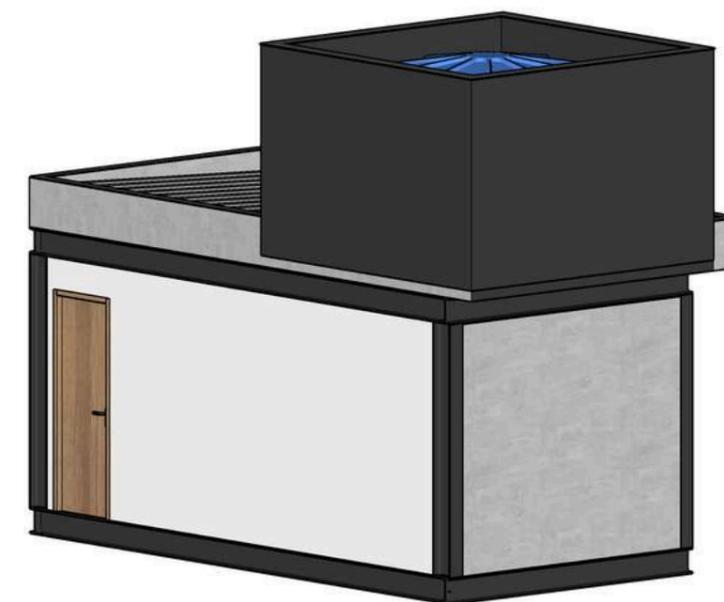
O pré-dimensionamento do conjunto de módulos do segundo pavimento contempla o módulo 1 com a inclusão do módulo de caixa d'água integrada à sua cobertura (Figuras 54 e 55).

Figura 54: Perspectiva 1 do módulo 1



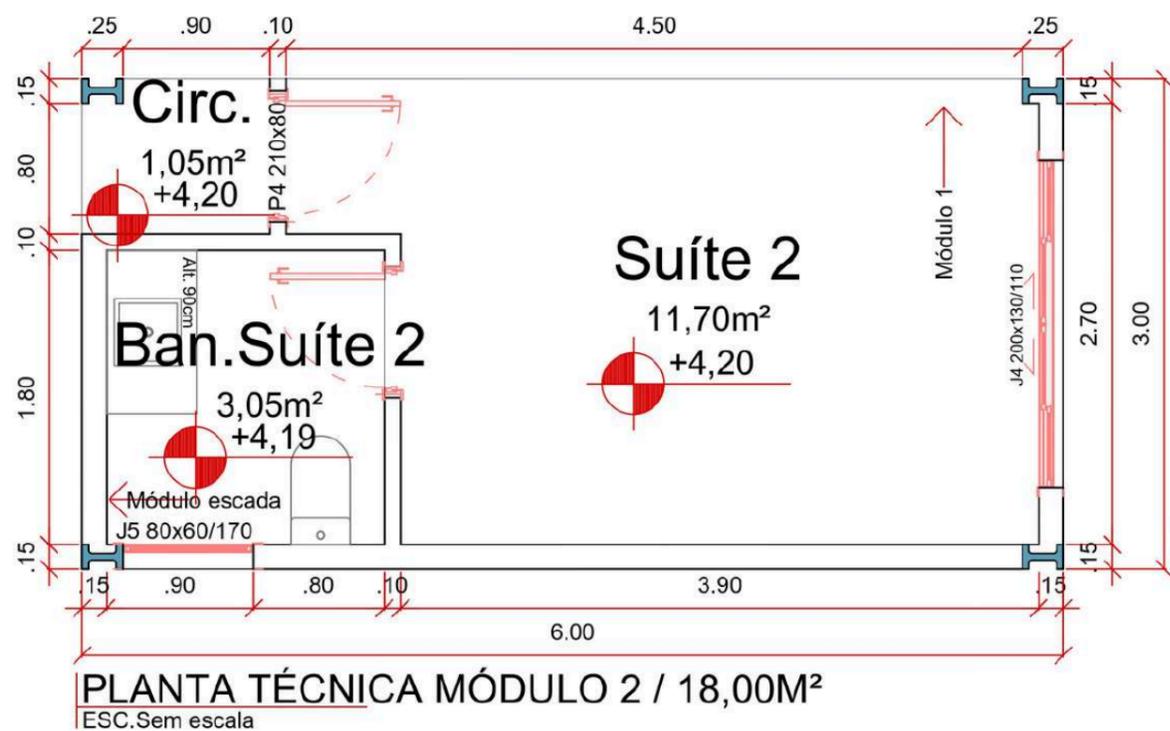
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 55: Perspectiva 2 do módulo 1



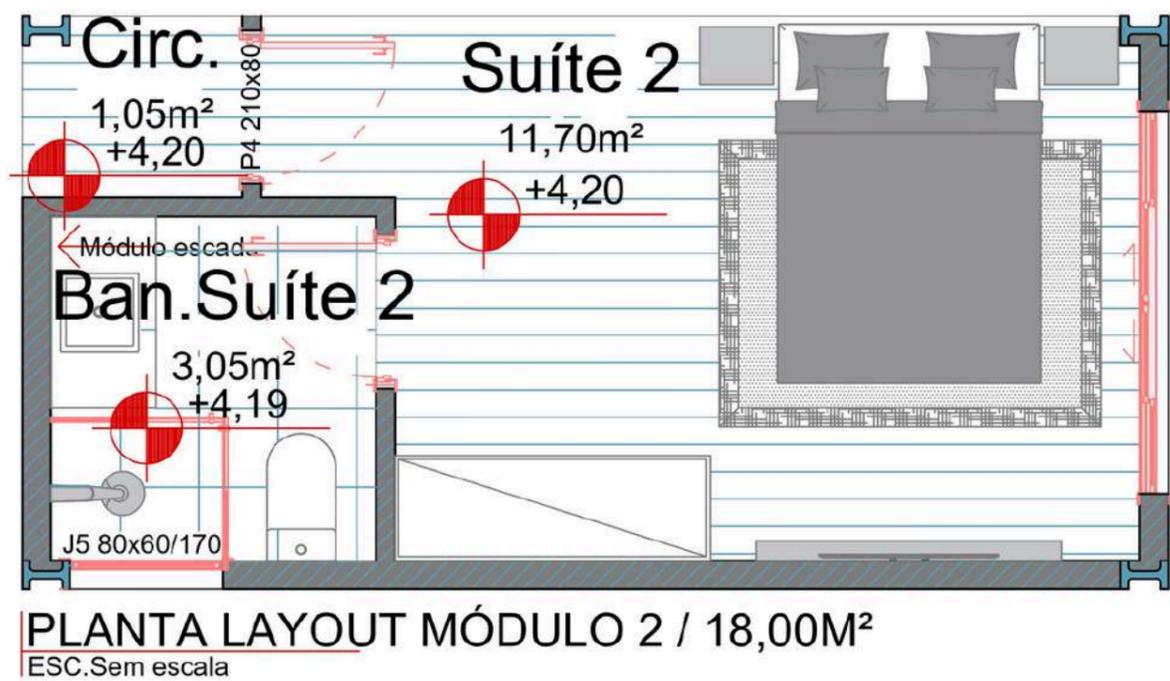
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 56: Planta técnica módulo 2



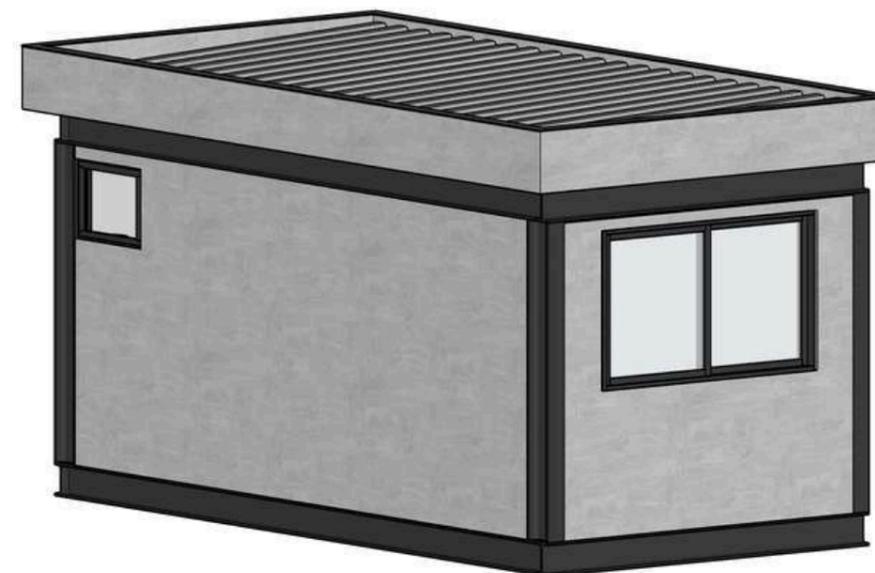
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 57: Planta layout módulo 2



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 58: Perspectiva 1 do módulo 2



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 59: Perspectiva 2 do módulo 2



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

5.9 PROPOSTA PROJETUAL

A proposta do projeto consiste na criação de módulos independentes, que são posteriormente unidos para formar uma residência com os ambientes básicos de moradia. A escolha do uso de módulos de 6x3 metros foi determinada pelas limitações no transporte, permitindo que módulos de até 3,20 metros de largura exijam apenas uma autorização do CONTRAN, dispensando a necessidade de batedores durante o trajeto. Essa dimensão também facilita a produção, uma vez que os perfis metálicos possuem 6 metros de comprimento.

Conforme a demanda dos moradores aumenta, é possível expandir verticalmente a residência por meio de uma caixa de escada, criando novos pavimentos e ampliando a área útil e o número de ambientes disponíveis.

Utilizando o sistema de construção steel frame (Figura 60) para dividir os espaços, a disposição dos ambientes pode ser facilmente modificada. Por exemplo, um quarto pode ser transformado em escritório ou uma suíte pode ser dividida em dois ambientes. Essa flexibilidade seria difícil de alcançar com construções convencionais de tijolos, que exigiriam demolições e resultariam em perdas de material. Com a estrutura de aço, no entanto, é possível reutilizar grande parte dos materiais, contribuindo para a sustentabilidade ambiental.

Além disso, o cliente possui liberdade para escolher as esquadrias e revestimentos de acordo com suas preferências estéticas e funcionais, tornando o projeto ainda mais adaptável aos gostos e necessidades pessoais. Essa flexibilidade permite que cada módulo seja personalizado, mantendo a coesão visual e funcional da residência como um todo e facilitando futuras alterações ou atualizações nos acabamentos, caso desejado.

Figura 60: Edificação em Steel Frame



Fonte: Fibras y Mallas

5.9.1 CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO

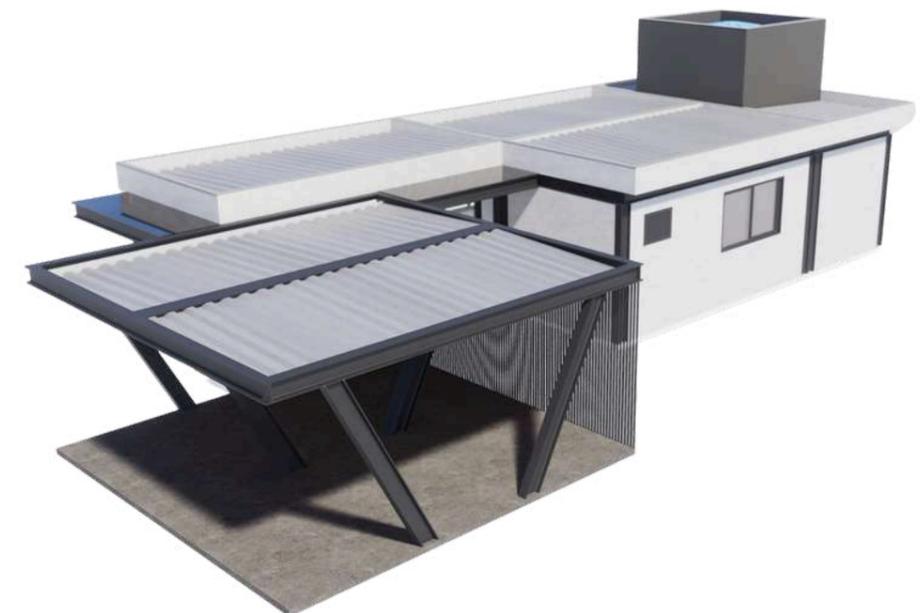
As Figuras 61, 62 e 63 ilustram o resultado da proposta projetual, desenvolvida com base na coleta de informações do Programa de Necessidades e no uso do Pré-Dimensionamento. A residência foi concebida a partir da união dos módulos, resultando em uma forma em “L”, o que proporciona uma estética diferenciada em comparação aos módulos retangulares e quadrados convencionais.

Figura 61: Perspectiva 1 para o conjunto de módulos do térreo



Fonte: Autor (2024)

Figura 62: Perspectiva 2 para o conjunto de módulos do térreo



Fonte: Autor (2024)

Figura 63: Perspectiva 3 para o conjunto de módulos do térreo



Fonte: Autor (2024)

5.9.2 CONJUNTOS DE MÓDULOS AMPLIADOS

As Figuras 64, 65 e 66 ilustram a verticalização do conjunto de módulos no segundo pavimento, expandindo a área útil da residência. Para assegurar a circulação entre os andares, foi adicionado um módulo de escada, permitindo uma conexão funcional e harmoniosa entre os dois pavimentos.

