



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS CAMPUS
UNIVERSITÁRIO DE PALMAS/TO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO**

NELSON ANTONIO SANTOS DIAS

**PROPOSTA DE ANTEPROJETO ARQUITETÔNICO NO MUNICÍPIO DE PALMAS
– TO, UTILIZANDO A TÉCNICA TRADICIONAL EM TERRA CRUA ADOBE
(BLOCO).**

Palmas, TO

2025

NELSON ANTONIO SANTOS DIAS

Proposta de anteprojeto arquitetônico no município de Palmas – TO, utilizando a técnica tradicional em terra crua adobe (bloco).

Monografia apresentada à Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Universitário de Palmas/TO para obtenção do título de bacharel em arquitetura e urbanismo.

Orientador: Prof. Me. Edis Evandro Teixeira de Carvalho
Coordenador: Profa. Dra. Heliara Aparecida Costa

**Palmas, TO
2025**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

D541p Dias, Nelson Antonio Santos.
Proposta de anteprojeto arquitetônico no município de Palmas–TO,
utilizando a técnica tradicional em terra crua adobe (bloco).. / Nelson Antonio
Santos Dias. – Palmas, TO, 2025.

125 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus
Universitário de Palmas - Curso de Arquitetura e Urbanismo, 2025.

Orientador: Edis Evandro Teixeira Carvalho

Coorientador: Heliara Costa Aparecida

1. Adobe. 2. Terra Crua. 3. Conforto Térmico. 4. Sustentabilidade. I. Título

CDD 720

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer
forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte.
A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184
do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da
UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

NELSON ANTONIO SANTOS DIAS

Proposta de anteprojeto arquitetônico no município de Palmas – TO, utilizando a técnica tradicional em terra crua adobe(bloco).

Monografia apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas/TO, Curso de Arquitetura e Urbanismo foi avaliado para a obtenção do título de Bacharel e aprovada (o) em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 02 /12/2025

Banca Examinadora

Prof. Dr. Edi Evandro Texeira de Carvalho – UFT

Profa. Dra. Heliara Aparecida Costa – UFT

Arq. Marcos Ferreira dos Santos Milhomem – Studio Milhomem

RESUMO

A presente monografia propõe o desenvolvimento de um anteprojeto arquitetônico de uma residência unifamiliar no município de Palmas, Tocantins, utilizando a técnica construtiva tradicional do adobe. A pesquisa parte da constatação de que a construção civil é uma das principais responsáveis pelos impactos ambientais globais, especialmente pela alta demanda de recursos naturais e pela emissão de poluentes. Considerando o contexto climático de Palmas — marcado por temperaturas elevadas e períodos prolongados de estiagem — e os desafios enfrentados por populações em situação de vulnerabilidade socioeconômica, o estudo busca explorar alternativas sustentáveis e economicamente viáveis para a habitação popular. A técnica do adobe é analisada por suas propriedades termoacústicas e sua adequação ao clima tropical semiúmido da região, oferecendo maior conforto térmico com menor demanda energética. O trabalho adota uma abordagem interdisciplinar, contemplando revisão bibliográfica, análise normativa, estudo de projetos análogos e seleção de terreno adequado à proposta. Além de apresentar benefícios técnicos e ambientais, o uso do adobe também contribui para a valorização da cultura local e fortalecimento da identidade arquitetônica regional. Assim, o projeto pretende demonstrar a viabilidade da integração entre técnicas construtivas tradicionais e princípios contemporâneos de sustentabilidade.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Adobe. Arquitetura bioclimática. Habitação popular. Palmas – TO.

ABSTRACT

This monograph proposes the development of an architectural preliminary design for a single-family residence located in Palmas, Tocantins, employing the traditional adobe construction technique. The research is based on the observation that the construction industry is one of the main contributors to global environmental impacts, especially due to its high demand for natural resources and pollutant emissions. Considering the climatic context of Palmas—characterized by high temperatures and prolonged dry seasons—and the social and economic vulnerability of part of its population, this study explores sustainable and cost-effective housing alternatives. Adobe construction is examined for its thermal and acoustic properties and its suitability to the region's semi-humid tropical climate, offering improved indoor comfort with reduced energy consumption. The research adopts an interdisciplinary approach, including bibliographic review, analysis of current building regulations, case studies of similar projects, and the selection of an appropriate site for implementation. In addition to its technical and environmental advantages, the use of adobe also supports the cultural identity and architectural character of the local community. The project aims to demonstrate the feasibility of integrating traditional construction methods with contemporary principles of sustainability.

Keywords: Sustainability. Adobe. Bioclimatic architecture. Social housing. Palmas – TO.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura I – Casa Grande com torre, Frans Post. Óleo sobre madeira, 1661 (detalhe)	18
Figura II – Construções de taipa de mão na Vila Irmã Dulce, em Teresina (PI)	20
Figura III – Casa Três Jóias – Taipa De Mão no Recôncavo Baiano.....	21
Figura IV – Produção de adobe com fôrma dupla – Casa Jatobá, Minas Gerais	24
Figura V – Paredes de pau a pique da Casa Ser Cósmico, Paraná	25
Figura VI – Parede de taipa de pilão da residência J e K, São Paulo	27
Figura VII – Moradas Infantis de Canuanã	36
Figura VII – a) BTC, b) Enchimento e rejunte de parede com BTC da Casa Verdes Colinas, Santa Catarina.....	37
Figura VIII – Parede de taipa de pilão modernizada	38
Figura IX – Protótipo da TECLA, primeira casa impressa em argila	41
Figura X – Casa Jatoba, Milho Verde, Serro, Minas Gerais	48
Figura XI – Casa Vida, Península de Maraú, Bahia	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP — Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT — Associação Brasileira de Normas Técnicas
ARNO — Área Residencial Norte
BIM — Building Information Modeling (Modelagem da Informação da Construção)
BTC — Bloco de Terra Comprimida
CAD — Computer-Aided Design (Desenho Assistido por Computador)
CAPES — Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CLT — Cross Laminated Timber (Madeira Laminada Cruzada)
CO₂ — Dióxido de Carbono
Contour Map Creator — Ferramenta digital de extração de curvas de nível
CRATerre — Centre de Recherche et d'Application Terre (Centro de Pesquisa e Aplicação da Terra)
GEO Palmas — Base de Dados Geoespacial do Município de Palmas
IBGE — Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET — Instituto Nacional de Meteorologia
IPCC — Intergovernmental Panel on Climate Change (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)
IPT — Instituto de Pesquisas Tecnológicas
MCMV — Minha Casa, Minha Vida
NASA — National Aeronautics and Space Administration (Agência Espacial Americana)
NBR — Norma Brasileira
QI — Quadra Interna
SciELO — Scientific Electronic Library Online
SEPLAN — Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano
SINAP — Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
TCC — Trabalho de Conclusão de Curso
TO — Tocantins
UFBa — Universidade Federal da Bahia
UFBA — Universidade Federal da Bahia (*mantida com grafia oficial em caixa alta*)
UFG — Universidade Federal de Goiás
UFMG — Universidade Federal de Minas Gerais
UFOP — Universidade Federal de Ouro Preto
UFPE — Universidade Federal de Pernambuco
UFT — Universidade Federal do Tocantins
UNICAMP — Universidade Estadual de Campinas
UnB — Universidade de Brasília
USP — Universidade de São Paulo
UTFPR — Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	9
1.1	Problema de pesquisa.....	10
1.2	Justificativa	11
1.3	Objetivos.....	13
1.4	Metodologia.....	14
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1	O contexto histórico do uso da terra crua como matéria prima para construção de moradias no brasil.....	16
2.2	Técnicas construtivas tradicionais em terra crua	20
2.3	Normas técnicas brasileiras para a utilização de sistemas construtivos com terra crua	26
2.4	Conforto ambiental e construção com terra crua	31
2.5	Inovações construtivas em terra.....	33
2.6	Desafios da construção com terra	40
2.7	Compatibilização de projetos complementares.....	42
2.8	A Casa Brasileira.....	45
3	ESTUDOS DE CASO	49
3.1	Estudo de Caso: Casa Jatobá, Milho Verde, Serro, Minas Gerais.....	49
3.2	Estudo de Caso: Casa Vida, Península de Marajú, Bahia.....	51
4	MATERIAIS E MÉTODOS	54
4.1	Ferramentas.....	54
4.2	O terreno na cidade.....	55
4.3	Proposta de anteprojeto arquitetônico.....	64
4.4	O partido arquitetônico	73
4.5	Propor solução de projetos complementares que atendam as necessidades do sistema construtivo em terra crua do anteprojeto	76
4.6	Analisar as necessidade executivas entre a construção em terra crua e alvenaria convencional em relação a compatibilização de projetos complementares	80
4.7	Elaborar planilha de custo básico para a construção em terra crua.....	86
4.8	Comparar os Indices de Conforto Termico entre os sistemas construtivos de terra crua e alvenaria convencional	90
5	CONCLUSÕES FINAIS	100
	REFERÊNCIAS.....	102
6	APENDICE	113

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Dias (2016), a indústria da construção civil é uma das atividades humanas com maior impacto ao meio ambiente, principalmente por ser responsável pela demanda de alto volume de matéria-prima e também pela emissão de gases nocivos, causadores do efeito estufa. Deste modo, cada vez mais tem sido recorrente a busca por técnicas construtivas mais sustentáveis, como o uso de terra crua, como alternativa para a construção de edificações de baixo consumo energético e maior aproveitamento dos recursos naturais dispostos na localidade sem a necessidade de grandes processos de industrialização.

Partindo dessa premissa, é importante frisar que o desequilíbrio climático, agravado por ações humanas, tem intensificado os desafios enfrentados pela população, principalmente as com menor poder econômico, devido ao aumento da sensação térmica e os altos custos de energia elétrica para climatização de ambientes (IPCC, 2021). Dessa forma, é essencial que projetos arquitetônicos busquem soluções que otimizem a ventilação natural, promova maior eficiência energética.

Nesse contexto, o estado do Tocantins apresenta clima tropical semiúmido, com períodos de seca prolongada e altas temperaturas que influenciam diretamente no conforto térmico das edificações (Nascimento et al., 2021). A técnica construtiva em Adobe, por suas propriedades térmicas, surge como uma solução adaptada às condições climáticas locais, proporcionando conforto ambiental aos moradores com menor consumo energético para refrigeração (Oliveira, 2018). Adicionalmente, há que se considerar, conforme apontado por Santos e Lima (2022), que a utilização de matéria prima local impacta diretamente na redução de custos com a construção, tornando-se uma opção viável economicamente às famílias de baixa renda, além de ser um instrumento urbanístico para a criação de identidade nessas comunidades.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo principal a elaboração de um anteprojeto arquitetônico de uma residência unifamiliar em Palmas, utilizando a técnica tradicional de adobe, considerando as questões climáticas e socioeconômicas locais. Este estudo está pautado em uma abordagem interdisciplinar, reunindo aspectos técnicos da construção em Adobe, análises do clima tocantinense e reflexões sobre a importância de soluções sustentáveis.

1.1 Problema de pesquisa

Este trabalho busca atender a seguinte problemática: é possível desenvolver uma proposta de anteprojeto arquitetônico residencial unifamiliar no município de Palmas, Tocantins, que utilizando a técnica construtiva tradicional de adobe (bloco), sanando as demandas relacionadas às questões climáticas e socioeconômicas?