Figura 64: Perspectiva 1 para o conjunto de módulos após ampliação



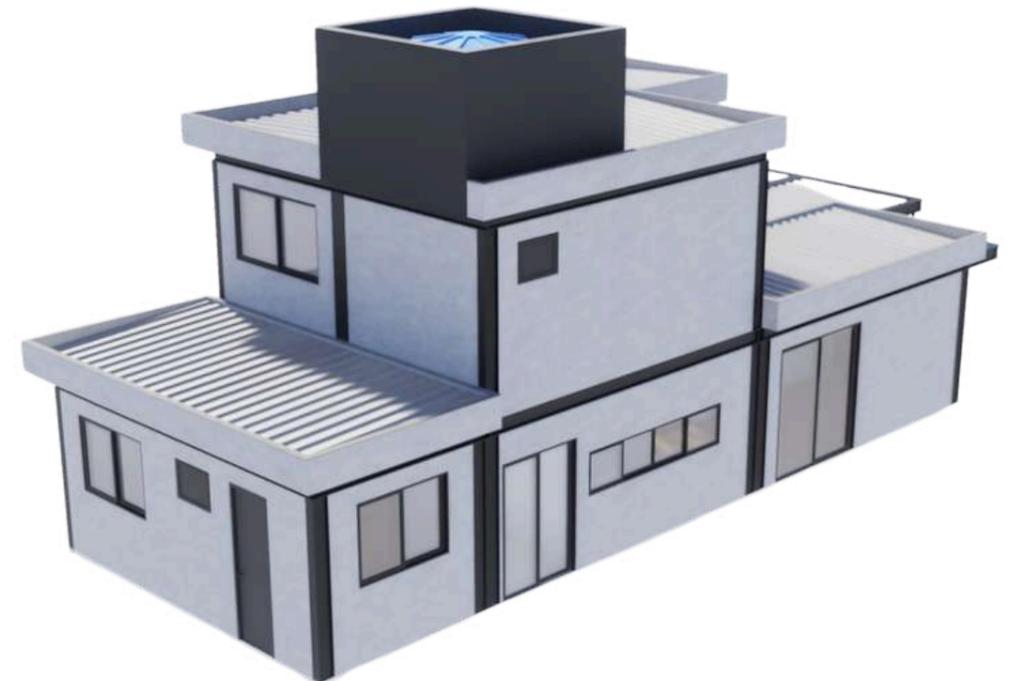
Fonte: Autor (2024)

Figura 65: Perspectiva 2 para o conjunto de módulos após ampliação



Fonte: Autor (2024)

Figura 66: Perspectiva 3 para o conjunto de módulos após ampliação

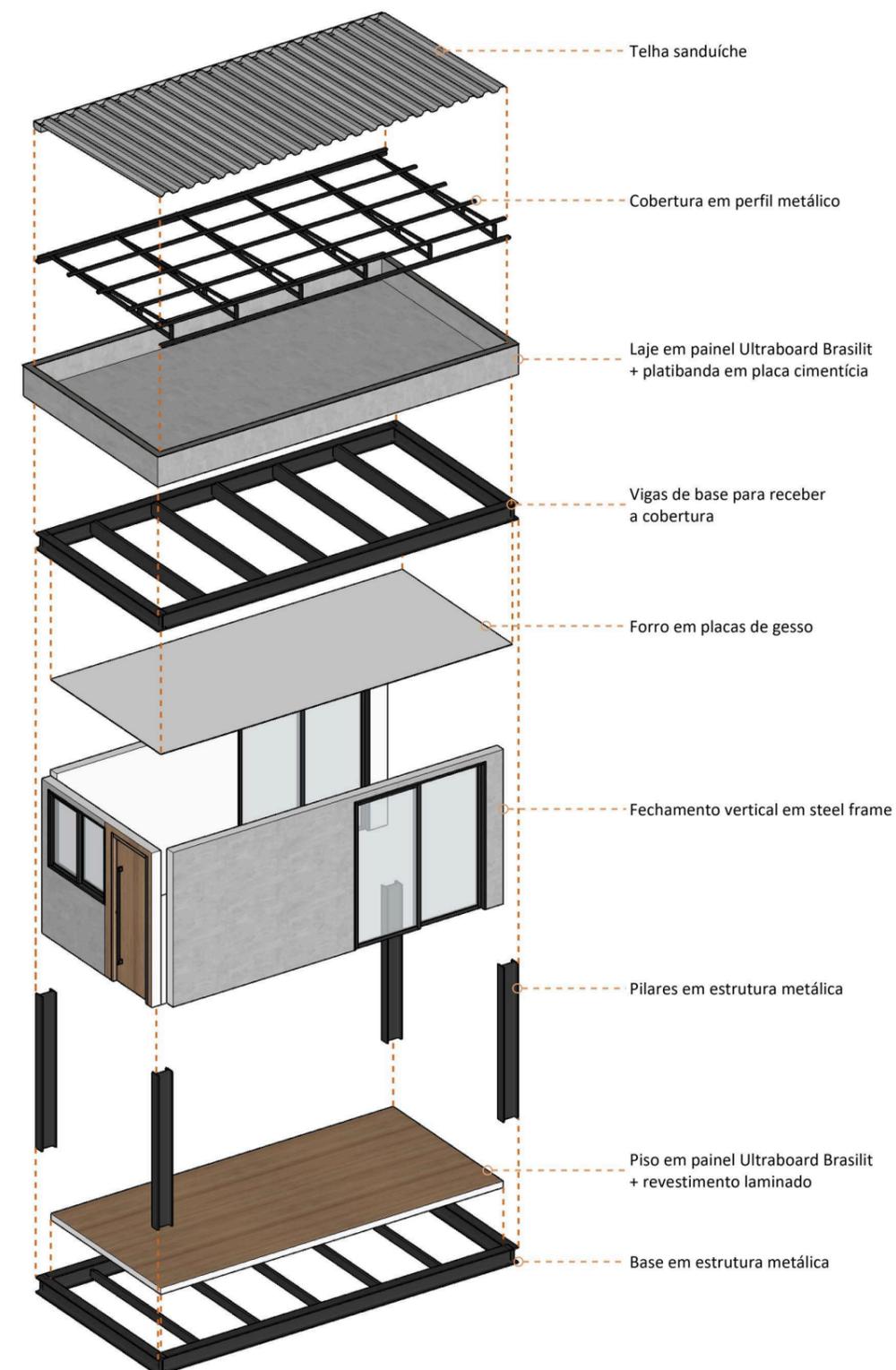


Fonte: Autor (2024)

5.9.3 PERSPECTIVA AXONOMÉTRICA

Para facilitar a compreensão dos módulos, foi proposta uma perspectiva axonométrica, uma representação tridimensional que preserva as proporções dos eixos sem distorções de perspectiva (Figura 67). Essa abordagem permite destacar cada camada do módulo, evidenciando os materiais usados em cada uma delas. Todos os módulos do projeto seguirão essa estrutura em camadas, com exceção dos módulos de garagem, caixa d'água e escada, que contarão com uma menor quantidade de camadas devido às suas funções exclusivas e específicas.

Figura 67: Perspectiva axonométrica dos módulos de 6x3



01

PERSPECTIVA AXONOMÉTRICA

Escala: Sem escala

Fonte: Autor (2024)

5.10 ESTRUTURA

5.10.1 ESTRUTURA METÁLICA

Neste projeto, optou-se pela utilização de perfis H (Figuras 68 e 69) com dimensões de 25cm x 15cm, que foram cuidadosamente selecionados devido à sua robustez e versatilidade. Para garantir uma melhor resistência à corrosão e ao desgaste, os perfis foram submetidos a um processo de pintura termoestática na cor preta. Essa técnica de pintura não apenas proporciona uma estética visual atraente, mas também assegura uma maior durabilidade do material em ambientes diversos. Assim, os perfis H contribuem significativamente para a integridade estrutural do projeto, alinhando funcionalidade e design.

Figura 68: Perfil H de Aço



Fonte: Site ACIVA (2022)

Figura 69: Perfil H de Aço



Fonte: Sucesso Aço e Soluções Industriais

5.10.2 STEEL FRAME

Segundo Rodrigues e Caldas (2016, p. 12), a história do Framing iniciou-se por volta do ano de 1810, nos Estados Unidos, começando a conquistar o seu território cinquenta anos depois, quando a migração chegou à costa do Oceano Pacífico. Com a multiplicação da população americana, e afim de solucionar a demanda por habitações, recorreu-se à utilização dos materiais disponíveis no local (madeira), utilizando conceitos de praticidade, velocidade e produtividade, originados na Revolução Industrial dando origem ao *Wood Framing*.

Ainda com os conceitos de praticidade, velocidade e produtividade, afim de aproveitar ainda mais os materiais fornecidos, o LSF ou (Light Steel Frame) surgiu utilizando aço leve em vez de materiais como concreto e madeira, tornando-se especial por ser composto de vários elementos que funcionam juntos como partes estruturais, isolamento, acabamento e instalação, como partes internas e externas além de elétrica e hidráulica.

Rodrigues e Caldas (2016, p.12) complementa as suas vantagens:

Seu emprego apresenta uma série de vantagens, tanto em relação à construção convencional quanto em relação à construção com madeira, tais como: redução no prazo de execução da obra; componentes estruturais mais leves em aço e com maior resistência à corrosão; durabilidade; maior precisão na montagem de paredes e pisos; desperdício e perda de material reduzidos; custo reduzido; material 100% reciclável e incombustível; qualidade do aço garantida pelas siderúrgicas nacionais.

Por ser tão flexível, as vedações e acabamentos combinam uma alta capacidade de isolamento térmico e acústico, mantendo uma aparência atraente e aderindo à várias soluções criativas conforme demonstradas a seguir.



Placas de Gesso Acartonado (Drywall)

- **Uso:** Normalmente utilizado para preenchimento das paredes internas.
- **Vantagens:** Leve, fácil de instalar e oferece boa estética. Pode ser pintado ou revestido com outros acabamentos.
- **Isolamento:** Combinado com outros materiais, oferece um bom isolamento acústico e térmico.

OSB (Oriented Strand Board)

- **Uso:** Usado principalmente como uma camada estrutural e para paredes externas.
- **Vantagens:** É uma placa de madeira composta por tiras orientadas, o que dá resistência estrutural.
- **Isolamento:** Precisa ser combinado com outras camadas para aumentar o isolamento.



Placas Cimentícias

- **Uso:** Ideal para ambientes externos ou áreas úmidas como cozinhas e banheiros.
- **Vantagens:** Muito resistente à umidade e impactos, sendo perfeito para dar robustez e durabilidade às paredes.
- **Isolamento:** Pode ser combinado com isolantes térmicos.

Argamassa projetada

- **Uso:** Usada como acabamento externo, aplicada diretamente sobre as placas cimentícias ou de OSB.
- **Vantagens:** Dá um acabamento uniforme, resistente e estético, além de proteger contra intempéries.



Membrana Hidrófuga (Tyvek ou similar)

- **Uso:** Aplicado sobre o OSB ou chapa cimentícia, geralmente em paredes externas.
- **Vantagens:** Protege contra a entrada de água, mas permite que a parede respire, evitando problemas com umidade.

A estrutura de aço, por sua vez, fica encapsulada e protegida dentro das paredes e pisos. Além disso, pode ser preenchida conforme as necessidades do projeto, proporcionando melhor isolamento térmico, acústico e maior resistência. Alguns exemplos menos convencionais de preenchimento incluem isolantes naturais, como palha, fibra de madeira e cânhamo; concreto celular, que é uma mistura de concreto leve com bolhas de ar; terra crua; garrafas PET ou outros materiais recicláveis; espumas injetáveis; painéis de celulose; espumas fenólicas; argila expandida, entre outros.

O isolamento térmico e acústico é um elemento essencial em estruturas de Steel Frame, pois não apenas melhora a eficiência energética e o conforto dos ambientes, mas também pode contribuir para a sustentabilidade da construção. Escolher os materiais e técnicas adequados de isolamento pode fazer uma grande diferença na qualidade geral da edificação.

Lã de vidro

- **Descrição:** Fibra feita a partir da fusão de vidro, formando um material leve e flexível.
- **Uso:** Amplamente utilizado em paredes e tetos.
- **Benefícios:** Excelente desempenho térmico e acústico, resistência ao fogo e baixo custo.



Lã de rocha

- **Descrição:** Produzida a partir da fusão de rochas basálticas, formando um material denso e resistente.
- **Uso:** Usada em áreas que exigem maior resistência ao fogo e isolamento.
- **Benefícios:** Ótima capacidade de isolamento térmico e acústico, alta resistência ao fogo.



Durante a execução deste projeto, serão empregadas placas de gesso acartonado e placas cimentícias, além de lã de vidro ou lã de rocha, conforme detalhado nas seções 3.9.3.1 e 3.9.3.2.

5.10.3 FECHAMENTO VERTICAL

O sistema de fechamento vertical é composto pelas paredes externas e internas de uma edificação. Os componentes de fechamento são posicionados externamente à estrutura como uma “pele” e juntamente com os perfis galvanizados, formam vedações internas e externas da edificação.

Os componentes empregados na construção de vedações devem atender a critérios e requisitos que proporcionem satisfação às exigências dos usuários e a habitabilidade da edificação. A norma ISO 6241:1984 estabelece os requisitos fundamentais para atender essas necessidades. Entre eles, podemos citar:

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

5.10.3.1 Revestimento Interno

O uso do gesso acartonado combinado com o steel frame tem se destacado pela praticidade, leveza e eficiência na construção de vedações que cumprem esses critérios, pois não possuem, função estrutural e sua densidade superficial varia de $6,5\text{kg/m}^2$ a 14kg/m^2 dependendo de sua espessura (Abragesso, 2004).

Essas placas são fabricadas de forma industrial, compostas de uma mistura de gesso, água e aditivos, revestidas em ambos os lados com lâminas de cartão, que tornando-as resistentes à tração e flexão. Outro ponto importante são suas derivações de acordo com a necessidade de uso, como resistência à fogo, isolamento acústico ou fixação em grandes vãos (Krüger, 2000). Suas dimensões são normativas, geralmente comercializadas com largura de 1,20m e comprimentos que podem variar de 1,80m a 3,60m, de acordo com o fornecedor, possuindo espessuras de 9,5mm, 12,5mm e 15mm.

De acordo com as necessidades do projeto, foram utilizados nas áreas internas os tipos mais comuns de chapas disponíveis no mercado nacional (Tabela 7), sendo eles: Standard (ST), Resistente à Umidade (RU) e Resistente ao Fogo (RF), ilustrados na Figura 78, cada um destinado a uma finalidade específica do projeto.

Tabela 7: Tabela de tipos de placa de gesso acartonado encontrados no mercado nacional e seu uso no projeto

TIPOS DE PLACA DE GESSO ACARTONADO (MERCADO NACIONAL)		
PLACA	APLICAÇÃO GERAL	APLICAÇÃO NO PROJETO
Standard (ST)	Aplicação em paredes destinadas a áreas secas, geralmente apresentadas pela cor cinza.	Paredes internas e comuns
Resistente à Umidade (RU)	Também conhecida como placa verde, para paredes destinadas a ambientes sujeitos à ação da umidade, por tempo limitado de forma intermitente.	Paredes úmidas como banheiros
Resistente ao Fogo (RF)	Conhecida como placa rosa, para aplicações em áreas secas com exigências especiais de resistência ao fogo.	Cozinha

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Além das principais placas de gesso utilizadas no projeto, alguns fabricantes oferecem placas especiais, como as resistentes a impactos, que são aplicadas em setores como comércio e hotelaria. Também existem placas mais leves, geralmente destinadas à instalação em forros de teto.

A Figura 71 ilustra a estrutura interna de um sistema de construção em *steel frame*, destacando os componentes empregados na construção de uma parede, demonstrando de que forma os elementos descritos na Tabela 8 foram aplicados no projeto.

Tabela 8: Aplicação do revestimento interno proposto no projeto

APLICAÇÃO DO REVESTIMENTO INTERNO		
ESTRUTURA	APLICAÇÃO GERAL	APLICAÇÃO NO PROJETO
Perfil Steel Frame	Utilizada como o esqueleto da parede, é composta por perfis metálicos de aço galvanizado, tratados com anticorrosivo para garantir durabilidade e resistência.	70mm
Lã de vidro ou lã de rocha	Esses materiais são aplicados dentro dos painéis, funcionando como isolantes térmicos e acústicos. Sua espessura interna pode variar entre 50 mm e 70 mm, dependendo do nível de isolamento desejado.	70mm
Placas de gesso acartonado	São instaladas em ambos os lados da estrutura. Essas placas são fabricadas com uma mistura de gesso e papel cartão, oferecendo leveza e resistência à parede.	12,5mm
Massa niveladora	Massa niveladora para garantir a unificação das placas e a impermeabilização das juntas. Essa massa, em conjunto com as fitas microperfuradas, assegura que as juntas fiquem imperceptíveis e bem fixas.	5mm
Revestimento de acabamento	Pintura, texturas, revestimentos cerâmicos, pedras, porcelanato ou madeira, dependendo do design e funcionalidade desejados.	Variável

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

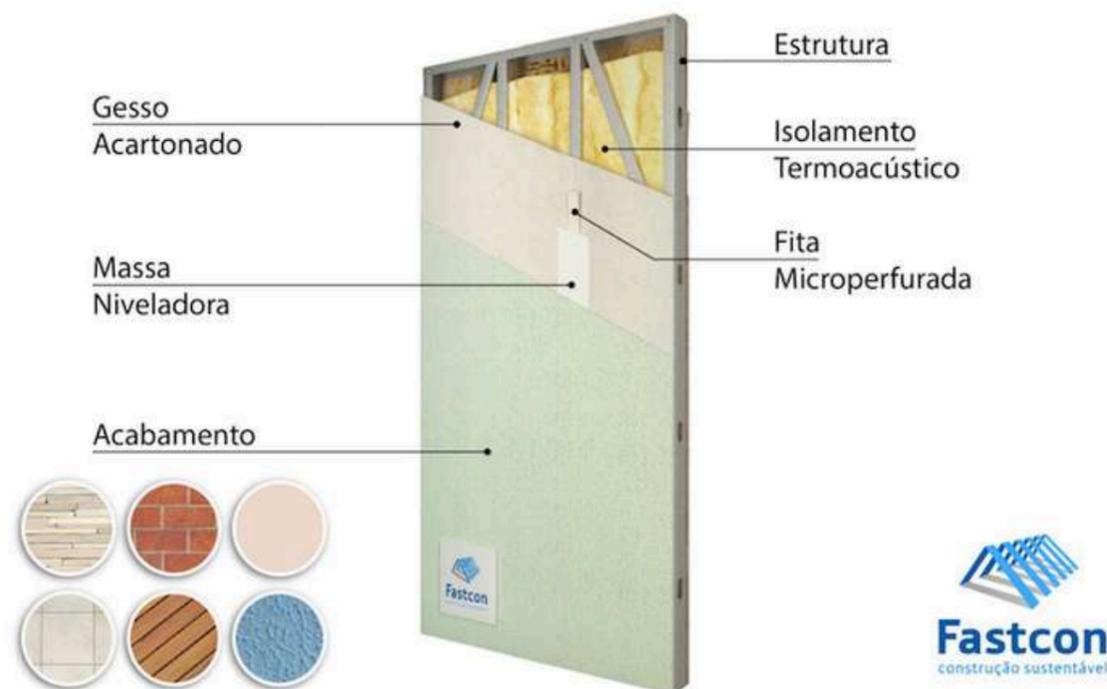
Figura 70: Placas de gesso acartonado



Fonte: Placo do Brasil

Essa configuração, com a estrutura de 70 mm, placas de gesso de 12,5 mm em cada lado e a massa niveladora de 5 mm, totaliza 100 mm de espessura, proporcionando resistência, isolamento e acabamento de alta qualidade para ambientes internos.

Figura 71: Estrutura Interna de Parede no Sistema Steel Frame utilizado no projeto



Fonte: InovaCivil

5.10.3.2 Revestimento Externo

Placas cimentícias (Figura 72) são recomendadas em áreas sujeitas à umidade, substituindo o gesso acartonado, e em locais com variações climáticas extremas. São compostas por cimento Portland, fibras de celulose ou sintéticas e agregados. Existem dois tipos principais no mercado: as com fibras dispersas e as com malha de fibra de vidro em ambas as superfícies. O primeiro tipo surgiu de matrizes que continham amianto, enquanto o segundo tipo oferece maior resistência, sendo utilizado em pisos e superfícies mais exigentes. Com restrições legais a respeito do uso desse tipo de fibra, as chapas ganharam fibras plásticas, de vidro ou celulósicas (Loturco, 2003).

As principais características das placas cimentícias são:

- Alta resistência a impactos, adequada para fechamentos externos;
- Grande resistência à umidade e intempéries;
- Material incombustível;
- Flexibilidade para curvaturas quando saturadas, com raio de até 3 metros;
- Leveza (até 18 kg/m²), facilitando o manuseio sem necessidade de equipamentos de içamento;
- Compatível com diversos acabamentos (pintura acrílica, cerâmica, pedras naturais);
- Fácil corte com ferramentas de metal duro;
- Instalação rápida, similar ao sistema de gesso acartonado.

Figura 72: Placa cimentícia



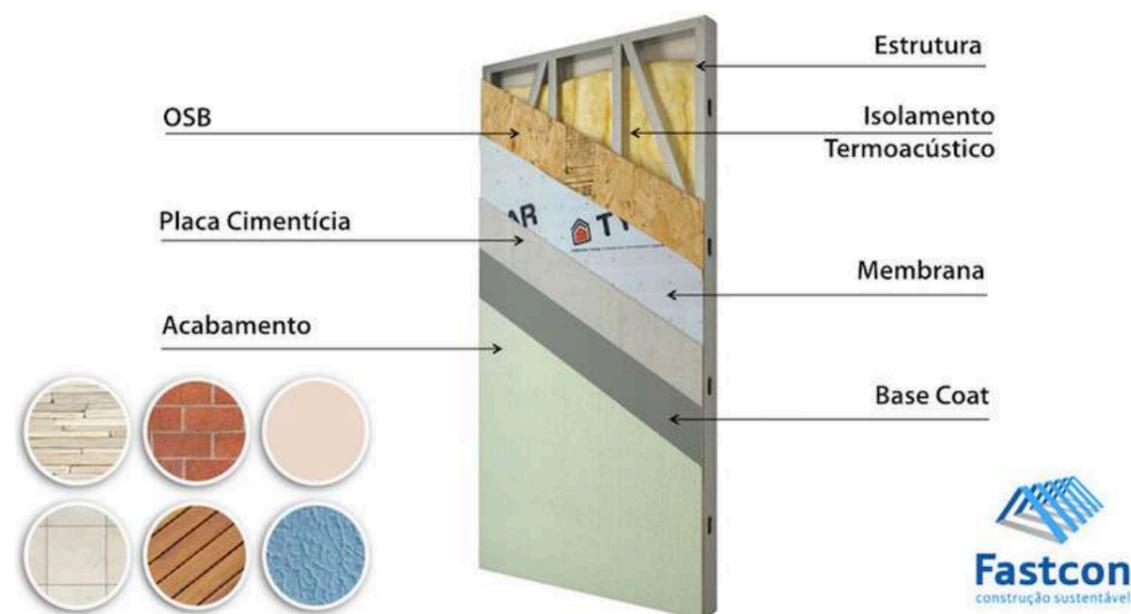
Fonte: Infibra

As dimensões das chapas cimentícias podem variar conforme o fabricante, mas as mais comuns no mercado possuem 1,20 m de largura e comprimentos que variam entre 2,00 m, 2,40 m e 3,00 m. A espessura dessas chapas também varia, sendo os tamanhos mais utilizados de 6 mm, 10 mm e 12 mm, embora outras espessuras possam ser encontradas, dependendo da aplicação e função específica da placa.

Para o desenvolvimento do projeto, foram utilizadas placas cimentícias de 12 mm de espessura em cada lado. Além disso, empregou-se um perfil steel frame de 100 mm, uma membrana de 3 mm, uma camada base (base coat) de 5 mm, além da placa OSB (Oriented Strand Board) em ambos os lados de 9mm, totalizando uma espessura de 150 mm.

A Figura 73 ilustra a estrutura externa de um sistema de construção em steel frame, destacando os componentes empregados na construção de uma parede, demonstrando de que forma os elementos descritos na Tabela 9 foram aplicados no projeto.

Figura 73: Estrutura Externa de Parede no Sistema Steel Frame utilizado no projeto



Fonte: InovaCivil

Tabela 9: Aplicação do revestimento externo proposto no projeto

APLICAÇÃO DO REVESTIMENTO EXTERNO		
ESTRUTURA	APLICAÇÃO GERAL	APLICAÇÃO NO PROJETO
Perfil Steel Frame	Utilizada como o esqueleto da parede, é composta por perfis metálicos de aço galvanizado, tratados com anticorrosivo para garantir durabilidade e resistência.	100mm
Lã de vidro ou lã de rocha	Esses materiais são aplicados dentro dos painéis, funcionando como isolantes térmicos e acústicos, proporcionando maior conforto aos ocupantes. Normalmente utilizada entre 50 mm a 100 mm em áreas externas.	100mm
Placa cimentícia	Utilizada para auxiliar na planicidade e para evitar deformações por variação de temperatura. É composta por massa de cimento reforçada com fibra de vidro.	12mm
Placa OSB (Oriented Strand Board)	Fabricado a partir de lascas de madeira orientadas em camadas, unidas por resinas e submetidas a alta pressão e temperatura. É amplamente utilizado na construção civil devido às suas características de resistência e versatilidade.	9mm
Base Coat	É o revestimento da placa cimentícia, responsável pela impermeabilização e por fazer as juntas da placa cimentícia desaparecerem.	5mm
Membrana	Impede a entrada da umidade, mas permite a transpiração da edificação. Assim, serve principalmente para evitar a formação de mofo e de infiltrações.	3mm
Revestimento de acabamento	Pintura, texturas, revestimentos cerâmicos, pedras, porcelanato ou madeira, dependendo do design e funcionalidade desejados.	Variável

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

5.11 PISOS E LAJES

As lajes e pisos em painel Ultraboard desempenham um papel fundamental nas soluções de materiais modernos, proporcionando leveza, eficiência e versatilidade ao sistema construtivo. Esses elementos são responsáveis por suportar e distribuir as cargas de uso da edificação, além de garantir estabilidade estrutural. A combinação de lajes e pisos em painel Ultraboard é amplamente utilizada devido à rapidez de execução, flexibilidade e menor impacto ambiental.

O painel Ultraboard da Brasilit (Figura 74), projetado para construção a seco de pisos e lajes, tanto em áreas internas quanto externas. Esse painel de fibrocimento é instalado sobre estruturas metálicas, steel frame ou wood frame, oferecendo resistência e durabilidade. Com espessura de 48 mm, ele pode suportar diferentes cargas, com vãos variando entre 0,83 m e 1,25 m, dependendo do tipo de apoio. Além disso, o Ultraboard é leve e possui excelente isolamento térmico e acústico, sendo ideal para ambientes como banheiros, cozinhas, varandas e coberturas.

Sua instalação é simples, com poucas etapas, incluindo o aparafusamento à estrutura e o tratamento das juntas entre os painéis, o que o torna uma solução eficiente e prática para projetos de construção (Figura 75).

Figura 74: Painéis Ultraboard Brasilit



Fonte: Brasilit (2024)

Figura 75: Painéis Ultraboard fixados com três apoios auxiliares



Fonte: Brasilit (2024)

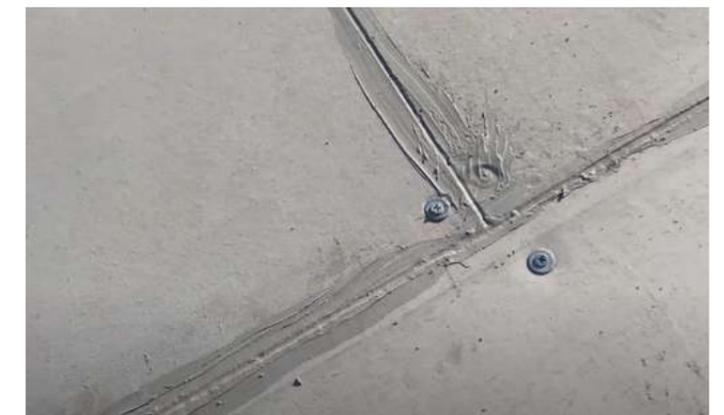
No projeto, foram utilizadas placas de 48 mm que são apoiadas sobre perfis metálicos tubulares galvanizado fixadas entre a base, garantindo segurança e estabilidade para os pisos e lajes. Para vedação das frestas e encaixes entre as placas, foi aplicado selante PU (poliuretano) (Figura 76), que garante proteção eficiente contra infiltrações de água, poeira e ruídos, além de permitir a movimentação natural da estrutura sem comprometer a vedação. Esse material é aplicado nas juntas entre os painéis antes do acabamento, proporcionando uma solução duradoura que previne infiltrações e assegura a integridade do sistema construtivo, conforme demonstrado na Figura 77.

Figura 76: Selante PU 40



Fonte: Fati Ferramentas (2024)

Figura 77: Painéis Ultraboard após aplicação do selante PU 40



Fonte: Reprodução Entre Pra Morar (2023)

5.12 COBERTURA

A cobertura, ou telhado, é a parte da construção responsável por proteger o edifício contra diversas condições climáticas, além de também poder cumprir uma função estética. Existem inúmeras soluções estruturais para a cobertura de uma edificação, e sua escolha depende de fatores como o tamanho do vão a ser coberto, cargas suportadas, preferências estéticas e considerações econômicas.

Casas com telhado embutido conferem ao projeto um aspecto moderno (Figura 78) e oferecem uma melhor relação custo-benefício em comparação ao telhado aparente. Esse tipo de cobertura é assim chamado porque o telhado fica oculto atrás de uma platibanda, que finaliza o acabamento da construção.

Neste projeto, foram utilizados perfis metálicos para a cobertura, sendo composta por treliça, caibros e ripas, proporcionando resistência e suporte à cobertura. Telhas metálicas do tipo sanduíche, com uma inclinação de 5% (Figura 79), foram escolhidas, assegurando uma drenagem eficiente das águas pluviais, além de oferecer ótimo isolamento térmico e acústico.

A cobertura foi complementada por uma platibanda de 50 cm de altura, que agregou valor estético e reforçou a proteção contra ventos e chuvas. Para garantir a captação e o escoamento adequados da água, foi instalada uma calha metálica, o que contribui para a longevidade da estrutura e previne infiltrações.

Figura 78: Estrutura do telhado embutido



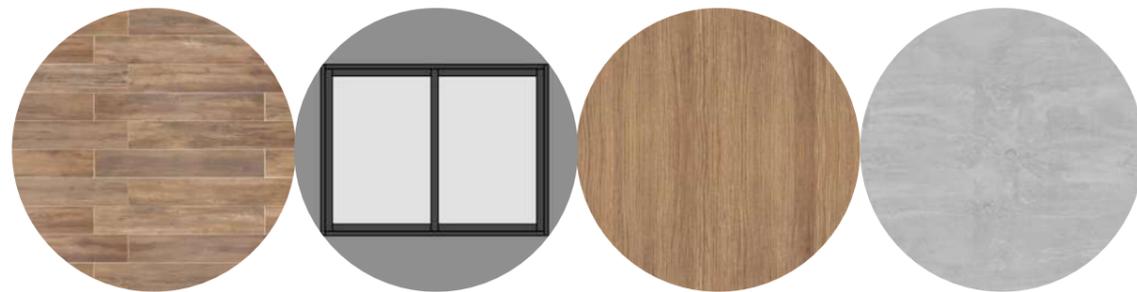
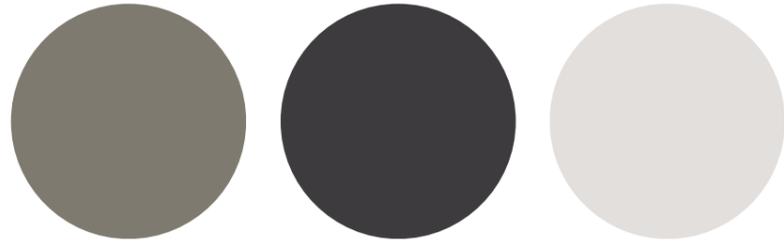
Fonte: Contruindo Para Morar (2022)

Figura 79: Telha metálica sanduíche



Fonte: Galvisteel (2024)

5.13 PALETA DE CORES



O moodboard do projeto reflete uma paleta contemporânea e sofisticada, com o uso predominante de cores neutras e acabamentos naturais. As tintas em preto e cinza estabelecem um contraste elegante, criando uma base discreta e moderna. O revestimento cerâmico com textura de madeira adiciona um toque aconchegante aos espaços, equilibrando a estética (Figura 80).

As portas de giro em madeira tauari complementam essa sensação de naturalidade, enquanto as janelas e portas de correr, em perfis pretos e vidro incolor, trazem leveza e modernidade ao ambiente. As janelas de dois e quatro folhas, assim como as maxim-ar, garantem a entrada de luz natural, mantendo o visual limpo e minimalista.

Externamente, a textura de cimento queimado em cinza médio foi escolhida para conferir um ar industrial sofisticado, combinada com pisos e pisadas em concreto natural, criando uma transição harmoniosa entre os ambientes internos e externos. O conjunto resulta em um design equilibrado, funcional e visualmente impactante.