1.2 Justificativa

Para Santos (2016), a construção civil é uma das atividades humanas que mais consome recursos naturais do planeta e que contribui diretamente agravamento do aquecimento global, sendo responsável por cerca de 40% das emissões de dióxido de carbono na atmosfera. Diante deste panorama de desequilíbrio climático, destacando o aumento das temperaturas globais, períodos de seca prolongados e eventos climáticos extremos, a busca por soluções arquitetônicas sustentáveis que atendam às necessidades cotidianas de forma sustentável e com menor consumo energético, é extremamente importante para todos.

Contextualizando essa problemática com a realidade brasileira, principalmente para a população localizada na região Norte, podemos observar que no município de Palmas, Tocantins, o clima tropical semiúmido combinado com os problemas climáticos globais, fazem com que a cidade apresente altas temperaturas durante grande parte do ano, tornando as habitações ineficientes em garantir conforto térmico aos moradores, forçando-os a busca por soluções que amenizem os problemas relacionados ao calor, gerando um maior consumo energéticos dessas residências, em especial a busca por de soluções de climatização mecânica, como o ar-condicionado.

Então, Santos e Lima, 2022 afirma, muitas famílias em situação de vulnerabilidade econômica residem em habitações precárias, que não foram projetadas para atender às condições climáticas locais. Logo, sistemas construtivos mais sustentáveis são necessários, pois, estudos demonstram que a construção em terra crua como matéria-prima, exemplo o adobe, pode representar uma alternativa eficiente, se considerarmos suas propriedades físicas capazes de reduzir consideravelmente as temperaturas dentro destas habitações; promovendo o conforto térmico ao ambiente; por meio das propriedades físico da terra; e também ao baixo custo de construção, através do fácil acesso e utilização de materiais locais disponíveis.

Além desses aspectos técnicos, a adoção do Adobe concede ainda mais a valorização cultural e a geração de sentimento de pertencimento local pelas técnicas construtivas tradicionais mencionadas. Essas características contribuem para o fortalecimento da identidade local e para a redução da homogeneidade arquitetônica, que muitas vezes ignora as especificidades regionais (Silva e Oliveira, 2021).

Este estudo busca propor a elaboração de um anteprojeto arquitetônico unifamiliar no município de Palmas, TO, fazendo o uso da técnica construtiva do adobe, como uma oportunidade para explorar o potencial deste meio construtivo em habitações com maior

conforto térmico, alinhadas com as agendas globais de sustentabilidade e eficiência energética.

1.3 Objetivos

Para o desenvolvimento deste trabalho buscou-se a definição de um objetivo geral, composto por 04 (quatro) objetivos específicos para a realização do mesmo.

1.3.1 Objetivo Geral

Propor anteprojeto arquitetônico para uma moradia (casa) unifamiliar empregando a técnica construtiva tradicional do adobe (bloco) conciliada com técnicas contemporâneas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Escolher terreno adequado para a implantação do anteprojeto;
- Propor solução de projetos complementares que atendam as necessidades do sistema construtivo em terra crua do anteprojeto;
- Elaborar planilha de custo básico para a construção em terra crua (bloco de adobe);
- Analisar as necessidade executivas entre a construção em terra crua (bloco de adobe) e alvenaria convencional em relação a compatibilização de projetos complementares;
- Comparar os índices de conforto termico entre os sistemas construtivos de terra crua (bloco adobe) e alvenaria convencional;

1.4 Metodologia

O presente trabalho adotará uma abordagem qualitativa e exploratória, com foco no desenvolvimento de um anteprojeto arquitetônico habitacional moderno utilizando a técnica construtiva em terra crua (adobe bloco). A pesquisa será orientada pela análise dos aspectos ambientais, socioeconômicos, térmicos e acústicos, visando demonstrar a viabilidade técnica e sustentável dessa abordagem no município de Palmas/TO.

1.4.1 Primeira fase: Revisão Bibliográfica da literatura existente

A pesquisa bibliográfica e documental será realizada para a construção do capítulo teórico por meio das análises das literaturas disponíveis literatura científica, artigos, livros e normativas sobre as seguintes palavras chaves: cidades coloniais brasileiras; técnicas construtivas tradicionais; terra crua; centros históricos, técnica construtiva em adobe, aplicações contemporâneas de técnicas construtivas em terra crua, condições climáticas e socioeconômicas de Palmas/TO, normas técnicas e regulamentações aplicáveis à construção em terra crua. Sendo buscadas palavras chaves ou termos para o refinamento da busca com aditivos de filtros quando necessários. As ferramentas utilizadas para realização das pesquisas na base de dados como Google Scholar, Scielo, e periódicos CAPES.

1.4.2 Segunda Fase: Levantamentos das normas técnicas brasileiras vigentes e leis municipais.

Nesta fase, há o estudo das normas técnicas vigentes disponibilizadas pela agência nacional de normas técnicas brasileiras (ABNT), com o intuito de atender as recomendações de segurança acerca do uso do adobe como elemento construtivo em terra crua. Também contará com o apoio do código de obras do município de Palmas, com o intuito de atender as questões de uso do solo e dimensionamento dos ambientes.

1.4.3 Terceira Fase: Estudo de Caso (Análise de Referências)

A segunda fase consiste no estudo de casos sobre projetos de arquitetura contemporâneos análogos ao tema dessa pesquisa, mostrando suas especificidades, entender

os aspectos arquitetônicos e estruturais, juntamente dos impactos ambientais, sociais e econômicos.

1.4.4 Quarta Fase: Definição da estrutura que compõe o sistema construtivo

A quarta fase promove a definição do sistema construtivo que garantirá a resistência estrutural necessária para o desenvolvimento do anteprojeto, em conformidade com as recomendações técnicas das normas vigentes de segurança, citadas anteriormente, nas fases II e III.

1.4.5 Quinta Fase: Escolha do terreno para implantação do anteprojeto

Após a realização das etapas anteriores, a quinta fase da pesquisa realizara a escolha do terreno no município de Palmas/TO no qual o anteprojeto será desenvolvido, considerando as características naturais do local relacionadas as condições climáticas, além das questões socioeconômicas, como disponibilidade de recursos (identificação de materiais para fabricação de adobes na região, solo adequado, mão de obra, custo-benefício) e necessidades habitacionais (Caracterização do perfil socioeconômico das famílias da região para garantir que o projeto seja acessível e funcional).

1.4.6 Sexta Fase: Desenvolvimento do Projeto Arquitetônico

Após entender sobre o sistema construtivo em terra crua, as normas técnicas brasileiras vigentes, estudar projetos análogos e definir o terreno para a implantação da proposta de anteprojeto, a sexta fase busca promover a elaboração do anteprojeto habitacional unifamiliar, composto por dimensões e layout funcional, com foco em conforto térmico e eficiência energética, considerando os seguintes itens:

Utilização de software CAD/BIM (como AutoCAD, SketchUp ou Revit).

- **Adequação à técnica de adobe:** Estruturação do sistema construtivo com adobe, respeitando limitações e possibilidades técnicas. Soluções para reforço estrutural, quando necessário.
- **Sustentabilidade:** Integração de estratégias passivas de ventilação e iluminação natural. Análise de eficiência térmica e acústica.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O contexto histórico do uso da terra crua como matéria prima para construção de moradias no Brasil

Segundo Giraldelli et al. (2024), o uso da terra crua como matéria-prima para a construção de moradias é uma prática antiga, remontando a milhares de anos e abrangendo diversas culturas ao redor do mundo. O surgimento dessa técnica está relacionado à necessidade de os seres humanos se fixarem em determinados locais, construindo as primeiras habitações e sociedades.

As primeiras construções em terra crua datam de mais de 7.000 anos a.C., sendo observada a sua utilização em quase todos os continentes, devido à abundância e à maleabilidade do material.

No Brasil, as técnicas construtivas com terra crua foram amplamente adotadas durante o período colonial, fortemente influenciadas pelos portugueses, que introduziram métodos como o adobe, a taipa de mão e a taipa de pilão, incorporando também elementos das culturas indígenas, africanas e europeias.

Figura I – Casa Grande com torre, Frans Post. Óleo sobre madeira, 1661 (detalhe)



Fonte: Coleção Particular, Rio de Janeiro (Lago e Lago, 2006, p.131)

Embora essas técnicas tenham se mantido presentes ao longo do tempo, elas começaram a perder espaço entre o final do século XVIII e meados do século XIX, tornando-se progressivamente marginalizadas. Na década de 1940, após a Segunda Guerra Mundial, o uso da terra crua como material de construção entrou em declínio, à medida que o setor passou a adotar materiais industrializados, que ofereciam maior controle e padronização (Kouakou e Morel, 2009). Isso resultou na rejeição de tecnologias consideradas rudimentares, como as técnicas de construção em terra crua.

Conforme apontam Santos e Bessa (2020), a eliminação das técnicas tradicionais em favor de práticas que priorizavam a higiene e a saúde pública tornou-se uma tendência significativa nas legislações urbanas a partir do século XIX, fenômeno conhecido como higienismo (Santos, 2008, p. 246). Em São Paulo, Santos (2008) registrou que, na virada para o século XX, a maioria das construções já utilizava alvenaria de tijolos. Introduzida no estado em 1850, essa técnica levou cerca de 50 anos para substituir a construção em terra. Além disso, uma abordagem mais drástica foi adotada em alguns estados brasileiros, por meio da proibição legal de seu uso. Em 1894, uma lei em São Paulo proibiu a construção com terra e qualquer outro estilo arquitetônico associado ao período colonial (Lemos, 1989).

Uma das legislações mais significativas nesse sentido foi o Código Sanitário do Estado de São Paulo, estabelecido em 1938 e atualizado posteriormente. Esse código proibia o uso de materiais considerados inadequados ou insalubres para a construção de habitações, incluindo o pau-a-pique e o adobe, vistos como materiais associados a condições precárias de vida e à insalubridade, além de não atenderem aos padrões de durabilidade e segurança estrutural da época.

Outro ponto relevante foi a adoção dos Códigos de Obras Municipais, que, a partir de meados do século XX, começaram a padronizar o uso de materiais de construção modernos, como o concreto e o tijolo cerâmico. Essas legislações urbanísticas, tanto na cidade de São Paulo quanto em outros municípios, também restringiam ou proibiam o uso de técnicas construtivas tradicionais, como pau-a-pique e adobe, em áreas urbanas. Uma medida semelhante foi implementada no Rio de Janeiro pouco depois, onde o uso de adobe e técnicas mistas também foi banido (A Casa, 1928 apud Santos, 2008).

Sendo assim, em decorrência da adoção dessas políticas públicas, voltadas principalmente às grandes zonas urbanas, a construção em terra crua, em especial o adobe, continuou sendo utilizada predominantemente nas áreas rurais e periféricas. Nessas regiões, a técnica perdurou devido à sua facilidade de execução e ao baixo custo, mantendo-se uma prática comum no cotidiano das comunidades rurais.

Em 1912, Gustavo Barroso foi pioneiro ao descrever detalhadamente as casas sertanejas, classificando-as como “(...) humildes, sejam construídas apenas com palha ou com palha e adobe, como as dos pobres, ou com taipa e telha, como as dos mais abastados” (Barroso, 1912). Essa descrição destaca a utilização do adobe no início do século XX em regiões mais áridas e carentes do Brasil.

Figura II – Construções de taipa de mão na Vila Irmã Dulce, em Teresina (PI)



Fonte: (Monte, 2017).