Figura 80: Vista da entrada principal com o uso da paleta de cores



Fonte: Autor, 2024

5.14 SUSTENTABILIDADE

“A construção civil hoje é responsável sozinha por até 70% de todo lixo gerado nos centros urbanos” (Savassi e Ponce Chica, 2022, p. 53). A modulação de uma estrutura metálica pode desempenhar um papel importante na promoção da sustentabilidade em projetos de construção. Savassi e Ponce Chica (2022, p. 53) entende a sustentabilidade como um tripé composto por aspectos sociais, ambientais e econômicos, onde a construção modular apresenta características que favorecem sustentabilidade, conforme destacado abaixo:

- “Condições de trabalho mais seguras e salubres;
- Qualificação do trabalhador da construção civil;
- Menor desperdício de materiais;
- Redução nos resíduos gerados;
- Menor utilização de recursos naturais como água, cimento, madeira, pedra, brita, etc;
- Utilização de materiais reciclados, recicláveis e renováveis;
- Possibilidade de reutilização dos módulos tanto para outros usos quanto o mesmo;
- Módulo em locais diferentes – gerando um tempo de vida útil maior do ambiente construído;
- Edificações mais eficientes que consomem menos energia;
- Sistema construtivo seco com pegada de carbono menor.”

Por se tratar de um sistema relativamente novo no mercado brasileiro, a construção metálica modular contribui para a redução de resíduos, o uso eficiente de recursos, a reutilização de materiais e a minimização do impacto ambiental. “A construção offsite permite um melhor controle do uso de materiais, resultando em redução do desperdício e melhor aproveitamento dos insumos em ambiente de fábrica” (Savassi e Ponce Chica, 2022, p. 53).

Figura 81: Vista 1 do paisagismo da residência

Fonte: Autor, 2024



Figura 82: Vista 2 do paisagismo da residência

Fonte: Autor, 2024



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A combinação de estrutura metálica com construção modular apresenta-se como uma solução promissora para o mercado de residências unifamiliares, promovendo vantagens significativas, como rapidez na construção, flexibilidade e agilidade, redução das solicitações nas fundações, aumento da área útil. A padronização e a flexibilidade do processo construtivo modular, aliadas à resistência e durabilidade das estruturas metálicas, oferecem uma alternativa viável aos métodos tradicionais. Contudo, desafios como a qualificação da mão de obra e as questões logísticas, especialmente em regiões de difícil acesso, devem ser enfrentados para garantir o pleno aproveitamento dessa técnica construtiva.

Além disso, seria interessante realizar uma comparação de preços entre o método construtivo tradicional em concreto armado e a construção com estrutura metálica e steel frame. Essa análise poderia oferecer uma visão mais completa sobre as vantagens econômicas e as possíveis economias geradas pelo uso da construção modular e da estrutura metálica. Comparar os custos de materiais, mão de obra, e o tempo de execução de cada método permitiria uma avaliação mais aprofundada, destacando aspectos como economia a longo prazo, redução de desperdício e impacto na produtividade.

O projeto realizado aponta que, com o planejamento adequado e a colaboração interdisciplinar entre arquitetos e engenheiros, essas tecnologias podem contribuir para a criação de soluções habitacionais modernas, alinhadas às demandas contemporâneas por eficiência energética e redução de impactos ambientais. O sucesso da adoção em larga escala depende não só da superação desses desafios, mas também da conscientização do mercado sobre as vantagens dessa abordagem.

Portanto, conclui-se que a estrutura metálica e a construção modular têm grande potencial para revolucionar a construção civil, desde que sejam acompanhadas por investimentos em capacitação técnica e soluções logísticas adequadas. Assim, é possível vislumbrar um futuro em que essas técnicas se consolidem como práticas comuns, promovendo um avanço significativo na qualidade e sustentabilidade das construções habitacionais.



Figura 83: Fachada conjunto de módulos do térreo
Fonte: Autor, 2024



Figura 84: Fachada conjunto de módulos do térreo ampliado
Fonte: Autor, 2024

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE BLOCOS E CHAPAS DE GESSO - ABRAGESSO. **Manual de montagem de sistemas drywall**. São Paulo: Pini, 2004.

CHAMBERLAIN, Zacarias; FICANHA, Ricardo; FABEANE, Ricardo. **Projeto e Cálculo de Estruturas de Aço: Edifício Industrial Detalhado**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 235 p.

FREITAS, Filipe. **Construção modular sustentável: propostas de um projeto tipo**. 2014. 307 p. Dissertação de mestrado – Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Viana do Castelo, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/20.500.11960/1146>>. Acesso em: 11 maio 2024.

CASTRO, Betina. **Utilização de estruturas metálicas em edificações residenciais unifamiliares**. 2005. 207 p. Pós-graduação - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.

ISO 6241: **Performance standards in buildings: principles for their preparation and factors to be considered**. Londres, 1984.

KRÜGER, P. von. **Análise de Painéis de Vedação nas edificações em estrutura metálica**. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2000.

LOTURCO, Bruno. **Chapas cimentícias são alternativa rápida para uso interno ou externo**. Revista Técnica, São Paulo, nº 79, p. 62-66. PINI, Out. 2003.

MARINGONI, Heloisa Martins. Coletânea do Uso do Aço: Princípios de Arquitetura em Aço. 3. ed. Gerdau Açominas, 2011.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Steel framing: arquitetura**. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2012.

SAVASSI, Felipe; PONCE CHICA, Carolina. **Construção Modular**. Rio de Janeiro: CBCA, 2022. 103 p.

RODRIGUES, Francisco Carlos; CALDAS, Rodrigo Barreto. **Steel framing: engenharia**. Rio de Janeiro: Aço Brasil/CBCA, 2016.

RODRIGUES, Hugo. **Construção Offsite: Um estudo sobre o Método Modular de Construção**. 2021. 12 p. Trabalho de conclusão de curso - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2021.

VIÇOSA. **Lei nº 1.420, de 21 de dezembro de 2000**. Institui a Lei de Ocupação, Uso do Solo e Zoneamento do Município de Viçosa. Viçosa. Câmara Municipal, 2000.

VIÇOSA. **Lei nº 1633, de 15 de maio de 2023**. Dispõe sobre o Código de Obras e Edificações do Município de Viçosa. Viçosa. Câmara Municipal, 2023.

VIÇOSA. **Lei nº 3.018, de 10 de setembro de 2024**. Dispõe sobre a Revisão do Plano Diretor do Município de Viçosa. Viçosa. Câmara Municipal, 2024.

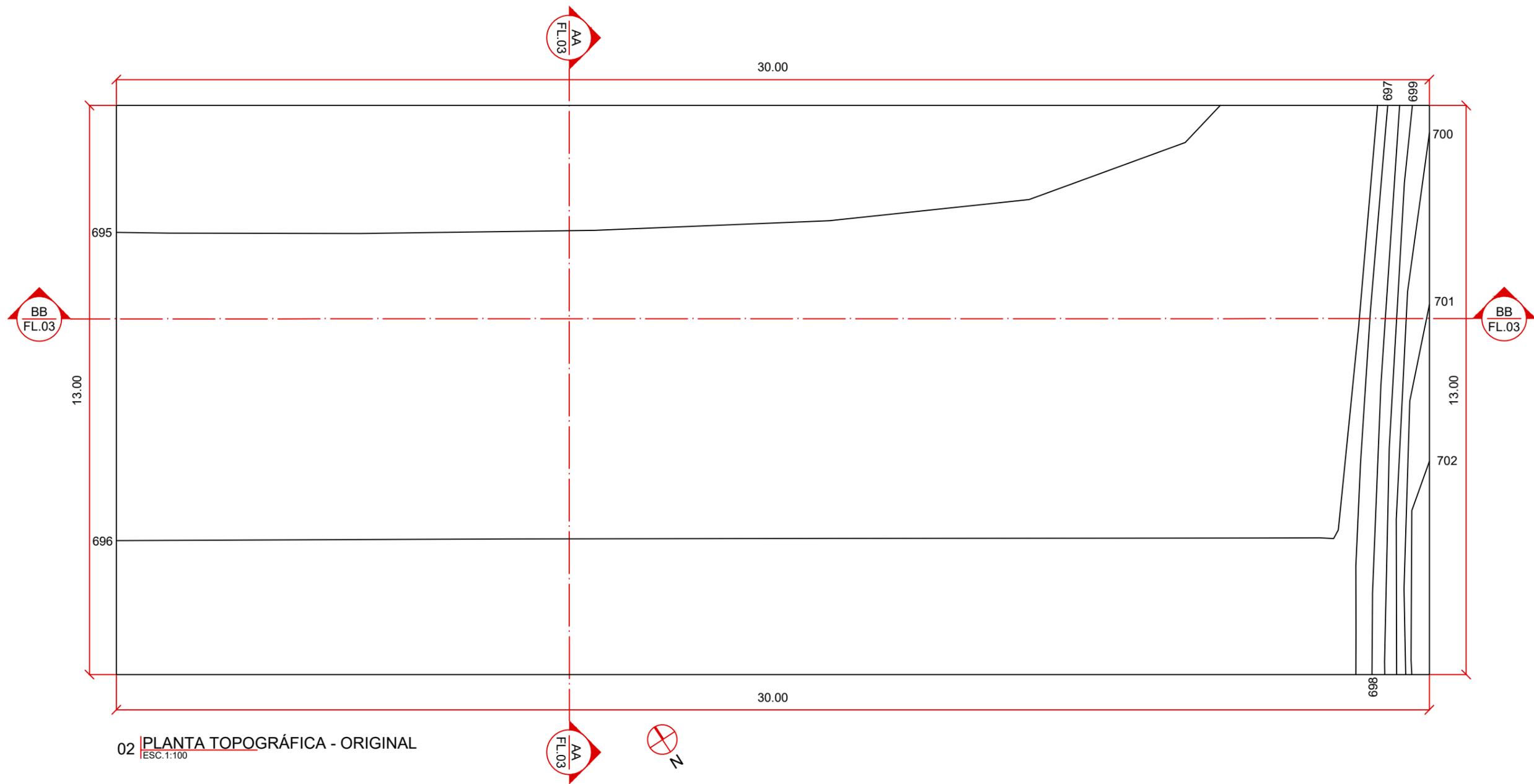
APÊNDICES

PRANCHAS TÉCNICAS

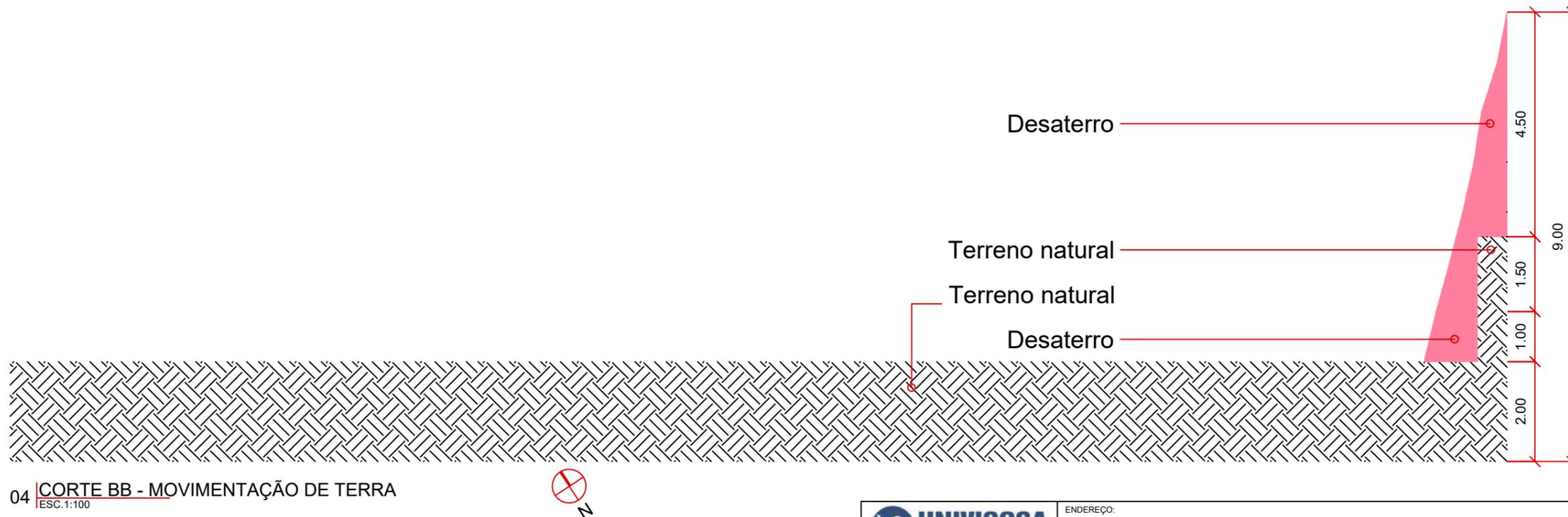
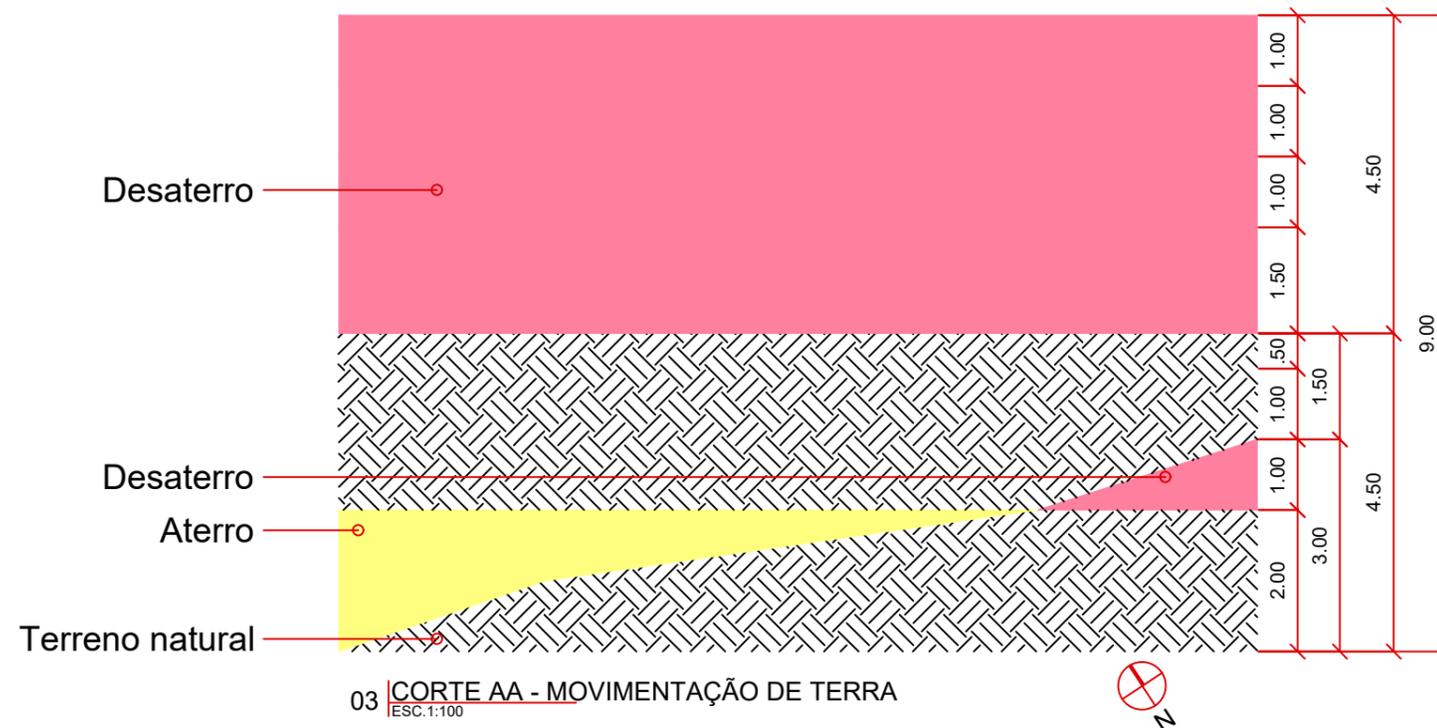


01 PLANTA DE SITUAÇÃO
ESC. 1:1000

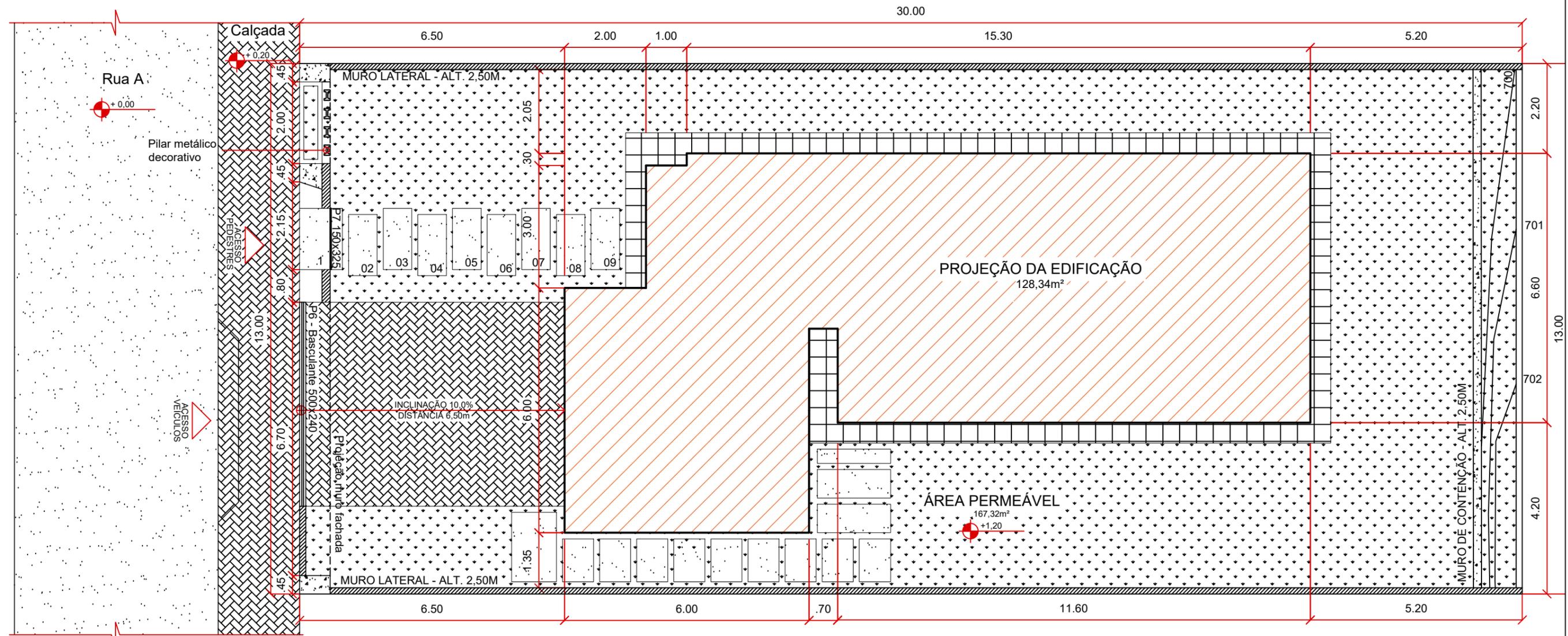
		ENDEREÇO: AV. MARIA DE PAULA SANTANA, Nº 3815, BAIRRO SILVESTRE, VIÇOSA/MG	
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO		DISCIPLINA: CCE002 - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II	DATA: 30/10/2024
DISCENTE: HUDSON LOPES COELHO STOPPA - 20116		ORIENTADOR: PROF. DE. ERALDO COELHO	ESCALA: INDICADA
ÁREA DO LOTE (m²): 389,80 m²	ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA (m²): 150,00 m², sendo: PAV. 01 - 114,00 m² PAV. 02 - 36,00 m²	ÁREA PERMEÁVEL (m²): 169,36 m²	TAXA DE PERMEABILIDADE - T.P (%): 33,87 %
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO - C.A: 0,39 %	TAXA DE OCUPAÇÃO - T.O (%): 38,48 %	USO: RESIDENCIAL	ZONA: ZR1
ENDEREÇO DO LOTE: RESIDENCIAL GREEN VILE / RUA A, SANTO ANTÔNIO, VIÇOSA-MG		CONTEÚDO: PLANTA DE SITUAÇÃO	FOLHA: 01 / 13



		ENDEREÇO: AV. MARIA DE PAULA SANTANA, Nº 3815, BAIRRO SILVESTRE, VIÇOSA/MG	
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO		DISCIPLINA: CCE002 - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II	DATA: 30/10/2024
DISCENTE: HUDSON LOPES COELHO STOPPA - 20116		ORIENTADOR: PROF. DE. ERALDO COELHO	ESCALA: INDICADA
ÁREA DO LOTE (m²): 389,80 m²	ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA (m²): 150,00 m², sendo: PAV. 01 - 114,00 m² PAV. 02 - 36,00 m²	ÁREA PERMEÁVEL (m²): 169,36 m²	TAXA DE PERMEABILIDADE - T.P (%): 33,87 %
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO - C.A: 0,39 %	TAXA DE OCUPAÇÃO - T.O (%): 38,48 %	USO: RESIDENCIAL	ZONA: ZR1
ENDEREÇO DO LOTE: RESIDENCIAL GREEN VILE / RUA A, SANTO ANTÔNIO, VIÇOSA-MG		CONTEÚDO: PLANTA TOPOGRÁFICA - ORIGINAL	FOLHA: 02 / 13

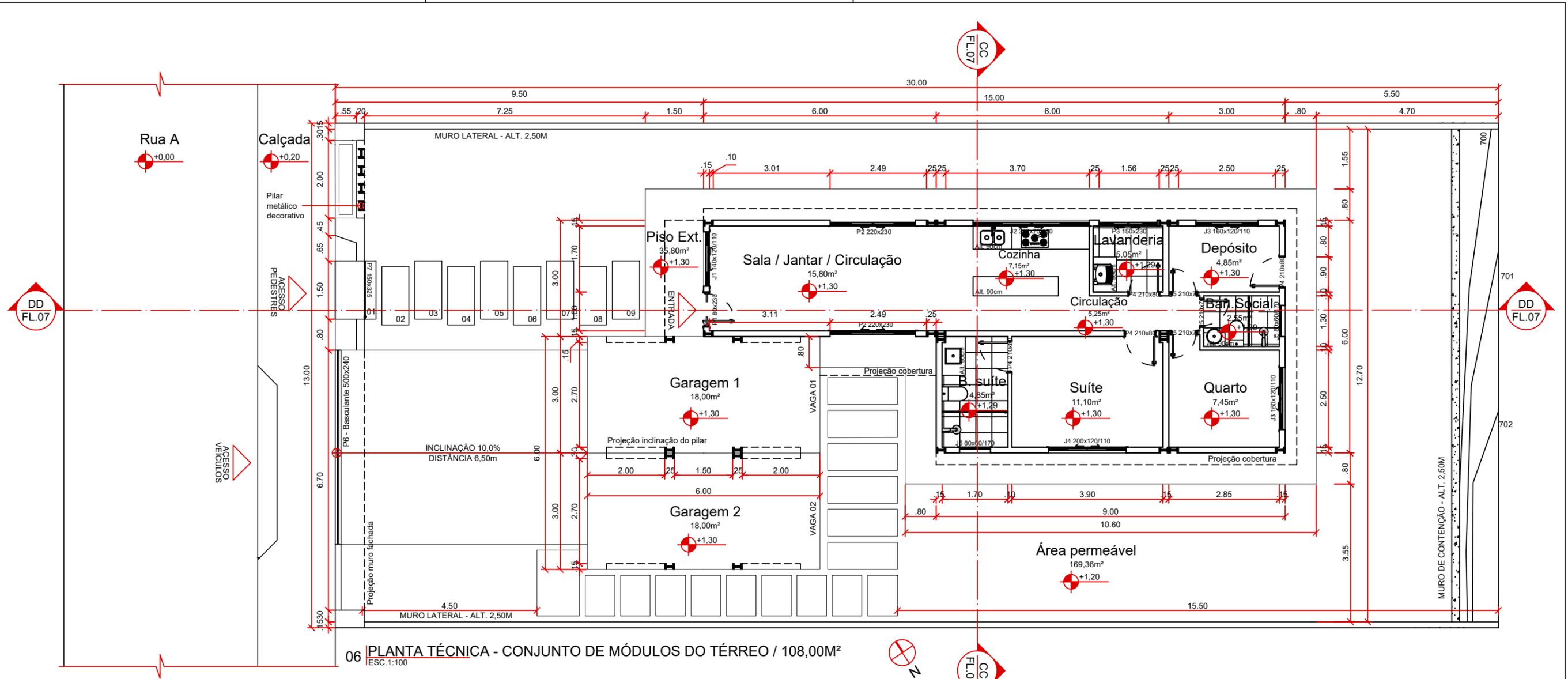


		ENDEREÇO: AV. MARIA DE PAULA SANTANA, Nº 3815, BAIRRO SILVESTRE, VIÇOSA/MG	
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO		DISCIPLINA: CCE002 - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II	DATA: 30/10/2024
DISCENTE: HUDSON LOPES COELHO STOPPA - 20116		ORIENTADOR: PROF. DE. ERALDO COELHO	ESCALA: INDICADA
ÁREA DO LOTE (m²): 389,80 m²	ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA (m²): 150,00 m², sendo: PAV. 01 - 114,00 m² PAV. 02 - 36,00 m²	ÁREA PERMEÁVEL (m²): 169,36 m²	TAXA DE PERMEABILIDADE - T.P (%): 33,87 %
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO - C.A: 0,39 %	TAXA DE OCUPAÇÃO - T.O (%): 38,48 %	USO: RESIDENCIAL	ZONA: ZR1
ENDEREÇO DO LOTE: RESIDENCIAL GREEN VILE / RUA A, SANTO ANTÔNIO, VIÇOSA-MG		CONTEÚDO: CORTE AA - MOVIMENTAÇÃO DE TERRA; CORTE BB - MOVIMENTAÇÃO DE TERRA	FOLHA: 03 13



05 PLANTA DE IMPLANTAÇÃO
ESC. 1:100

		ENDEREÇO: AV. MARIA DE PAULA SANTANA, Nº 3815, BAIRRO SILVESTRE, VIÇOSA/MG	
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO		DISCIPLINA: CCE002 - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II	DATA: 30/10/2024
DISCENTE: HUDSON LOPES COELHO STOPPA - 20116		ORIENTADOR: PROF. DE. ERALDO COELHO	ESCALA: INDICADA
ÁREA DO LOTE (m²): 389,80 m²	ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA (m²): 150,00 m², sendo: PAV. 01 - 114,00 m² PAV. 02 - 36,00 m²	ÁREA PERMEÁVEL (m²): 169,36 m²	TAXA DE PERMEABILIDADE - T.P (%): 33,87 %
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO - C.A: 0,39 %	TAXA DE OCUPAÇÃO - T.O (%): 38,48 %	USO: RESIDENCIAL	ZONA: ZR1
ENDEREÇO DO LOTE: RESIDENCIAL GREEN VILE / RUA A, SANTO ANTÔNIO, VIÇOSA-MG		CONTEÚDO: PLANTA DE IMPLANTAÇÃO	
			FOLHA: 04 / 13



06 PLANTA TÉCNICA - CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO / 108,00M²
ESC.1:100

QUADRO DE ESQUADRIAS - CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO

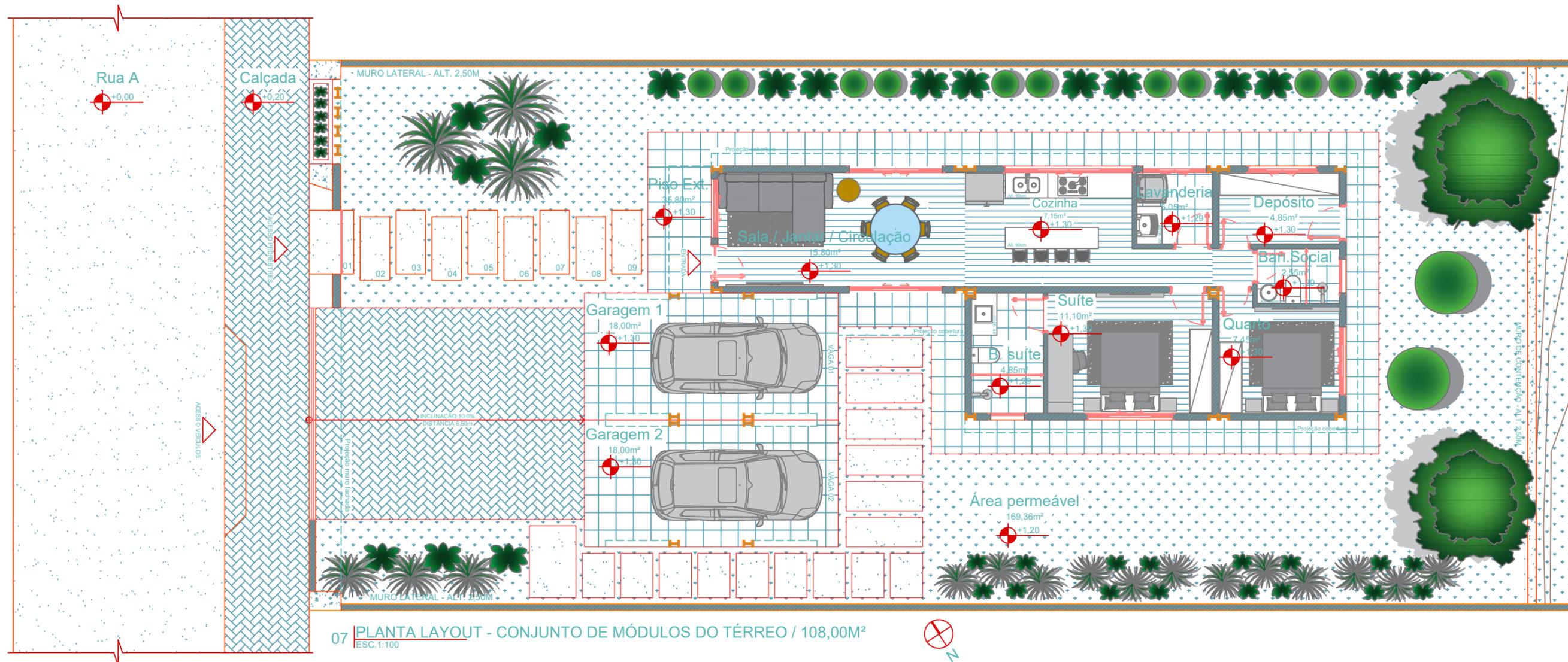
JANELAS

CÓD.	UN	ALTURA (cm)	LARGURA (cm)	PEITORIL (cm)	TIPO	MATERIAL
J1	1	140	120	110	Correr, 2 folhas	Alumínio e vidro
J2	1	300	70	110	Correr, 4 folhas	Alumínio e vidro
J3	2	160	120	110	Correr, 2 folhas	Alumínio e vidro
J4	1	200	120	110	Correr, 2 folhas	Alumínio e vidro
J5	2	80	60	170	Maximum Ar	Alumínio e vidro