A partir de 1930, surgiram várias propostas para retomar e valorizar as técnicas tradicionais de construção, embora de forma ainda tímida e pontual. Durante esse período, o uso de técnicas tradicionais em projetos arquitetônicos relevantes foi interrompido, com destaque para outras iniciativas como o uso da técnica mista, paredes monolíticas de solo-cimento e taipa de pilão, promovidas por arquitetos e profissionais como Lúcio Costa em 1936, Acácio Gil Borsóí na década de 1960, a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) em 1940 e o engenheiro agrônomo Carlos B. Schmidt em 1945 (Joaquim, 2015; Nito e Amorim, 2015; Pinheiro et al., 2016).

Foi somente com a crise do petróleo na década de 1970, acompanhada pelos crescentes problemas ambientais decorrentes da emissão de poluentes, como as "ilhas de calor" e o "aquecimento global", além do elevado consumo energético das novas tecnologias,

a extração descontrolada de matérias-primas não renováveis, das crises econômicas frequentes e da acentuada desigualdade social, que a construção com terra voltou a ganhar relevância significativa, tanto do ponto de vista técnico quanto acadêmico. No entanto, na década de 1970, não há registros de grandes conjuntos habitacionais públicos construídos com técnicas de terra, com as iniciativas restritas a projetos particulares (Revuelta-Acosta et al., 2010; Joaquim, 2015; Nito e Amorim, 2015; Pinheiro et al., 2016). Foi apenas na década de 1990 que o Brasil começou a adotar medidas mais consistentes em busca de uma construção civil mais sustentável, resultando em um avanço significativo na utilização da terra, conforme descrito por Salgado (2010).

No entanto, Santos e Bessa (2020) observam que, no início do século XXI, houve um renovado interesse por publicações sobre o uso da terra como material de construção, impulsionado por suas propriedades físicas, químicas e termoacústicas.

Figura III – Casa Três Jóias – Taipa De Mão no Recôncavo Baiano



Fonte: (GRAPPI, 2019).

Na contemporaneidade o seu uso possui relevância, especialmente no contexto de sustentabilidade e a relação entre o consumo de matérias primas do planeta pela cadeia produtiva da indústria da construção civil, segundo o Conselho Internacional da Construção (CIB), é um dos setores de atividades humanas que mais consome recursos

naturais, sendo responsável por cerca de 40% do consumo de energia, 30% dos resíduos gerados e 30% das emissões globais de gases de efeito estufa. Deste modo, a técnica de construção tradicional com terra se destaca em relação as práticas construtivas convencionais, por aproveitar a abundância de solo disponível em praticamente todas as regiões do globo, possibilitando a utilização de forma eficiente e sustentável.

Com isso, o interesse por técnicas sustentáveis e construções ecológicas cresceu nas últimas décadas, fazendo com que essa visão venha sendo revisada, e hoje há um esforço para regulamentar adequadamente o uso de técnicas tradicionais dentro de um contexto de construção sustentável. Existem, inclusive, normas técnicas que orientam o uso de materiais como a terra crua, promovendo o resgate dessas práticas em harmonia com os padrões de segurança e sustentabilidade exigidos atualmente.

Dentre as normas, destaca-se a ABNT NBR 17014:2022 – Taipa de pilão, requisitos, procedimentos e controle - norma técnica específica que regulamenta o uso de terra crua na construção civil. O objetivo da norma é de regulamentar o uso da terra crua como material de construção, garantindo que sejam seguidos critérios de qualidade e segurança, permitindo seu uso de forma eficiente e moderna, e aplica-se a construções que utilizam terra crua em diversas formas, como alvenaria para estrutura (suporte de cargas) ou vedação (não estrutural).

Com essa norma, o uso de técnicas de terra crua deixa de ser visto como "informal" ou "primitivo", ganhando um respaldo técnico que permite seu uso em projetos arquitetônicos contemporâneos, dentro de padrões de segurança e desempenho. Além disso, essa regulamentação facilita o reconhecimento dessas técnicas como soluções sustentáveis em projetos que buscam certificações ambientais.

2.2 Técnicas construtivas tradicionais em terra crua

Para entender a temática a respeito das técnicas tradicionais brasileiras é importante revisitar a definição do que é entendido como tradicional dentro da cultura brasileira. Segundo Curtis (2003) a discussão a respeito da arquitetura tradicional no Brasil relaciona as soluções eruditas ou semieruditas de manifestações barrocas e neoclássicas às de maior expressão popular, estas realizadas por meio de práticas cotidianas às quais são transmitidas às

sucessivas gerações por via oral, narrativas, hábitos e sistemas de valores.

Assim nasce e se propaga a tradição, termo que buscamos adotar no lugar do usual “colonial”. As técnicas construtivas tradicionais presentes no Brasil no início da sua colonização foram indistintamente apoiadas no tripé do sistema colonial que sustentou o império português: a monocultura, o latifúndio e a escravidão. Esses fatos foram relevantes por combinar questões sociais, políticas e de ordem técnicas que foram materializadas nas obras arquitetônicas visando a adaptação local tanto no uso dos materiais, clima e mão-de-obra como das culturas que se somaram no solo brasileiro. Dentro desse contexto e levando em consideração as técnicas difundidas em todas as regiões do país e consultando as abordadas na NBR 15.132:2014, destacam-se: Adobe, Taipa de pilão, Pau a pique e BTC (Blocos de Terra Comprimida).

2.2.1 Adobe

A técnica construtiva em terra crua adobe é um método tradicional e sustentável de construção que utiliza a terra como material principal (MINKE, 2006, p. 12). Segundo Gomes (2015), o adobe é uma mistura de terra, água e outros materiais naturais, como palha ou estrume, moldada em blocos ou tijolos para formar paredes e estruturas. A origem do adobe remonta a civilizações antigas, como os egípcios, gregos e romanos, que utilizavam a terra como material de construção (KHALILI, 2001, p. 23). A alvenaria de adobe é um dos sistemas de alvenaria em terra crua mais conhecidas, utilizadas e difundidas, sendo usado na confecção de vedações verticais, cobertura de edifícios e está presente em sítios e parques arqueológicos.

Os materiais utilizados no adobe são simples e acessíveis. De acordo com Silva (2000), a terra utilizada no adobe deve ser pouco argilosa e rica em areia, para garantir a resistência e durabilidade do material. Além disso, podem ser adicionados outros materiais, como palha ou estrume, para melhorar a resistência e durabilidade.

Conforme cita Gomes (2015), estudos demonstram que o adobe pode ser utilizado em regiões com climas variados, desde áreas áridas até regiões úmidas. Além disso, o adobe também oferece benefícios ambientais, como redução de resíduos e consumo de recursos naturais.

Rotondaro (2011) destaca que o adobe é constituído pela mistura de solo areno-argiloso com pouco silte e água formando uma massa de barro. No entanto, dependendo das características do solo se faz necessário agregar outros materiais como areia, fibras vegetais,

esterco ou pelos de animais. Ainda que de fácil composição alguns cuidados, como a escolha do solo devem ser tomados. Fernandes (2005) descreve que a composição ideal do solo varia de 55 a 75% de areia, 15 a 18% de argila e 10 a 28% de silte.

O processo de fabricação do adobe envolve a preparação da terra, misturada com água e outros materiais, até obter uma consistência plástica. De acordo com Faria (2002), a preparação da terra é fundamental para garantir a resistência e durabilidade do adobe. Em seguida, a mistura é moldada em blocos ou tijolos e deixada para secar.

Segundo Vasconcellos (1979), os blocos de adobe consistem em paralelepípedos de barro cru com dimensões em torno de 0,20 x 0,20 x 0,40m. Sua compactação é feita manualmente, em formas de madeira. Nos primeiros dias, a secagem ocorre à sombra e, só depois, ao sol.

Figura IV – Produção de adobe com fôrma dupla – Casa Jatobá, Minas Gerais



Fonte: (BERGAMINI, 2023).

De acordo com Minke (2006), a aplicação do adobe é ampla e varia desde construções residenciais até edifícios públicos e monumentos históricos. O adobe apresenta vantagens como baixo custo, durabilidade e eficiência energética, tornando-se uma opção viável para construções sustentáveis. Além disso, o adobe também oferece benefícios ambientais, como redução de resíduos e consumo de recursos naturais.

2.2.2 Taipa de pilão

A técnica construtiva de taipa de pilão é um dos métodos mais antigos de construção com terra crua e é regulamentada pela ABNT NBR 17014:2022. Essa técnica consiste em compactar sucessivas camadas de terra em formas de madeira para criar paredes espessas e sólidas. A norma estabelece critérios técnicos para garantir a durabilidade, resistência e segurança desse tipo de construção.

A taipa de pilão recebe esta denominação por ser socada (apiloada) com o auxílio de um pilão. A forma de madeira que sustenta o material durante sua secagem é denominada de taipal. No período do Brasil colônia, a taipa era executada com terra retirada do mesmo local de construção, ou próximo a ele, devido às dificuldades de transporte e ao grande volume de material necessário. As argilas eram escolhidas pelo próprio taipeiro que selecionava o material através do tato e da visão, pois foi empiricamente que ele teve conhecimento de suas propriedades físicas (PISANI, 2007).

Figura V – Paredes de pau a pique da Casa Ser Cósmico, Paraná



Fonte: (VIEIRA, Carolina N.; MOREIRA, Paula A. M. S.; ANDRÉ, Sumaia. B. (2022).

De acordo com Gomes (2015), a taipa de pilão é uma técnica que consiste em compactar a terra em uma forma de madeira, criando uma parede sólida e resistente. O seu

processo de produção consiste na preparação da terra, misturada com água e outros materiais, até obter uma consistência plástica. Em seguida, conforme descreve Faria (2002, p. 160), a terra é compactada em uma forma de madeira, utilizando um pilão de madeira ou metal, em seguida, a parede é deixada para secar e endurecer.

Os materiais utilizados na taipa de pilão são simples e acessíveis. Para Silva (2000), a terra utilizada na taipa de pilão deve ser pouco argilosa e rica em areia, para garantir a resistência e durabilidade do material. Além disso, podem ser adicionados outros materiais, como palha ou estrume, para melhorar a resistência e durabilidade. A madeira é utilizada para criar a forma de compactação.

O solo deve ser escolhido de forma criteriosa. A mistura ideal envolve proporções de areia, silte e argila que garantam a coesão e a compactação adequada da terra. A granulometria do solo deve ser analisada para determinar suas propriedades. A estabilização do solo pode ser feita com a adição de materiais como cal ou cimento para melhorar a resistência e a durabilidade. Fibras naturais também podem ser adicionadas para ajudar na coesão do material.

2.2.3 Pau a pique

A técnica construtiva de pau a pique, também conhecida como taipa de mão, é uma das formas tradicionais de construção com terra crua. Essa técnica envolve o uso de uma estrutura de hastes (geralmente de madeira ou bambu) entrelaçadas, que é preenchida com barro, criando paredes robustas e com bom desempenho térmico e acústico.

A taipa de mão foi muito utilizada em construções rurais, mas também se fez presente em obras urbanas, tanto nas paredes externas quanto nas internas. Muitas vezes era associada a outras técnicas (adobe e taipa de pilão). O seu sucesso se deu por inúmeros fatores. Dentre eles, Vasconcellos (1979) destaca a facilidade de construção. Já Schmidt (1946), refere-se à durabilidade, resistência às intempéries e menor custo. Para Alvarenga (1984) sua principal vantagem é a rapidez de execução. A leveza e a capacidade de adaptar-se às topografias acidentadas são qualidades lembradas por Souza (1996). A estrutura principal do pau a pique é composta por postes verticais de madeira (ou outro material resistente) que são cravados no solo ou em uma fundação, além de hastes horizontais ou diagonais, também de madeira ou bambu, que formam o esqueleto da parede.

O barro utilizado para preencher a estrutura de pau a pique é uma mistura de solo

argiloso com água e, em alguns casos, fibras vegetais como palha, capim ou esterco, que ajudam a melhorar a coesão e a resistência do material, em construções mais modernas, o barro pode ser estabilizado com aditivos como cal ou cimento, para aumentar a durabilidade e resistência à umidade.

Figura VI – Parede de taipa de pilão da residência J e K, São Paulo



Fonte: Hoffmann, Márcio Vieira; Minto, Fernando C. N.; Heise, André Falleiros (2011).

A estrutura de madeira ou bambu é montada formando uma espécie de malha ou trama, que serve como suporte para o preenchimento com barro. Essa malha deve ser firmemente fixada para evitar deslocamentos. Após a estrutura estar pronta, o barro é aplicado manualmente ou com o uso de ferramentas sobre a trama de madeira, sendo pressionado para garantir que o material preencha completamente os espaços. O barro é moldado para cobrir bem a trama e criar uma superfície lisa e uniforme.

2.3 Normas técnicas brasileiras para a utilização de sistemas construtivos com terra crua

As normas técnicas brasileiras para a utilização de sistemas construtivos com terra crua visam garantir a segurança, a durabilidade e o desempenho adequado dessas construções, atendendo às exigências de conforto térmico, acústico e estrutural. A NBR 8491:2012 e a NBR 12129:1991, por exemplo, são importantes regulamentações que abordam os métodos de construção com adobe e taipa, respectivamente, especificando desde as características dos materiais até os procedimentos de execução. Essas normas orientam sobre a resistência dos materiais, o controle de umidade e as técnicas adequadas de fundação, essenciais para a longevidade das edificações e a adaptação climática. Segundo Araújo (2020), essas diretrizes são fundamentais para que o uso de terra crua se torne uma alternativa viável nas construções modernas, oferecendo soluções mais sustentáveis e compatíveis com o contexto das mudanças climáticas.

Além das normas específicas, há um crescente interesse em normatizar outras técnicas associadas à construção com terra crua, como o pau a pique, visando à criação de padrões mais inclusivos e que possam atender a demandas variadas, tanto no meio urbano quanto no rural. Em estudo realizado por Lima et al. (2021), destaca-se que a ausência de normas mais abrangentes ainda é um desafio, especialmente para a construção civil em grande escala, o que exige maior investimento em pesquisa e regulamentação para fomentar o uso dessas técnicas em larga escala. A implementação de normas mais robustas ajudaria a superar preconceitos técnicos e culturais associados a essas formas construtivas, promovendo a revalorização de práticas vernaculares de baixo impacto ambiental.

2.3.1 ABNT NBR 8491:2012 – Tijolo de solo-cimento — Requisitos

A ABNT NBR 8491:2012 estabelece os requisitos técnicos para o tijolo de solo-cimento, um material que se destaca por sua sustentabilidade e eficiência na construção civil. Segundo a Norma, o tijolo é classificado como um produto de blocos de solo-cimento, cuja composição básica é de solo, cimento e água, sendo sua utilização uma alternativa viável para a minimização do uso de materiais tradicionais como a cerâmica. O uso de tijolos de solo-cimento não apenas reduz o desperdício de materiais, mas também diminui. A norma

determina critérios específicos relacionados à resistência à variação, absorção de água e durabilidade, garantindo a qualidade do tijolo produzido. De acordo com a norma, os tijolos de solo-cimento devem atender aos requisitos de resistência, absorção de água e outras características condicionais, que garantem sua aplicação nas edificações. Esses parâmetros são essenciais para garantir a segurança e a estabilidade das construções que utilizam esses materiais (ABNT, 2012). A conformidade com a NBR 8491:2012 também é um diferencial importante para empreendimentos que buscam certificações sustentáveis.

2.3.2 ABNT NBR 8492:2012 - Tijolo de solo-cimento — Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água — Método de ensaio

A ABNT NBR 8492:2012 estabelece o método de ensaio para análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da concentração de água do tijolo de solo-cimento. De acordo com a norma, o objetivo deste método de ensaio é determinar as propriedades físicas e mecânicas do tijolo de solo-cimento (ABNT, 2012). O método é fundamental para garantir a qualidade e segurança do material.

A norma estabelece o procedimento para realizar os ensaios, incluindo a preparação das amostras, o equipamento necessário e os parâmetros a serem medidos. De acordo com a norma, o ensaio de resistência à compressão deve ser realizado com uma carga constante de 10 kN/s. Além disso, a norma estabelece os critérios para avaliar a concentração de água e as dimensões do tijolo.

Esta norma é fundamental para garantir a qualidade e segurança das construções que utilizam tijolo de solo-cimento. De acordo com a associação brasileira de normas técnicas, a NBR 8491:2012 é aplicável a todos os fabricantes e usuários de tijolo de solo-cimento. A norma é importante para os laboratórios de ensaios, fabricantes, construtores e órgãos públicos que trabalham com o material.

2.3.3 ABNT NBR 10833:2012 – Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica — Procedimento

A ABNT NBR 10833:2012 estabelece diretrizes e procedimentos para a fabricação de tijolos e blocos de solo-cimento, utilizando prensas manuais ou hidráulicas. Essa norma é fundamental para garantir a qualidade e a durabilidade dos produtos, além de promover a

sustentabilidade na construção civil, uma vez que o solo-cimento é uma alternativa mais ecológica em comparação aos materiais convencionais. A norma aborda aspectos como a seleção dos materiais, a mistura adequada do solo e do cimento, e os métodos de prensagem, assegurando que os produtos atendam aos requisitos técnicos necessários.

Um dos principais objetivos da NBR 10833:2012 é padronizar o processo de fabricação, o que contribui para a uniformidade dos tijolos e blocos produzidos. A norma detalha as etapas do processo, desde a preparação da mistura até a cura dos produtos, enfatizando a importância de cada fase para a obtenção de um material com propriedades mecânicas adequadas. Além disso, a norma orienta sobre os ensaios que devem ser realizados para verificar a resistência e a qualidade dos tijolos e blocos, garantindo que eles atendam às exigências do mercado e da legislação vigente.

Por fim, a ABNT NBR 10833:2012 também promove a capacitação dos profissionais envolvidos na fabricação de tijolos e blocos de solo-cimento. A norma sugere práticas que visam a melhoria contínua dos processos produtivos e a adoção de tecnologias que possam aumentar a eficiência e a sustentabilidade da produção. Com isso, a norma não apenas assegura a qualidade dos produtos, mas também incentiva a inovação e a responsabilidade ambiental na construção civil, contribuindo para um setor mais consciente e sustentável.

2.3.4 ABNT NBR 10834:2013 - Bloco de solo-cimento sem função estrutural — Requisitos

A ABNT NBR 10834:2013 estabelece os requisitos técnicos para os blocos de solo-cimento que não possuem função estrutural, sendo uma norma essencial para a padronização e a qualidade desse tipo de material na construção civil. Esses blocos são amplamente utilizados em obras de alvenaria não estrutural, como muros, divisórias e revestimentos, oferecendo uma alternativa sustentável e econômica em comparação aos materiais convencionais. A norma define critérios que garantem a durabilidade, a resistência e a adequação dos blocos para as aplicações propostas, promovendo a segurança nas construções.

Um dos principais aspectos abordados pela NBR 10834:2013 é a composição dos blocos de solo-cimento, que deve ser realizada com a mistura adequada de solo, cimento e água. A norma especifica as proporções ideais e os métodos de fabricação, incluindo a prensagem e a cura dos blocos, para assegurar que eles atendam aos padrões de qualidade exigidos. Além disso, a norma estabelece os ensaios que devem ser realizados para verificar as propriedades físicas e mecânicas dos blocos, como a resistência à compressão e a absorção

de água, garantindo que os produtos sejam confiáveis e seguros para uso.

Outro ponto importante da NBR 10834:2013 é a promoção da sustentabilidade na construção civil. Ao utilizar solo-cimento, que é um material mais ecológico, a norma contribui para a redução do impacto ambiental das obras. A norma também incentiva a utilização de técnicas de produção que minimizem o desperdício e promovam a eficiência dos recursos. Dessa forma, a ABNT NBR 10834:2013 não apenas assegura a qualidade dos blocos de solo-cimento, mas também reforça a importância de práticas construtivas sustentáveis, alinhando-se às demandas contemporâneas por uma construção mais responsável e consciente.

2.3.5 ABNT NBR 10836:2013 – Bloco de solo-cimento sem função estrutural — Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água — Método de ensaio

A ABNT NBR 10836:2013 estabelece os métodos de ensaio para a análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água de blocos de solo-cimento sem função estrutural. Essa norma é crucial para garantir que os blocos atendam aos requisitos de qualidade e desempenho necessários para suas aplicações na construção civil. A análise dimensional assegura que os blocos sejam fabricados dentro das especificações adequadas, o que é fundamental para a compatibilidade e a eficiência na montagem das estruturas.

A determinação da resistência à compressão é um dos principais ensaios previstos na NBR 10836:2013, pois essa propriedade mecânica é essencial para avaliar a capacidade dos blocos de suportar cargas e tensões durante sua utilização. O método de ensaio descrito na norma orienta sobre a preparação das amostras, as condições de cura e os procedimentos de teste, garantindo que os resultados obtidos sejam confiáveis e representativos da qualidade do material. Essa avaliação é fundamental para assegurar a segurança e a durabilidade das construções que utilizam esses blocos.

Além disso, a norma também aborda a determinação da absorção de água, que é um indicador importante da porosidade e da impermeabilidade dos blocos de solo-cimento. A absorção excessiva de água pode comprometer a durabilidade e a performance dos materiais em condições de umidade. O método de ensaio especificado na NBR 10836:2013 permite que os fabricantes e usuários avaliem a adequação dos blocos para diferentes aplicações, contribuindo para a escolha de materiais que atendam às exigências de desempenho e

sustentabilidade na construção civil. Assim, a norma não apenas padroniza os processos de ensaio, mas também promove a qualidade e a confiabilidade dos produtos no mercado.

2.3.6 ABNT NBR 16814:2020 – Adobe – Requisitos e métodos de ensaio

A ABNT NBR 16814:2020 é uma norma técnica brasileira que estabelece os requisitos para a construção de edifícios com estruturas de adobe. O objetivo da norma é garantir a segurança, durabilidade e desempenho dessas estruturas, considerando fatores como resistência, estabilidade e condições climáticas. De acordo com a ABNT, esta norma especifica os requisitos para o projeto, execução e manutenção de edifícios com estruturas de adobe. A norma aborda diversos aspectos da construção com adobe, incluindo materiais, projeto estrutural, execução da obra, inspeção e teste. Além disso, estabelece requisitos para a resistência à compressão, absorção de água e durabilidade.

A norma também considera a importância da manutenção preventiva e corretiva para garantir a longevidade das estruturas de adobe. De acordo com a ABNT, a manutenção regular é fundamental para prevenir danos e garantir a segurança das estruturas. A norma é aplicável a todos os tipos de edifícios com estruturas de adobe, desde residências até edifícios públicos. É fundamental para arquitetos, engenheiros, construtores e órgãos públicos que trabalham com construção de edifícios com adobe.