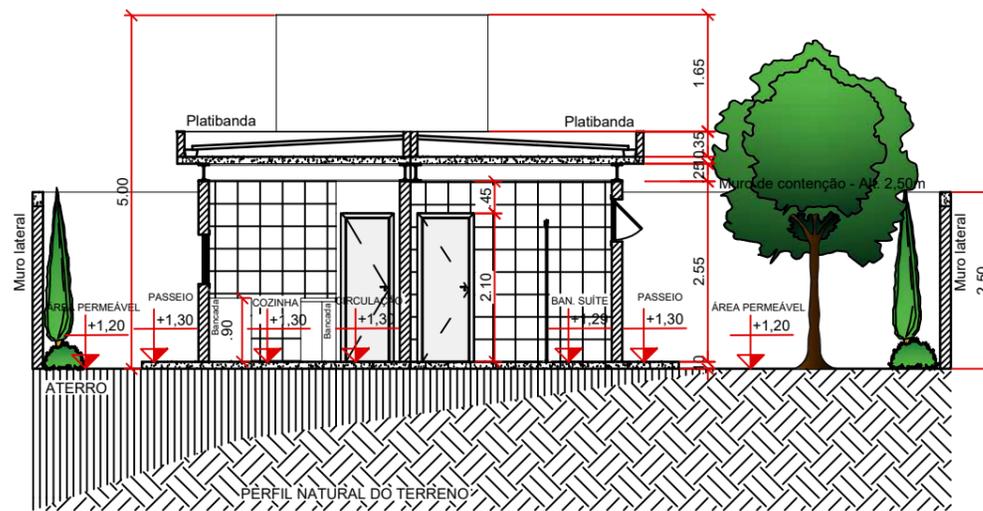
PORTAS

CÓD.	UN	ALTURA (cm)	LARGURA (cm)	PEITORIL (cm)	TIPO	MATERIAL
P1	1	230	80	-	Pivotante	Madeira
P2	2	230	220	-	Correr, 2 folhas	Alumínio e vidro
P3	1	230	150	-	Correr, 2 folhas	Alumínio e vidro
P4	4	210	80	-	Giro	Madeira
P5	3	210	70	-	Giro	Madeira
P6	1	240	500	-	Basculante	Alumínio
P7	1	325	150	-	Correr	Alumínio

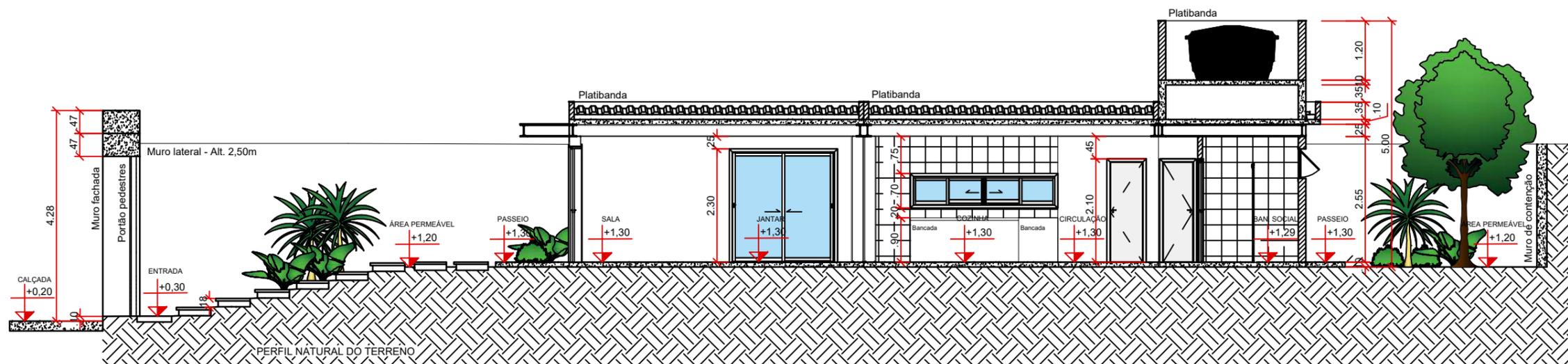
		ENDEREÇO: AV. MARIA DE PAULA SANTANA, Nº 3815, BAIRRO SILVESTRE, VIÇOSA/MG	
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO		DISCIPLINA: CCE002 - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II	DATA: 30/10/2024
DISCENTE: HUDSON LOPES COELHO STOPPA - 20116		ORIENTADOR: PROF. DE. ERALDO COELHO	
ESCALA: INDICADA			
ZONA: ZR1	FOLHA: 05	TAXA DE PERMEABILIDADE - T.P (%): 33,87 %	
FOLHA: 13	TAXA DE OCUPAÇÃO - T.O (%): 38,48 %	USO: RESIDENCIAL	
ENDEREÇO DO LOTE: RESIDENCIAL GREEN VILE / RUA A, SANTO ANTÔNIO, VIÇOSA-MG		CONTEÚDO: PLANTA TÉCNICA - CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO	



		ENDEREÇO: AV. MARIA DE PAULA SANTANA, Nº 3815, BAIRRO SILVESTRE, VIÇOSA/MG	
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO		DISCIPLINA: CCE002 - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II	
DISCENTE: HUDSON LOPES COELHO STOPPA - 20116		ORIENTADOR: PROF. DE. ERALDO COELHO	
DATA: 30/10/2024	ESCALA: INDICADA	ZONA: ZR1	FOLHA: 06
ÁREA DO LOTE (m ²): 389,80 m ²	ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA (m ²): 150,00 m ² , sendo: PAV. 01 - 114,00 m ² PAV. 02 - 36,00 m ²	ÁREA PERMEÁVEL (m ²): 169,36 m ²	TAXA DE PERMEABILIDADE - T.P (%): 33,87 %
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO - C.A: 0,39 %	TAXA DE OCUPAÇÃO - T.O (%): 38,48 %	USO: RESIDENCIAL	FOLHA: 13
ENDEREÇO DO LOTE: RESIDENCIAL GREEN VILE / RUA A, SANTO ANTÔNIO, VIÇOSA-MG		CONTEÚDO: PLANTA DE LAYOUT - CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO	



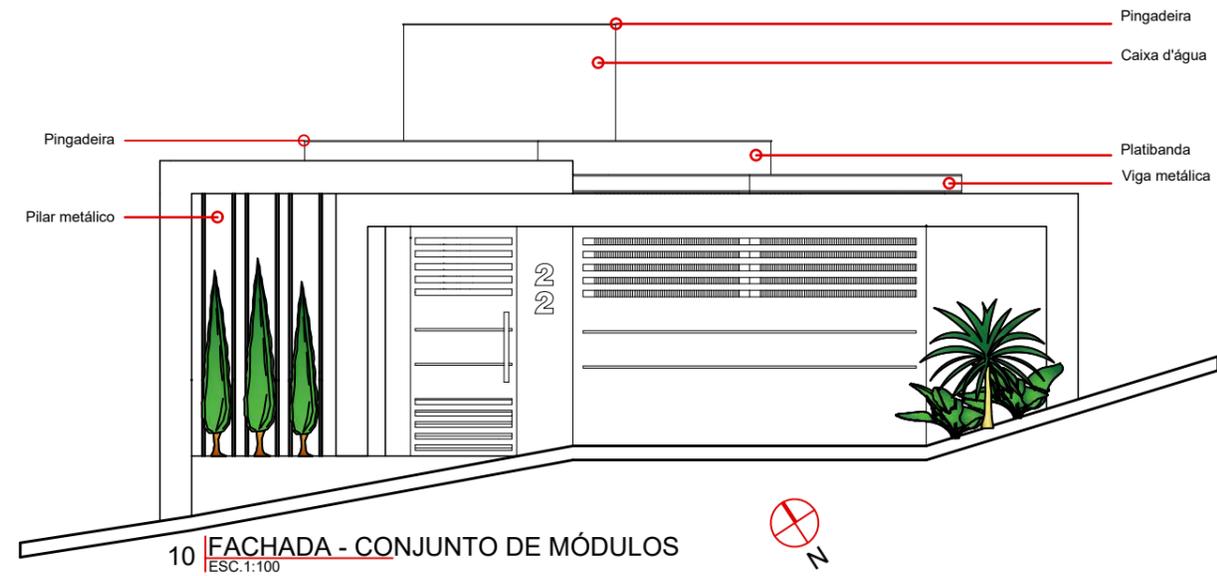
08 CORTE CC - CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO
ESC. 1:100



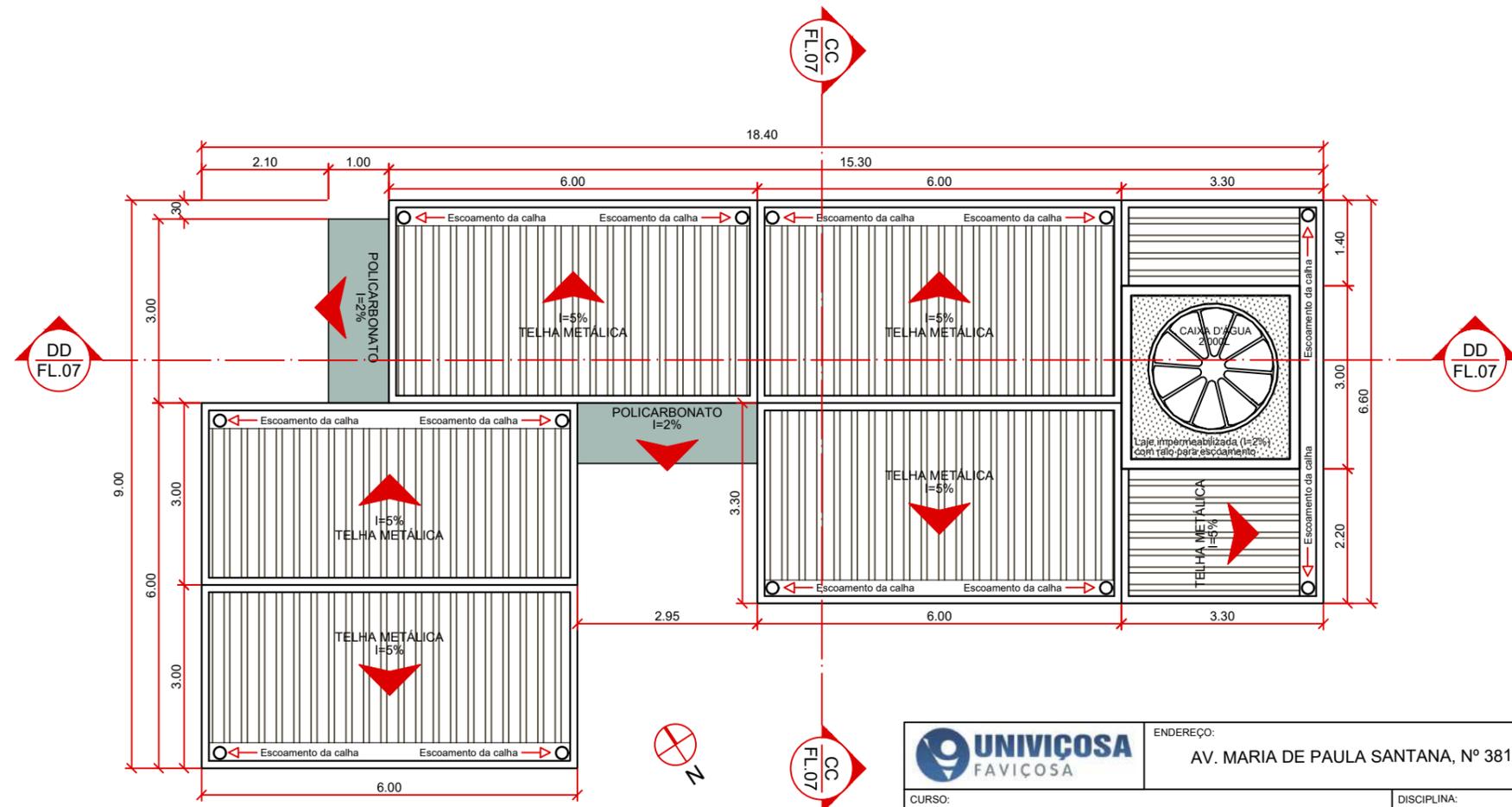
09 CORTE DD - CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO
ESC. 1:100



		ENDEREÇO: AV. MARIA DE PAULA SANTANA, Nº 3815, BAIRRO SILVESTRE, VIÇOSA/MG	
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO		DISCIPLINA: CCE002 - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II	
DISCENTE: HUDSON LOPES COELHO STOPPA - 20116		ORIENTADOR: PROF. DE. ERALDO COELHO	
DATA: 30/10/2024		ESCALA: INDICADA	
ÁREA DO LOTE (m²): 389,80 m²	ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA (m²): 150,00 m², sendo: PAV. 01 - 114,00 m² PAV. 02 - 36,00 m²	ÁREA PERMEÁVEL (m²): 169,36 m²	TAXA DE PERMEABILIDADE - T.P (%): 33,87 %
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO - C.A: 0,39 %	TAXA DE OCUPAÇÃO - T.O (%): 38,48 %	USO: RESIDENCIAL	ZONA: ZR1
ENDEREÇO DO LOTE: RESIDENCIAL GREEN VILE / RUA A, SANTO ANTÔNIO, VIÇOSA-MG		CONTEÚDO: CORTE CC - CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO; CORTE DD - CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO	
			FOLHA: 07 / 13