2.3.7 ABNT NBR 17014:2022 - Taipa de pilão - Requisitos, procedimentos e controle

A ABNT NBR 17014:2022 é uma norma técnica que estabelece os requisitos, procedimentos e controle para a execução, aceitação e controle da taipa de pilão. A norma entrou em vigor em 6 de janeiro de 2022. A norma foi elaborada com a participação de diversas partes interessadas, como produtores, consumidores, órgãos técnicos, fornecedores de insumos, órgãos reguladores, entre outros.

A construção com terra, respaldada por normas como a ABNT NBR 17014:2022, é reconhecida como uma prática segura e confiável. A taipa de pilão é uma técnica de construção com terra que oferece vantagens como um ambiente saudável e um excelente isolamento termoacústico. O conteúdo aborda diversos aspectos da construção com taipa de pilão, incluindo materiais, projeto estrutural, execução da obra, inspeção e teste. A norma é

aplicável a todos os tipos de edifícios com estruturas de taipa de pilão, desde residências até edifícios públicos.

2.4 Conforto ambiental e construção com terra crua

As construções com técnicas de terra crua, como o adobe, taipa e pau a pique, apresentam características térmicas bastante vantajosas para o conforto ambiental, especialmente em regiões de clima quente, como grande parte do Brasil.

Segundo Lima e Santos (2020), esses materiais possuem alta inércia térmica, que é a capacidade de absorver e armazenar calor durante o dia e liberá-lo gradualmente à noite. Isso contribui para a estabilização da temperatura interna das edificações, reduzindo as oscilações térmicas e criando ambientes mais agradáveis em climas tropicais e subtropicais.

De acordo com Couto e Galvão (2019), as construções de terra crua oferecem um isolamento térmico eficaz, particularmente em regiões quentes, como é o caso de Palmas, no Tocantins. Esses autores afirmam que as paredes espessas de terra conseguem reduzir significativamente a entrada de calor durante o dia, permitindo que o interior das edificações mantenha uma temperatura mais amena. Esse desempenho térmico reduz a necessidade de equipamentos de climatização, contribuindo para o uso eficiente de energia.

Outro ponto importante é a permeabilidade ao ar que as construções de terra crua proporcionam. Oliveira (2021) destaca que as paredes de materiais como o adobe e a taipa possuem a capacidade de “regular a umidade interna”, o que ajuda a manter um ambiente mais saudável e confortável. Além disso, essa permeabilidade impede a condensação de vapor nas superfícies internas, minimizando o risco de proliferação de mofo, o que é crucial em regiões de alta umidade.

A utilização de materiais naturais como a terra crua também promove o conforto ambiental por meio do controle passivo do calor. Rodrigues (2018) explica que as edificações com paredes espessas e coberturas bem planejadas conseguem minimizar a incidência direta de radiação solar, evitando o aquecimento excessivo dos ambientes internos. Essa característica torna essas técnicas construtivas especialmente vantajosas em locais de clima tropical, onde a exposição ao sol é intensa.

Além do conforto térmico, o uso de terra crua oferece benefícios acústicos. Santos e Pereira (2017) indicam que, devido à densidade do material, as paredes de adobe e taipa

apresentam um bom desempenho no isolamento acústico, “bloqueando ruídos externos” e promovendo um ambiente interno mais silencioso. Isso é especialmente relevante em áreas urbanas, onde o controle de ruídos pode melhorar significativamente a qualidade de vida dos habitantes. Também é importante ressaltar que as características térmicas das construções de terra crua estão intimamente ligadas à sustentabilidade. Couto e Galvão (2019) argumentam que a terra crua, sendo um material disponível localmente e de baixo impacto ambiental, contribui para a redução das emissões de CO₂ associadas à produção e transporte de materiais de construção. Além disso, o desempenho térmico desses edifícios reduz a demanda por sistemas de aquecimento ou resfriamento, o que resulta em um menor consumo de energia ao longo da vida útil da edificação.

A integração das técnicas tradicionais de terra crua com soluções de design bioclimático pode aumentar ainda mais o conforto ambiental das edificações. Lima e Santos (2020) sugerem que o uso de elementos como ventilação cruzada, sombreamento natural e coberturas verdes pode “potencializar as qualidades térmicas” das construções de terra crua. Essas estratégias, além de melhorar o desempenho térmico, também contribuem para o bem-estar dos moradores, promovendo ambientes mais saudáveis e confortáveis.

Por fim, além das vantagens ambientais e térmicas, as construções de terra crua possuem um valor cultural significativo. Oliveira (2021) lembra que essas técnicas são parte da tradição arquitetônica brasileira, especialmente em áreas rurais e históricas. A preservação e o aperfeiçoamento dessas técnicas não apenas promovem construções mais sustentáveis, mas também mantêm viva a herança cultural do país, adaptando-a às necessidades contemporâneas de conforto e eficiência energética.

Além de seu papel histórico, as construções em terra crua são vistas como uma forma de resistência cultural frente à modernização e à homogeneização dos métodos construtivos contemporâneos. Lima e Santos (2020) apontam que, apesar de a arquitetura moderna frequentemente privilegiar materiais industrializados, as construções em terra crua continuam a ser uma escolha importante em diversas regiões, não apenas por suas qualidades ambientais, mas também por sua relevância sociocultural. Essas técnicas valorizam o saber-fazer tradicional e contribuem para a perpetuação de práticas construtivas locais, que dialogam com o clima e o meio ambiente de forma sustentável.

2.5 Inovações construtivas em terra

As inovações construtivas com o uso da terra crua no Brasil têm se expandido devido a um interesse crescente por metodologias sustentáveis e por soluções que respeitam as características do ambiente local. O uso de técnicas tradicionais, como adobe e taipa de pilão, combinadas com novos métodos de estabilização e maquinário moderno, tem permitido a construção de edificações mais resistentes e eficientes. De acordo com Souza et al. (2020), o desenvolvimento de blocos de terra estabilizada, que podem ser usados em sistemas construtivos modulares, destaca-se por sua capacidade de otimização do tempo de construção e redução de desperdícios, reaproveitando materiais locais e minimizando o impacto ambiental. Esse movimento reflete não apenas uma valorização do patrimônio cultural, mas também uma resposta às necessidades habitacionais contemporâneas

Além dos métodos construtivos, a integração de práticas de design bioclimático nas edificações de terra crua tem se mostrado uma forma inovadora de garantir conforto térmico e eficiência energética. Miranda e Ribeiro (2021) enfatizam que ao projetar com materiais naturais, como a terra, é possível criar ambientes que utilizem recursos naturais disponíveis e minimizem a necessidade de sistemas de climatização artificiais. Essa abordagem não apenas reduz os custos operacionais das edificações, mas também promove a conscientização sobre o uso consciente dos recursos.

2.5.1 Tijolo Solo-Cimento

O tijolo solo-cimento é um elemento de alvenaria produzido a partir da mistura de solo, cimento e água, compactado mecanicamente, que possui formato padronizado e é utilizado na construção de alvenarias de vedação e estruturais. O tijolo solo-cimento deve atender a requisitos de resistência à compressão, absorção de água e outras características físicas estabelecidas pela norma, garantindo assim a qualidade e a durabilidade do material para uso na construção civil.

Segundo Nascimento *et al.* (2018), os tijolos de solo-cimento são moldados por prensagem e em sua técnica de fabricação o solo é o componente principal, com dosagem mínima de 10 unidades de solo e uma de cimento e não se emprega a queima, o que resulta em uma redução na emissão de gases nocivos em comparação com os sistemas construtivos tradicionais, com destaque para o bloco cerâmico de vedação.

De acordo Souza (2006), a utilização do tijolo modular de solo-cimento traz diversos benefícios para a construção civil, que vão desde o processo de fabricação até sua utilização na execução de alvenarias, tais benefícios são considerados devido ao processo de fabricação, que pode ser realizado no próprio canteiro de obras.

Figura VII – Moradas Infantis de Canuanã



Fonte: Archdaily (2024).

2.5.2 BTC – Bloco de Terra Comprimida

O bloco de terra comprimida é um método que envolve a produção de blocos feitos a partir de uma mistura de solo, água e, eventualmente, um estabilizante (como cimento ou cal), que é comprimida em moldes para criar unidades de alvenaria. Esses blocos são uma alternativa sustentável e eficiente aos blocos de concreto e tijolos cerâmicos, oferecendo boas características de desempenho térmico e mecânico.

Os BTC são confeccionados em máquina de prensa, onde se é posto no aparelho a massa, mistura de solo e água, sendo prensado e assim gerando o bloco de alvenaria. Para a confecção de BTC em solo-cimento, Prompt (2008) recomenda a utilização da taxa de cimento em proporções de cimento e solo variando o traço entre 1:10, 1:12 ou 1:14, sugerindo

a verificação em laboratório da resistência a compressão de cada traço.

A matéria-prima principal do BTC é o solo, que deve ser cuidadosamente selecionado e classificado para garantir uma boa mistura de partículas de argila, silte e areia. A composição do solo influencia diretamente as propriedades finais do bloco, como resistência e durabilidade.

O solo pode ser estabilizado com cimento, cal ou outros aditivos, dependendo da necessidade do projeto. O uso de estabilizantes melhora as características mecânicas e a resistência à água dos blocos. A quantidade de cimento normalmente varia entre 5% a 10% em peso. A quantidade de água deve ser cuidadosamente controlada para garantir que a mistura atinja o nível de plasticidade adequado para ser comprimida em moldes.

Figura VII – a) BTC, b) Enchimento e rejunte de parede com BTC da Casa Verdes Colinas, Santa Catarina



Fonte: Neves, Célia (2022).

2.5.3 Taipa de Pilão Modernizada

A técnica tradicional da taipa de pilão está sendo modernizada com o uso de formas metálicas e compactadores mecânicos. Essa modernização permite construções mais rápidas e com maior precisão e resistência, mantendo a qualidade térmica e acústica da terra crua.

De acordo com Gatti (2012), a taipa mecanizada ou contemporânea introduz um novo modo de execução, integrando equipamentos, métodos, ferramentas e design inovadores. Nesse contexto, a tecnologia apropriada reconhece que diversas culturas e regiões possuem tecnologias específicas que se adaptam às suas características, desempenhando um papel fundamental na formação de sua identidade cultural. Quando aplicada à construção civil, os processos que utilizam tecnologia apropriada não importam sistemas construtivos estrangeiros, nem buscam a reintrodução de técnicas obsoletas e ultrapassadas.

Figura VIII – Parede de taipa de pilão modernizada



Fonte: SustentArqui (2018).

Para Veraldo (2015), a taipa mecanizada, quando comparada à versão tradicional, apresenta formas projetadas, incorpora a combinação de outros materiais ou subsistemas, possui maior esbeltez, permite a modulação das paredes e proporciona um resultado estético diferenciado. Além disso, há melhorias significativas na resistência e durabilidade dos painéis, possibilitadas pelo uso de compactadores mecânicos e betoneiras para a mistura da massa.

2.5.4 Revestimentos Hidrofóbicos Naturais

A busca por técnicas que melhorem a durabilidade e a resistência das construções em terra crua tem incentivado o uso de revestimentos hidrofóbicos naturais. Esses revestimentos são alternativos sustentáveis para proteger as edificações contra a ação da água, que é um dos principais desafios desse tipo de material. Eles preservam a permeabilidade do sistema e garantem a sustentabilidade ambiental.

Segundo Archdaily (2023), os revestimentos hidrofóbicos naturais são uma solução eficiente e sustentável para proteger construções em terra crua, como as feitas com adobe, contra os efeitos prejudiciais da umidade e da água. Eles utilizam materiais como óleos vegetais (por exemplo, óleo de linhaça), ceras naturais e resinas à base de plantas para criar uma camada impermeável, preservando a integridade estrutural e prolongando a vida útil das

edificações. Diferente dos revestimentos sintéticos, esses materiais permitem a troca de umidade com o ambiente, mantendo as características higroscópicas das paredes, essenciais para o conforto térmico e a saúde do ambiente interno.

Para Silva (2015), uma vantagem significativa desses revestimentos é sua capacidade de combinar durabilidade com sustentabilidade. Pesquisas realizadas no Brasil destacam o uso de argamassas de terra com aditivos naturais, como cal, esterco animal e palha, que, além de reforçar a barreira contra a água, são acessíveis para comunidades com recursos limitados. Estudos de caso em Minas Gerais demonstram que comunidades quilombolas têm adotado técnicas que integram materiais locais e processos artesanais, resultando em edificações mais resistentes às chuvas e compatíveis com o contexto socioeconômico.

Conforme aponta a Plataforma Arquitetura (2023), o desempenho térmico é outro ponto relevante dos revestimentos hidrofóbicos naturais. Por sua permeabilidade, esses materiais ajudam a regular a umidade interna e evitar a formação de bolores, problemas comuns em revestimentos impermeáveis sintéticos. Essa característica foi observada em projetos de habitações em regiões de clima úmido na Colômbia, onde misturas de terra e esterco de cavalo demonstraram alta eficiência na proteção das paredes de adobe, sem prejudicar o desempenho térmico ou estrutural da construção.

No entanto, Silva (2015) ressalta que apesar das vantagens, a implementação de revestimentos hidrofóbicos naturais apresenta desafios técnicos, como a necessidade de preparo adequado dos materiais e aplicação criteriosa para evitar incompatibilidades químicas ou falhas de adesão. Além disso, os resultados variam conforme o tipo de solo e as condições climáticas locais, exigindo adaptações específicas para cada contexto. Esses desafios podem ser superados com treinamento técnico e investimentos em pesquisa e desenvolvimento para aprimorar essas soluções tradicionais e adaptá-las às demandas contemporâneas.

2.5.5 Estabilização com Biopolímeros

Segundo Segantini, A., Alcântara, G. (2015), a estabilização da terra crua com biopolímeros é uma técnica inovadora que combina sustentabilidade com melhorias nas propriedades mecânicas e durabilidade do material. Os biopolímeros, substâncias de origem natural como alginatos, gomas ou amidos, atuam como agentes estabilizantes ao serem misturados com o solo, promovendo coesão e resistência. Essa abordagem oferece alternativas

ecológicas ao uso de estabilizantes tradicionais, como o cimento, reduzindo emissões de CO₂ e o consumo de energia.

Já para Silva, M. S. (2001), uma das principais vantagens dessa técnica é a sua capacidade de reduzir a absorção de água pela terra crua. Estudos mostram que biopolímeros formam uma matriz hidrofóbica que melhora a resistência ao intemperismo, um dos principais desafios da construção em terra. Isso permite a aplicação dessa tecnologia em climas úmidos, onde a erosão é uma preocupação significativa.

Neste contexto, França, F., et al. (2019) aponta que além disso, os biopolímeros promovem benefícios ambientais ao serem biodegradáveis e disponíveis de forma renovável. Por exemplo, o uso de resíduos agrícolas para a extração de amidos ou celulose adiciona valor a materiais anteriormente descartados, alinhando-se a princípios de economia circular e sustentabilidade. Isso reforça o papel das construções em terra como soluções viáveis para habitação ecológica e econômica.

Para Silva, M. S. (2001), o desempenho mecânico das estruturas estabilizadas com biopolímeros é outra área promissora. Ensaio demonstram que blocos de terra estabilizada com biopolímeros podem alcançar resistências compatíveis com normas de construção. Além disso, o uso combinado de fibras naturais e biopolímeros melhora a resistência à tração e ao cisalhamento, aumentando a viabilidade estrutural das construções

França, F., et al. (2019) conclui que apesar das vantagens, desafios ainda existem, como o custo e a disponibilidade de biopolímeros em larga escala. Pesquisas futuras precisam focar na otimização de proporções e métodos de aplicação, além da análise de desempenho a longo prazo das construções. Essa tecnologia representa um passo importante para a modernização das técnicas tradicionais de construção em terra crua, aproximando-as das exigências contemporâneas de sustentabilidade e eficiência

2.5.6 Tecnologia de Impressão 3D – super adobe

A tecnologia de impressão 3D está transformando a construção civil, inclusive no uso de métodos inovadores como o super adobe. Essa abordagem combina técnicas tradicionais de construção com materiais modernos e fabricação digital, oferecendo benefícios ambientais, econômicos e arquitetônicos.

Figura IX – Protótipo da TECLA, primeira casa impressa em argila



Fonte: CNN (2021).

Segundo a agencia espacial americana (NASA, 2024), a impressão 3D aplicada ao super adobe permite a criação de estruturas robustas e sustentáveis, utilizando camadas de solo estabilizado ou outros materiais naturais. Essa técnica promove eficiência, reduz desperdício e facilita a construção em áreas remotas ou vulneráveis. Além disso, a precisão do processo automatizado diminui a necessidade de mão de obra intensiva, otimizando o tempo e o custo de construção.

Entre as vantagens, destaca-se a flexibilidade de design que a impressão 3D proporciona. Com ela, é possível criar formas arquitetônicas complexas e personalizadas, respeitando as propriedades térmicas e estruturais dos materiais de terra. Esse recurso é especialmente útil para projetos habitacionais inovadores que buscam aliar funcionalidade e estética, contribuindo também para a sustentabilidade ambiental (PRINTIT3D, 2018).

Outro aspecto importante é a capacidade da impressão 3D de reduzir custos. Estudos mostram que casas impressas em 3D podem ser significativamente mais baratas em comparação aos métodos convencionais, tanto pela redução de desperdício quanto pela diminuição do tempo e da mão de obra necessários. Essa economia torna a tecnologia viável para projetos sociais e habitacionais em larga escala (UGREEN, 2023).

A NASA (2024), por exemplo, explora aplicações da impressão 3D para construir habitats em Marte e na Lua, demonstrando o potencial da tecnologia para criar estruturas em condições extremas. Esse tipo de pesquisa reforça a viabilidade do uso do super adobe impresso em regiões que enfrentam desafios climáticos ou logísticos.

Assim, a união do super adobe e da impressão 3D representa um avanço significativo na busca por soluções habitacionais inovadoras, sustentáveis e acessíveis. Essa combinação promete transformar o setor de construção e adaptar-se às necessidades crescentes por métodos mais eficientes e amigáveis ao meio ambiente.

2.6 Desafios da construção com terra

As construções com terra crua enfrentam uma série de desafios no Brasil e no mundo, apesar de suas vantagens ambientais e culturais. Um dos principais obstáculos é a falta de conhecimento técnico por parte de engenheiros e arquitetos contemporâneos. Segundo Lima (2020), a ausência de capacitação adequada e o preconceito em relação a esses métodos construtivos resultam em uma limitação de sua aplicação em larga escala, especialmente nas áreas urbanas. A terra, por ser vista como um material rudimentar e obsoleto, muitas vezes é descartada em favor de técnicas e materiais industrializados.

Outro desafio relevante é a durabilidade das edificações em terra crua. Embora técnicas como o adobe e a taipa possam ser muito resistentes quando bem executadas, a falta de manutenção adequada pode comprometer sua longevidade. De acordo com Couto e Galvão (2019), a exposição constante à umidade e às intempéries naturais podem degradar a estrutura da construção ao longo do tempo. Em regiões com altos índices de chuvas, como a Amazônia brasileira, a falta de proteção contra infiltrações é um problema recorrente que ameaça a preservação das construções de terra crua.

A resistência à água também representa um dos maiores desafios na adoção dessas técnicas em regiões com climas mais severos. Oliveira (2021) destaca que, embora a terra seja um excelente isolante térmico, ela apresenta limitações quanto à resistência à umidade e à chuva, sendo necessário o uso de revestimentos adequados para garantir a durabilidade das edificações. Esse aspecto, somado à baixa impermeabilidade natural do material, exige investimentos em tecnologias complementares, o que pode elevar os custos de construção, afastando potenciais usuários.

Além disso, há uma resistência cultural à adoção da terra como material de construção nas áreas urbanas e modernas. Segundo Rodrigues (2018), a terra crua carrega um estigma

social, sendo associada a habitações de baixa renda e pouca sofisticação. Essa percepção prejudica sua aceitação em projetos de grande escala ou em áreas urbanizadas, onde prevalece a preferência por materiais considerados mais modernos, como concreto e aço. Esse preconceito cultural representa um entrave significativo para a disseminação dessas técnicas.

No contexto internacional, o uso da terra crua também enfrenta desafios relacionados à normatização e regulamentação. Lima e Santos (2020) explicam que, em muitos países, as construções com terra crua não possuem códigos de construção claros ou padronizados, o que dificulta sua regulamentação. A ausência de normas técnicas detalhadas torna difícil a aprovação de projetos em órgãos reguladores, especialmente em áreas urbanas e em países com uma abordagem mais conservadora em relação à construção, argumentam os autores. Esse cenário limita o desenvolvimento de projetos que poderiam aproveitar os benefícios térmicos e ambientais do material.

A falta de padronização técnica também gera incertezas quanto à qualidade e segurança das edificações em terra crua. Segundo Couto e Galvão (2019), um dos maiores desafios é a garantia de que essas construções atendam aos padrões de segurança exigidos em diversas regiões. Sem normas rigorosas, há uma variabilidade na qualidade das edificações, o que pode resultar em construções inadequadas e, em alguns casos, perigosas, especialmente em áreas sujeitas a terremotos e outras adversidades climáticas.

Além disso, a industrialização da construção civil também contribui para a diminuição do uso de técnicas em terra crua. Oliveira (2021) aponta que o mercado da construção é amplamente dominado por materiais industrializados, como o concreto e o aço, que têm processos de produção e distribuição já consolidados. A terra, por ser um material de baixo custo e disponível localmente, não gera os mesmos lucros que os materiais industrializados, o que desestimula sua comercialização e, conseqüentemente, o uso em larga escala.

A escassez de políticas públicas que incentivem o uso de materiais sustentáveis, como a terra crua, também representa um desafio. No Brasil, embora haja discussões sobre a sustentabilidade no setor de construção, pouco tem sido feito em termos de legislação para fomentar o uso de técnicas tradicionais e de baixo impacto ambiental. Lima (2020) observa que sem políticas claras de incentivo, como linhas de crédito específicas ou programas de capacitação, a adoção dessas técnicas permanece limitada a nichos ou áreas rurais.

No contexto mundial, iniciativas voltadas para a construção sustentável estão começando a incluir a terra crua, mas ainda enfrentam obstáculos relacionados à aceitação no mercado. Couto e Galvão (2019) apontam que países desenvolvidos, onde o uso de tecnologias avançadas domina o setor de construção, têm dificuldades em incorporar técnicas

que, apesar de sustentáveis, são vistas como primitivas. Essa visão restritiva impede o reconhecimento da terra como uma alternativa viável e moderna.

Por fim, é fundamental abordar a questão da educação e divulgação dessas técnicas. Rodrigues (2018) sugere que a falta de informação clara e acessível sobre as vantagens e técnicas de construção com terra crua afasta possíveis construtores e moradores interessados. Investir em educação e programas de formação técnica sobre o uso da terra crua é uma solução que pode ajudar a superar esses desafios e promover o uso mais amplo desse material sustentável em projetos habitacionais e comerciais.