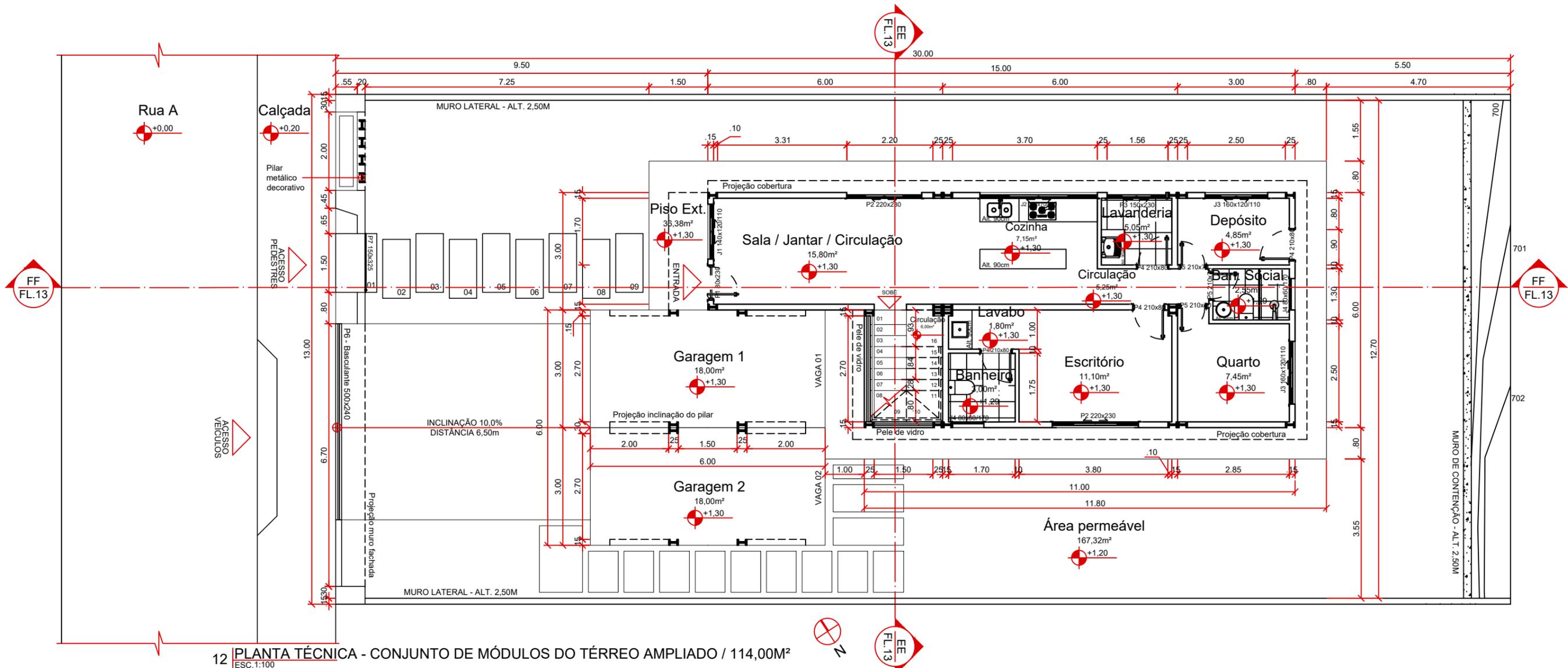


10 FACHADA - CONJUNTO DE MÓDULOS
ESC. 1:100



11 PLANTA DE COBERTURA - CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO
ESC. 1:100

		ENDEREÇO: AV. MARIA DE PAULA SANTANA, Nº 3815, BAIRRO SILVESTRE, VIÇOSA/MG	
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO	DISCIPLINA: CCE002 - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II	DATA: 30/10/2024	
DISCENTE: HUDSON LOPES COELHO STOPPA - 20116	ORIENTADOR: PROF. DE. ERALDO COELHO	ESCALA: INDICADA	
ÁREA DO LOTE (m²): 389,80 m²	ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA (m²): 150,00 m², sendo:	ÁREA PERMEÁVEL (m²): 169,36 m²	TAXA DE PERMEABILIDADE - T.P (%): 33,87 %
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO - C.A: 0,39 %	PAV. 01 - 114,00 m² PAV. 02 - 36,00 m²	TAXA DE OCUPAÇÃO - T.O (%): 38,48 %	USO: RESIDENCIAL
ENDEREÇO DO LOTE: RESIDENCIAL GREEN VILE / RUA A, SANTO ANTÔNIO, VIÇOSA-MG		CONTEÚDO: FACHADA - CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO; PLANTA DE COBERTURA - CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO	
			FOLHA: 08 / 13

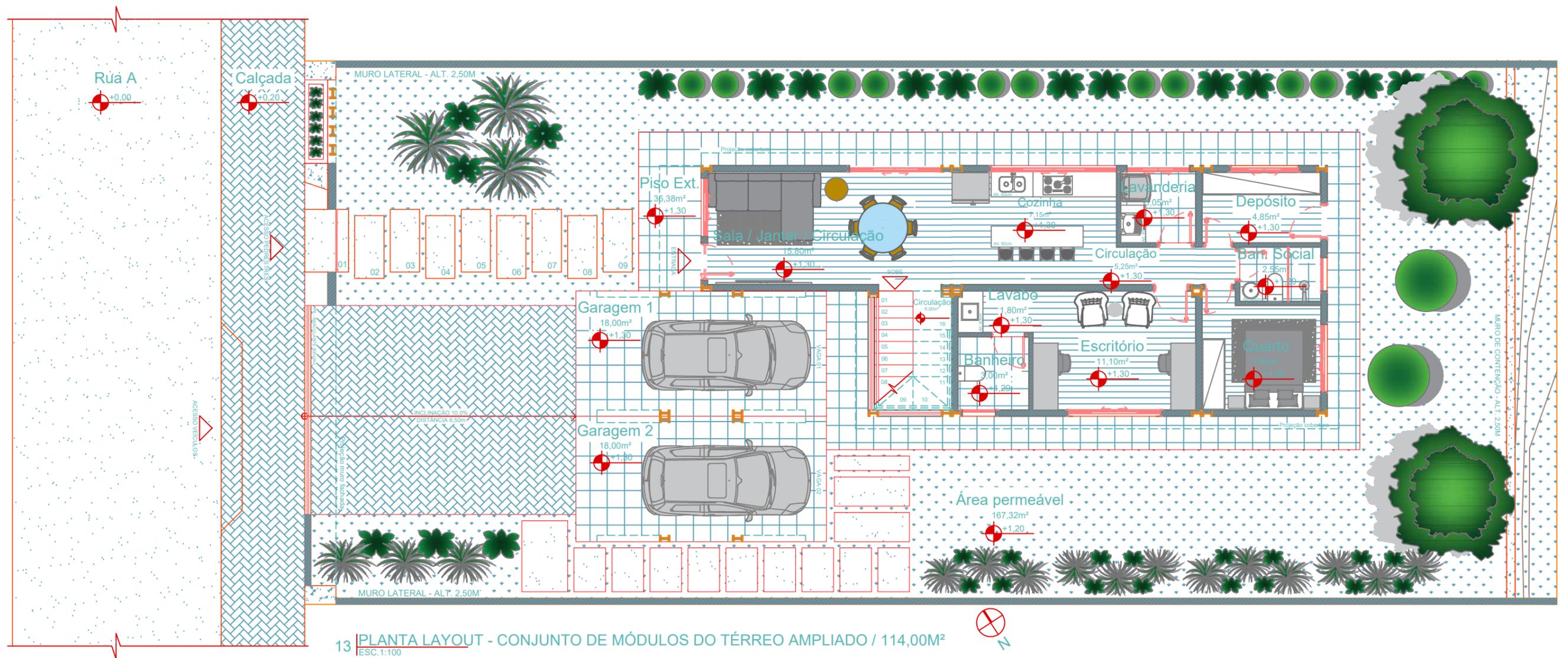


12 PLANTA TÉCNICA - CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO AMPLIADO / 114,00M²
ESC. 1:100

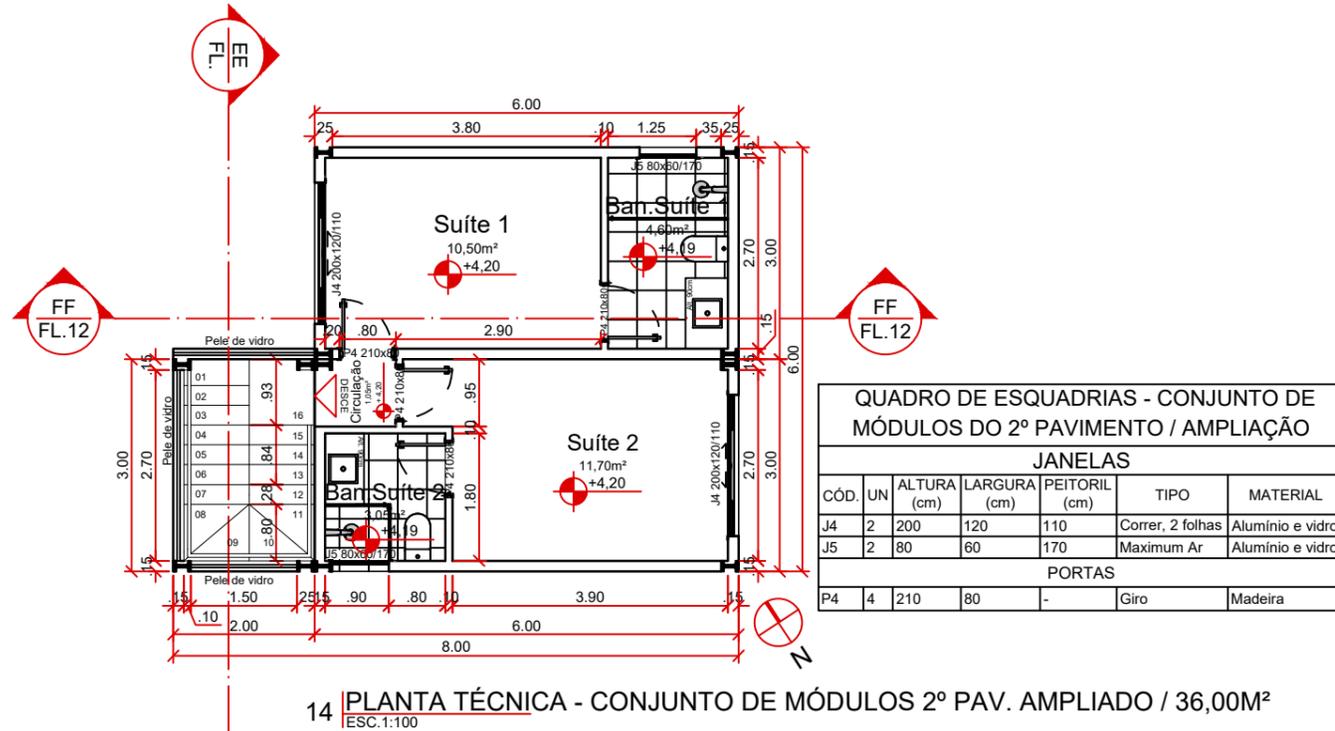
QUADRO DE ESQUADRIAS - CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO / AMPLIAÇÃO

JANELAS						
CÓD.	UN	ALTURA (cm)	LARGURA (cm)	PEITORIL (cm)	TIPO	MATERIAL
J1	1	140	120	110	Correr, 2 folhas	Alumínio e vidro
J2	1	300	70	110	Correr, 4 folhas	Alumínio e vidro
J3	2	160	120	110	Correr, 2 folhas	Alumínio e vidro
J5	2	80	60	170	Maximum Ar	Alumínio e vidro
PORTAS						
P1	1	230	80	-	Pivotante	Madeira
P2	2	230	220	-	Correr, 2 folhas	Alumínio e vidro
P3	1	230	150	-	Correr, 2 folhas	Alumínio e vidro
P4	4	210	80	-	Giro	Madeira
P5	3	210	70	-	Giro	Madeira
P6	1	240	500	-	Basculante	Alumínio
P7	1	325	150	-	Correr	Alumínio

		ENDEREÇO: AV. MARIA DE PAULA SANTANA, Nº 3815, BAIRRO SILVESTRE, VIÇOSA/MG	
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO		DISCIPLINA: CCE002 - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II	DATA: 30/10/2024
DISCENTE: HUDSON LOPES COELHO STOPPA - 20116		ORIENTADOR: PROF. DE. ERALDO COELHO	
ESCALA: INDICADA	ZONA: ZR1	FOLHA: 09 / 13	
ÁREA DO LOTE (m ²): 389,80 m ²	ÁREA TOTAL CONSTRUIDA (m ²): 150,00 m ² , sendo: PAV. 01 - 114,00 m ² PAV. 02 - 36,00 m ²	ÁREA PERMEÁVEL (m ²): 169,36 m ²	TAXA DE PERMEABILIDADE - T.P (%): 33,87 %
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO - C.A: 0,39 %	TAXA DE OCUPAÇÃO - T.O (%): 38,48 %	USO: RESIDENCIAL	CONTEÚDO: PLANTA TÉCNICA - CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO AMPLIADO
ENDEREÇO DO LOTE: RESIDENCIAL GREEN VILE / RUA A, SANTO ANTÔNIO, VIÇOSA-MG		CONTEÚDO: PLANTA TÉCNICA - CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO AMPLIADO	

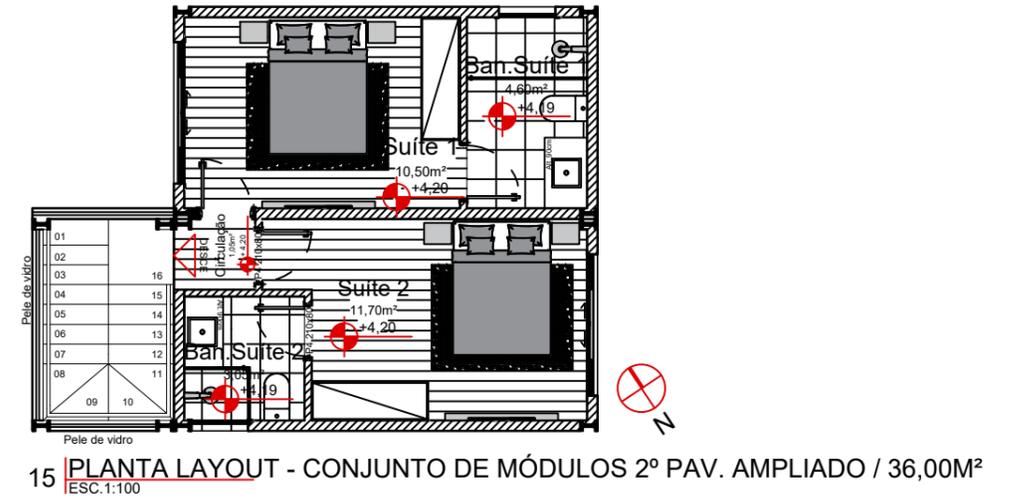


		ENDEREÇO: AV. MARIA DE PAULA SANTANA, Nº 3815, BAIRRO SILVESTRE, VIÇOSA/MG	
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO		DISCIPLINA: CCE002 - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II	DATA: 30/10/2024
DISCENTE: HUDSON LOPES COELHO STOPPA - 20116		ORIENTADOR: PROF. DE. ERALDO COELHO	ESCALA: INDICADA
ÁREA DO LOTE (m ²): 389,80 m ²	ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA (m ²): 150,00 m ² , sendo: PAV. 01 - 114,00 m ² PAV. 02 - 36,00 m ²	ÁREA PERMEÁVEL (m ²): 169,36 m ²	TAXA DE PERMEABILIDADE - T.P (%): 33,87 %
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO - C.A: 0,39 %		TAXA DE OCUPAÇÃO - T.O (%): 38,48 %	USO: RESIDENCIAL
ENDEREÇO DO LOTE: RESIDENCIAL GREEN VILE / RUA A, SANTO ANTÔNIO, VIÇOSA-MG		CONTEÚDO: PLANTA DE LAYOUT - CONJUNTO DE MÓDULOS DO TÉRREO AMPLIADO	FOLHA: 10 / 13