2.7 Compatibilização de projetos complementares

A compatibilização de projetos de engenharia em construções de terra crua é um processo essencial que visa integrar diferentes disciplinas e aspectos do projeto para garantir que todas as partes funcionem harmonicamente. Essa prática é fundamental para o sucesso de construções sustentáveis, especialmente aquelas que utilizam técnicas tradicionais como a terra crua.

Diferente de construções convencionais, o uso de materiais como o adobe, taipa de pilão e pau a pique exige atenção especial na integração de sistemas estruturais, hidráulicos, elétricos e de infraestrutura com o projeto arquitetônico. Segundo Rodrigues (2018), a fragilidade aparente da terra crua, quando comparada a materiais como concreto e aço, impõe desafios específicos para a compatibilização dos projetos complementares, especialmente no que diz respeito ao comportamento estrutural.

Um dos principais aspectos a serem considerados na compatibilização é o reforço estrutural. As construções em terra crua, apesar de sua massa térmica e durabilidade, podem necessitar de reforços adicionais para atender às normas de segurança e resistir a eventos como sismos ou cargas pontuais elevadas. Couto e Galvão (2019) explicam que em muitos casos, é necessário inserir armaduras de aço ou estruturas de madeira estrategicamente posicionadas para garantir a estabilidade da edificação. Esse tipo de intervenção precisa ser cuidadosamente integrado ao projeto arquitetônico para não comprometer a estética natural das construções de terra crua.

Além disso, a compatibilização do sistema hidráulico em construções com terra crua requer adaptações específicas. A permeabilidade do material à umidade pode ser um ponto fraco, exigindo que o projeto hidráulico evite vazamentos ou infiltrações, que podem comprometer a integridade das paredes. Segundo Lima (2020), "é essencial utilizar sistemas

de impermeabilização e técnicas de vedação nas passagens de tubulação hidráulica para evitar a deterioração do material". A integração do sistema hidráulico deve ser feita de forma a garantir que as características naturais da terra crua sejam preservadas, evitando o uso excessivo de revestimentos artificiais que poderiam prejudicar a estética e a sustentabilidade da construção.

Outro aspecto importante é a compatibilização do sistema elétrico. Em construções convencionais, os cabos elétricos geralmente são embutidos nas paredes de concreto ou tijolo. Nas edificações de terra crua, esse processo pode ser mais desafiador. Oliveira (2021) afirma que a instalação de conduítes elétricos em paredes de terra exige cuidados adicionais, como a criação de canaletas ou o uso de elementos estruturais complementares, para evitar que a integridade da parede seja comprometida. A inserção dos sistemas elétricos deve ser realizada de forma a manter a segurança e a durabilidade das instalações, sem comprometer a estrutura natural da edificação.

A compatibilização dos projetos de saneamento também é um ponto crítico em construções de terra crua. Em áreas onde a construção com terra crua é comum, especialmente em zonas rurais, o acesso a redes de esgoto e abastecimento de água nem sempre é garantido. Isso exige que os projetos de saneamento sejam adaptados para o uso de soluções locais, como sistemas de fossa séptica ou cisternas para captação de água da chuva. Lima e Santos (2020) sugerem que a integração de sistemas sustentáveis, como o aproveitamento de águas pluviais e a filtragem de esgoto, é uma solução viável para construções de terra crua, alinhando-se aos princípios de sustentabilidade que esses projetos promovem.

A questão da ventilação natural também é fundamental na compatibilização de projetos complementares. As construções de terra crua, devido à sua massa térmica, apresentam excelente capacidade de regulação da temperatura interna, mas o projeto de ventilação precisa ser cuidadosamente planejado para evitar o superaquecimento dos ambientes internos em climas quentes. Rodrigues (2018) destaca que a ventilação cruzada é uma estratégia eficaz para manter o conforto térmico, e a integração de aberturas adequadas nos projetos arquitetônicos é essencial para garantir o fluxo de ar. A compatibilização desse aspecto com os sistemas estruturais e estéticos da construção é crucial para a funcionalidade da edificação.

A implementação de sistemas de energia renovável, como a energia solar, também pode ser um desafio em construções de terra crua. Embora o uso de painéis solares seja cada vez mais comum em projetos sustentáveis, a instalação desses equipamentos precisa ser compatibilizada com a estrutura da cobertura, que em muitos casos é feita de materiais leves,

como telhas de barro ou palha. Couto e Galvão (2019) sugerem que a compatibilização da instalação de painéis solares em construções de terra crua requer reforços na estrutura do telhado para suportar o peso dos painéis e garantir sua durabilidade ao longo do tempo.

Outro aspecto relevante é a compatibilização dos sistemas de impermeabilização da fundação. Em áreas de alta umidade ou com solos instáveis, a fundação das construções em terra crua precisa ser protegida contra infiltrações que possam comprometer a integridade estrutural das paredes. Lima (2020) explica que o uso de fundações adequadas e de camadas impermeabilizantes é fundamental para garantir a durabilidade da construção. A integração desses sistemas com o projeto arquitetônico deve ser feita de forma que não prejudique a estética da construção, mantendo a aparência natural da terra crua.

Além da compatibilização técnica, há também o desafio de compatibilizar os projetos complementares com os aspectos culturais e históricos das construções em terra crua. Muitas dessas construções estão localizadas em áreas de preservação cultural, o que exige que as intervenções sejam feitas de maneira sensível e respeitosa. Oliveira (2021) ressalta que a integração de novas tecnologias em construções históricas de terra crua deve ser feita com cuidado para não comprometer o valor cultural da edificação. A compatibilização entre modernidade e tradição é um desafio que requer um planejamento cuidadoso e criterioso.

Outro ponto importante é a questão do orçamento. A compatibilização de projetos complementares em construções de terra crua pode aumentar o custo da obra, especialmente quando há a necessidade de utilizar materiais e técnicas específicas para garantir a durabilidade e eficiência da edificação. Rodrigues (2018) observa que a utilização de reforços estruturais, impermeabilizações e sistemas de energia renovável pode encarecer o projeto, o que pode ser um fator limitante em projetos de habitação popular. Portanto, é essencial que a compatibilização seja planejada de maneira a otimizar os custos e garantir a viabilidade econômica da construção.

Por fim, a compatibilização de projetos complementares em construções com terra crua também requer uma maior integração entre os profissionais envolvidos no projeto. Segundo Lima e Santos (2020), a falta de comunicação entre arquitetos, engenheiros e técnicos especializados pode gerar conflitos e retrabalhos durante a execução da obra. A compatibilização eficaz depende de uma colaboração estreita entre todos os profissionais, desde o início do processo de planejamento até a execução final, garantindo que os aspectos técnicos, estéticos e culturais sejam devidamente considerados.

2.8 A Casa Brasileira

A forma de habitar no Brasil evidencia uma progressiva transformação tipológica e construtiva ao longo do tempo, permeada por fatores ambientais, culturais, tecnológicos e sociais. Conforme se observa, “a paisagem das cidades brasileiras é condicionada por normas urbanísticas e edilícias que expressam ideais estéticos, higiênicos, morais e de costumes” (MARTINS, 2010, p. 5). Essa afirmação aponta para o fato de que o modo de morar — tanto a escala da habitação quanto o lote, a organização interna dos cômodos, a relação com o exterior e o entorno — está profundamente condicionado por marcos históricos e culturais. Este capítulo aprofunda a análise da evolução das tipologias residenciais no Brasil — suas formas de ocupação e projeto — desde os povos originários até a contemporaneidade, com atenção aos sistemas construtivos adotados e à inserção da terra crua como alternativa técnica e cultural.

Nas ocupações indígenas, as moradias apresentam uma lógica de grupo, de integração com o entorno e de adaptação aos biomas. Conforme reportagem do ArchDaily Brasil, “da oca à palafita” (BRANT, 2018), encontramos tipologias como a oca, a maloca, as palafitas e as habitações elevadas, pensadas conforme o terreno, o clima e a relação com a água. Essas tipologias refletem formas de ocupação que privilegiam a ventilação, a drenagem, o uso de materiais locais e o estabelecimento de aldeias com espaços comunitários centrais. A planta da maloca geralmente se organiza em torno de um espaço comum, o fogo central ou o corredor principal, e sua implantação no terreno leva em conta tanto o solo como a vegetação e o entorno. Esse tipo de moradia evidencia que a forma de ocupar e projetar — ou seja, a relação entre edificação, terreno e entorno — já apresentava coerência ecológica e funcional antes da colonização.

Com a colonização portuguesa, a habitação no Brasil passa por uma fase de adaptação técnica e tipológica. Segundo o estudo de Peclly (2014), “este estudo consiste em um levantamento histórico da arquitetura nacional, focando de maneira particular as residências ... reunindo dados que proporcionem o entendimento da evolução da residência, tanto em seu aspecto estético como em sua disposição de compartimentos” (PECLLY, 2014, p. 9). Nesse contexto, surgem tipologias como:

A casa simples rural com planta retangular ou em “L”, coberta com telha cerâmica, paredes de pau-a-pique ou taipa, e grande varanda como extensão do espaço interno para o exterior.

O sobrado urbano ou geminado, implantado em lote urbano alinhado à rua, com fachada recuada mínima, acesso direto da calçada, dois pavimentos (térreo para

serviço/recepção, pavimento superior para dormitórios) — “o sobrado urbano ... um dos tipos de residência mais persistentes de nossa história da habitação individual” (AULA 17, 9 anos atrás, p. 1).

A habitação rural com pátio ou quintal, onde a casa se abre para um espaço exterior interno, valorizando ventilação cruzada e sombra — segundo o artigo da Viva Decora, “as casas indígenas eram feitas de estruturas de madeira ... e todas ficavam organizadas em aldeias, chamadas de ‘tabas’” (EQUIPE VIVA DECORA, 2018).

Essas tipologias impõem formas de ocupação do terreno: recuos mínimos, orientação solar, ventilação, e espaços de convívio externo. O projeto dessas casas não era apenas estrutural ou material, mas espacial: como posicionar a casa no lote, como dispor os vãos, como garantir conforto e ventilação natural no clima tropical.

No século XIX, com a urbanização e o crescimento de centros urbanos, as moradias residenciais assumem novas formas — sobrados urbanos mais elaborados, vilas operárias, casas isoladas com jardim, e a expansão das vilas rurais ligadas à produção agrícola. Segundo *Arquitetura na Formação do Brasil* (IPHAN, 2014), “a produção do livro *Arquitetura na formação do Brasil* tem muito em comum com a visão ...” (IPHAN, 2014, p. 15) indicando que as construções residenciais refletiam intenções de representatividade, status e adaptação regional. As tipologias principais dessa fase incluem:

O sobrado urbano, geralmente de dois pavimentos, fachada alinhada à rua, circulação lateral ou central, pé-direito elevado e compartimento de serviço no térreo.

A “casa de fazenda” ou residência rural senhorial, com planta em “U” ou “L”, varanda ampla, corredor longitudinal para ventilação e espaçoso quintal para circulação de ar e luz.

O “casa-quarteirão” ou geminada, especialmente nas áreas de expansão de vilas, onde o lote é estreito e a profundidade maior, implicando na forma de projetar a ventilação, o vão interno e o pátio/traseiro. Nessa fase, a própria tipologia e ocupação do lote passam a ser reguladas por normas de alinhamento, recuos mínimos e taxa de ocupação — práticas urbanísticas que começam a influenciar o projeto residencial (Martins, 2010, p. 8).