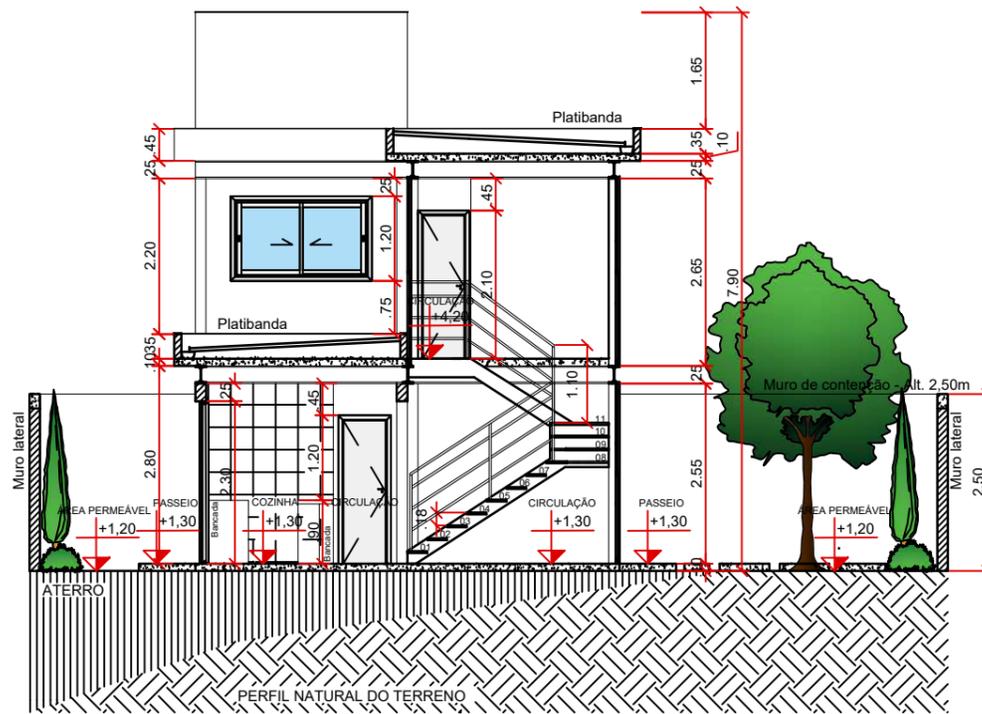


QUADRO DE ESQUADRIAS - CONJUNTO DE MÓDULOS DO 2º PAVIMENTO / AMPLIAÇÃO

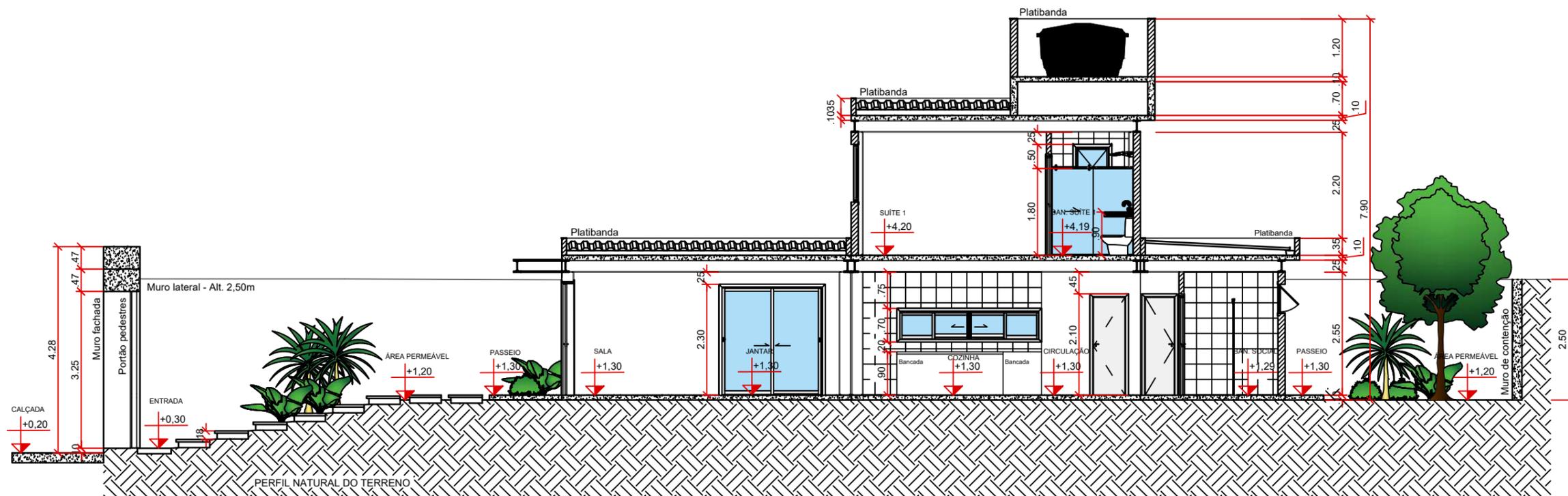
JANELAS						
CÓD.	UN	ALTURA (cm)	LARGURA (cm)	PEITORIL (cm)	TIPO	MATERIAL
J4	2	200	120	110	Correr, 2 folhas	Alumínio e vidro
J5	2	80	60	170	Maximum Ar	Alumínio e vidro
PORTAS						
P4	4	210	80	-	Giro	Madeira



		ENDEREÇO: AV. MARIA DE PAULA SANTANA, Nº 3815, BAIRRO SILVESTRE, VIÇOSA/MG	
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO		DISCIPLINA: CCE002 - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II	DATA: 30/10/2024
DISCENTE: HUDSON LOPES COELHO STOPPA - 20116		ORIENTADOR: PROF. DE. ERALDO COELHO	ESCALA: INDICADA
ÁREA DO LOTE (m ²): 389,80 m ²	ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA (m ²): 150,00 m ² , sendo: PAV. 01 - 114,00 m ² PAV. 02 - 36,00 m ²	ÁREA PERMEÁVEL (m ²): 169,36 m ²	TAXA DE PERMEABILIDADE - T.P (%): 33,87 %
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO - C.A: 0,39 %	TAXA DE OCUPAÇÃO - T.O (%): 38,48 %	USO: RESIDENCIAL	ZONA: ZR1
ENDEREÇO DO LOTE: RESIDENCIAL GREEN VILE / RUA A, SANTO ANTÔNIO, VIÇOSA-MG		CONTEÚDO: PLANTA TÉCNICA- CONJUNTO DE MÓDULOS DO 2º PAV. AMPLIADO PLANTA LAYOUT - CONJUNTO DE MÓDULOS DO 2º PAV. AMPLIADO	FOLHA: 11 / 13

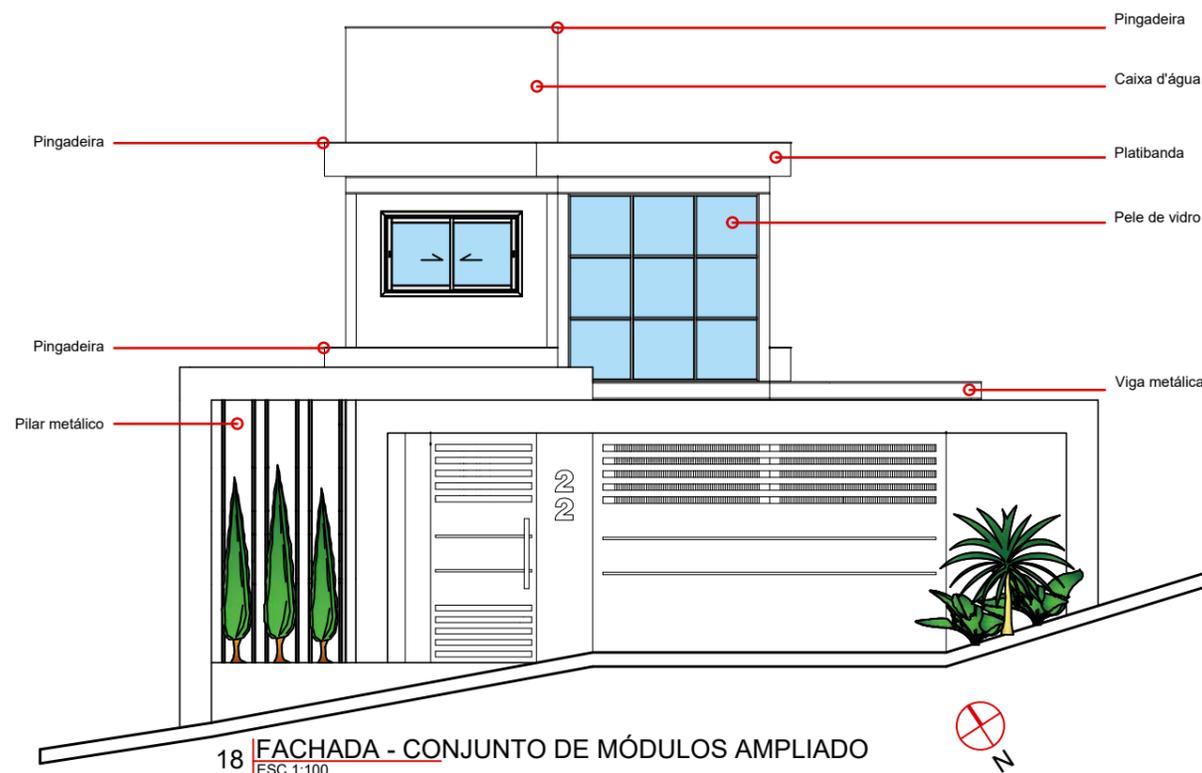


16 CORTE DD - CONJUNTO DE MÓDULOS AMPLIADO
ESC.1:100

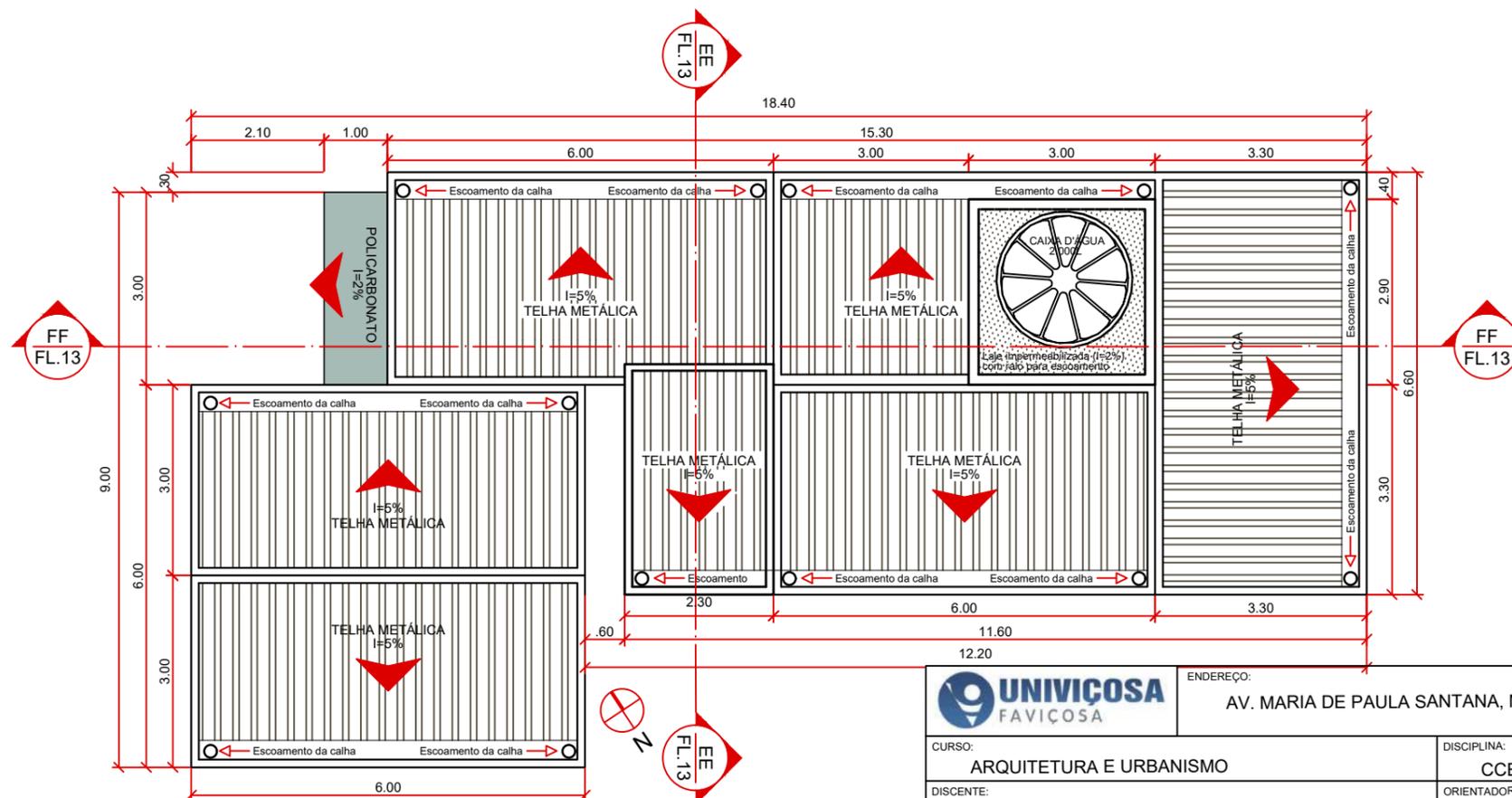


17 CORTE EE - CONJUNTO DE MÓDULOS AMPLIADO
ESC.1:100

		ENDEREÇO: AV. MARIA DE PAULA SANTANA, Nº 3815, BAIRRO SILVESTRE, VIÇOSA/MG	
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO		DISCIPLINA: CCE002 - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II	
DISCENTE: HUDSON LOPES COELHO STOPPA - 20116		ORIENTADOR: PROF. DE. ERALDO COELHO	
DATA: 30/10/2024		ESCALA: INDICADA	
ÁREA DO LOTE (m²): 389,80 m²	ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA (m²): 150,00 m², sendo: PAV. 01 - 114,00 m² PAV. 02 - 36,00 m²	ÁREA PERMEÁVEL (m²): 169,36 m²	TAXA DE PERMEABILIDADE - T.P (%): 33,87 %
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO - C.A: 0,39 %	TAXA DE OCUPAÇÃO - T.O (%): 38,48 %	USO: RESIDENCIAL	
ENDEREÇO DO LOTE: RESIDENCIAL GREEN VILE / RUA A, SANTO ANTÔNIO, VIÇOSA-MG		CONTEÚDO: CORTE EE - CONJUNTO DE MÓDULOS AMPLIADO; CORTE FF - CONJUNTO DE MÓDULOS AMPLIADO	
		FOLHA: 12 / 13	



18 FACHADA - CONJUNTO DE MÓDULOS AMPLIADO
ESC.1:100



19 PLANTA DE COBERTURA - CONJUNTO DE MÓDULOS AMPLIADO
ESC.1:100



ENDEREÇO:
AV. MARIA DE PAULA SANTANA, Nº 3815, BAIRRO SILVESTRE, VIÇOSA/MG

CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO		DISCIPLINA: CCE002 - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II		DATA: 30/10/2024
DISCENTE: HUDSON LOPES COELHO STOPPA - 20116		ORIENTADOR: PROF. DE. ERALDO COELHO		ESCALA: INDICADA
ÁREA DO LOTE (m²): 389,80 m²	ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA (m²): 150,00 m², sendo:	ÁREA PERMEÁVEL (m²): 169,36 m²	TAXA DE PERMEABILIDADE - T.P (%): 33,87 %	ZONA: ZR1
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO - C.A: 0,39 %	PAV. 01 - 114,00 m² PAV. 02 - 36,00 m²	TAXA DE OCUPAÇÃO - T.O (%): 38,48 %	USO: RESIDENCIAL	FOLHA: 13
ENDEREÇO DO LOTE: RESIDENCIAL GREEN VILE / RUA A, SANTO ANTÔNIO, VIÇOSA-MG		CONTEÚDO: FACHADA - CONJUNTO DE MÓDULOS AMPLIADO; PLANTA DE COBERTURA - CONJUNTO DE MÓDULOS AMPLIADO		



Reenvio Protocolo de Registro

Olá, Hudson Lopes Coelho Stoppa

Foi solicitado o reenvio do protocolo de registro do projeto (TCC) sob o título **A estrutura metálica e a construção modular como elementos componentes de destaque no projeto de uma residência unifamiliar**, registrado na categoria TCC de protocolo **260.2024.1.01.14.03.04**. Você está vinculado como **Autor**.

Demais informações:

Orientador: Eraldo Coelho

Curso: Arquitetura e Urbanismo

Ano: 2024

Autor(es): Hudson Lopes Coelho Stoppa

Obs.: O reenvio do protocolo acima não garante a aprovação/execução do referido projeto, podendo este sofrer alterações. Caso não tenha solicitado o reenvio desconsidere este email

Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão - NUPEX

Tel. (31) 3899-8033

nupex@univicosa.com.br