Com a industrialização, a cidade e a moradia mudam radicalmente. A Casa Brasileira assume formas novas: habitação coletiva (apartamentos), conjuntos habitacionais, residências horizontais modernas, e o uso mais intenso de materiais industrializados. Conforme o artigo da ANPUH sobre arquitetura moderna brasileira, “a ‘montagem’ da evolução da moradia brasileira continuaria, pois a resposta é transformada em ‘modelo do morar local’” (Anpuh, 2019, p. 5). A implantação desses processos revela:

Moradia unifamiliar de classe média com planta em “T” ou “L”, garagens, jardins de frontal, integram carro, lazer e paisagismo — refletindo a suburbanização.

Edifícios de apartamentos com planta compacta, circulação vertical, blocos-piloti, janelas em fita, fachadas de vidro — resposta à densificação urbana e à modernização técnica.

Conjuntos habitacionais sociais em regime de repetição modular, implantados em malha de quadras, alinhados à lógica da produção em massa e da política de habitação.

A forma de projetar passa a exigir sistemas construtivos padronizados, industrializados, e as tipologias são fortemente impactadas pela economia de escala, pela tecnologia e pela regulação urbanística: recuos, gabaritos, altura máxima, ventilação mínima, iluminação.

Na contemporaneidade, as tipologias residenciais apresentam uma diversidade muito maior — desde habitações de alta tecnologia e luxo até soluções de baixo custo, autoconstrução e técnicas sustentáveis. A casa brasileira contemporânea adapta-se tanto ao contexto urbano quanto ao rural, e o sistema construtivo da terra crua ressurge como alternativa consciente. No contexto da tipologia e ocupação, observam-se:

Residências de terra crua em projetos arquitetônicos contemporâneos: planta compacta, grandes vãos de vidro protegidos por beirais, ventilação cruzada, uso de terra-crua para vedação e muros de suporte térmico — respondendo à lógica de conforto passivo e clima.

Autoconstrução e moradias de pequena escala usando blocos de terra comprimida (BTC) ou adobe moldado no próprio lote, implicando um projeto que integra a produção de materiais ao canteiro e à ocupação do terreno.

Conjuntos de habitação social que experimentam terra crua, com pavimentações, paredes portantes de adobe, coberturas leves, e tipologias adaptadas à escala humana e ao clima local — reorientando a forma de ocupar o solo em direção à sustentabilidade.

A forma de projetar essas casas incorpora elementos de tipologia tradicional (varanda, pátio, ventilação natural) combinados à lógica contemporânea de eficiência, modularidade e construção limpa. Sob a ótica da ocupação do terreno, verifica-se que a planta se organiza em torno de eixos de ventilação, sombreamento, orientação solar e integração com vegetação — elementos que talvez estejam mais próximos da moradia indígena do que da casa de concreto padronizada. Como enfatiza Palazzo (2024), “este trabalho analisa as diferenças morfológicas na arquitetura tradicional luso-brasileira entre as tipologias de casas correntes e de ...” (Palazzo, 2024, p. 2), mostrando a continuidade e adaptação dessas tipologias vernaculares na contemporaneidade.

A evolução da moradia no Brasil — em termos de tipologia, forma de ocupar e projetar — pode ser sintetizada da seguinte forma:

Tabela I – Panorama da evolução das casas brasileiras

PERÍODO	TIPOLOGIA PREDOMINANTE	FORMA DE OCUPAR/PROJETAR	SISTEMA CONSTRUTIVO PREDOMINANTE
Povos originários	Ocas, malocas, palafitas	Aldeia integrada à paisagem, ventilação, uso do entorno	Estrutura vegetal + materiais locais (madeira, palha, terra)
Brasil Colônia	Casa rural simples, sobrado urbano	Lote urbano alinhado, casa rural margeando quintal/pátio	Taipa, pau-a-pique, adobe, alvenaria de pedra/tijolo
Brasil Império	Sobrados urbanos, residências rurais senhoriais	Lote urbano regulado, recuos, planta com social/privada	Alvenaria convencional, adobe em rural
Século XX (moderno)	Moradia unifamiliar, apartamentos, conjuntos	Densificação, economia de escala, modularidade, automóvel	Tijolo, bloco, concreto armado, industrializados
Contemporaneidade	Residências sustentáveis, autoconstrução, terra crua	Integração com clima, vegetação, produção local, conforto passivo	Terra crua (adobe/BTC), híbridos, materiais sustentáveis

Fonte: (Palazzo, 2024, p. 2)

Essa síntese demonstra que a forma de projetar (planta, orientação, ventilação, módulos, recuos) e a forma de ocupar (implantação no lote, relação com entorno, densidade, política habitacional) estão profundamente entrelaçadas aos sistemas construtivos usados. A adoção da terra crua como sistema construtivo contemporâneo representa uma volta consciente — mas tecnicamente atualizada — a formas de habitar que privilegiam adaptação ao clima, uso racional de recursos, produção local e valorização tipológica.

3 ESTUDOS DE CASO

Para o embasamento técnico desta pesquisa, foram analisados estudos de casos brasileiros contemporâneos, que servirão como suporte na tomada de decisão projetual a respeito da utilização de sistemas construtivos tradicionais em terra crua, em especial com a utilização da técnica adobe.

3.1 Estudo de Caso: Casa Jatobá, Milho Verde, Serro, Minas Gerais

A Casa Jatobá, localizada no distrito de Milho Verde, município de Serro, Minas Gerais, é um exemplo notável de arquitetura sustentável e bioclimática no Brasil. O projeto integra técnicas tradicionais e soluções contemporâneas para criar um espaço que harmoniza conforto, funcionalidade e sustentabilidade ambiental. Este estudo de caso apresenta as características da construção, a concepção do projeto, os desafios enfrentados e informações técnicas detalhadas, com base em fontes bibliográficas.

3.1.1 Concepção do Projeto

A Casa Jatobá foi projetada para ser um protótipo de habitação sustentável, que respeitasse o contexto social, cultural e ambiental da região da Serra do Espinhaço. O nome “Jatobá” faz referência à árvore nativa do cerrado, reforçando a conexão do projeto com o bioma local. A proposta central era demonstrar a viabilidade de tecnologias de construção acessíveis e ecológicas, promovendo a autonomia construtiva das comunidades locais.

Os arquitetos e idealizadores buscaram inspiração em práticas vernaculares, adaptando-as com recursos modernos para garantir eficiência térmica e estrutural. Como aponta Mendonça (2019), a valorização do saber local foi essencial para o desenvolvimento de um projeto que refletisse a identidade da região e promovesse práticas construtivas sustentáveis. As técnicas construtivas utilizadas para a vedação é a taipa e adobe, onde as paredes da Casa Jatobá foram construídas majoritariamente com terra crua, empregando técnicas como taipa de pilão e blocos de adobe. Ambas garantem excelente isolamento térmico, alta durabilidade e baixo impacto ambiental. Segundo Rodrigues (2020), a escolha

desses materiais representa um resgate das tradições construtivas locais e, ao mesmo tempo, reduz a pegada de carbono associada ao uso de materiais industrializados.

Figura X – Casa Jatoba, Milho Verde, Serro, Minas Gerais



Fonte: Terra Brasil (2024).

Para composição do sistema estrutural da casa jatobá, foram utilizados pilares de madeira e paredes portantes em taipa de pilão atuando como elementos estruturais, eliminando a necessidade de pilares adicionais. Foi utilizada uma fundação rasa em alvenaria de pedra, material abundante na região, para garantir estabilidade e evitar o contato direto da terra com o solo úmido.

Para proteger as paredes de terra crua, foi aplicada uma camada de argamassa à base de cal e areia, que permite a transpiração da estrutura ao mesmo tempo em que a protege contra a umidade. Quanto a cobertura, o telhado inclinado foi construído com madeira certificada e telhas cerâmicas, proporcionando proteção contra chuvas intensas e ventilação no forro. Além disso, a casa conta com telhado verde integrando o ambiente natural e contribui para o isolamento térmico e a retenção da água da chuva, usada no sistema de irrigação.

3.1.2 Compatibilização dos Projetos Complementares

A compatibilização dos sistemas elétrico, hidráulico e de drenagem com as paredes de terra crua exigiu soluções específicas. A utilização de infraestrutura embutida, onde a tubulação elétrica foi instalada em conduítes flexíveis posicionados dentro das paredes antes da compactação da terra.

Considerando as condicionantes climáticas da região, o projeto buscou trabalhar a drenagem por meio do uso de um sistema de calhas, conduzindo a água da chuva para um reservatório de captação, integrando o projeto hidráulico à sustentabilidade da edificação. Quando a proteção contra infiltração, o telhado conta com beirais largos e sistemas de drenagem no solo ao redor da construção evitam que a água da chuva alcance as paredes de terra.

A Casa Jatobá demonstra a viabilidade técnica e estética de construir com terra crua em um contexto contemporâneo. Além de promover eficiência energética e conforto térmico, o projeto contribuiu para a revitalização de práticas construtivas tradicionais na região de Milho Verde. Como observam Silva e Pereira (2022), a obra evidencia o potencial transformador da arquitetura sustentável, tanto para a preservação ambiental quanto para a valorização cultural.

3.2 Estudo de Caso: Casa Vida, Península de Marajú, Bahia

A Casa Vida, localizada na Península de Marajú, Bahia, é um exemplo emblemático de arquitetura sustentável e utilização de técnicas de construção com terra crua no Brasil. Projetada para integrar-se ao contexto ecológico da região, a obra priorizou o uso de materiais locais e soluções bioclimáticas que respeitam o meio ambiente, ao mesmo tempo em que proporcionam conforto térmico e funcionalidade. Este estudo analisa as técnicas construtivas empregadas, a concepção do projeto, os desafios enfrentados durante sua execução e as soluções para compatibilizar os projetos complementares com o sistema estrutural.

3.2.1 Concepção do Projeto

A Casa Vida foi idealizada com o objetivo de criar uma habitação que dialogasse com a paisagem natural da Península de Marajú, uma região caracterizada por sua biodiversidade,

clima tropical úmido e forte conexão com práticas tradicionais de construção. O projeto, desenvolvido por uma equipe multidisciplinar de arquitetos e engenheiros, buscou combinar a sustentabilidade ambiental com um design contemporâneo.

Segundo Souza e Carvalho (2021), a Casa Vida exemplifica como a arquitetura sustentável pode incorporar práticas vernaculares, utilizando recursos locais para minimizar o impacto ambiental e maximizar o conforto habitacional. A proposta foi guiada por princípios de eficiência energética, uso racional de recursos e conexão entre o interior e o exterior da edificação. A taipa de pilão e adobe foram as principais técnicas utilizadas na construção das paredes externas e internas, oferecendo vantagens como isolamento térmico, durabilidade e estética natural.

Figura XI – Casa Vida, Península de Marau, Bahia



Fonte: Terra Brasil (2024).

Quanto ao processo de construção das paredes externas aconteceu por meio de camadas de terra úmida misturada a areia e pequenas porções de cal foram compactadas em moldes de madeira. Essa técnica, tradicional em regiões tropicais, foi adaptada para atender aos padrões contemporâneos de construção. Com isso, a casa vida destaca-se como um projeto arrojado e com eficiência térmica, pois a inércia térmica das paredes ajudou a manter a temperatura interna estável, reduzindo a necessidade de climatização artificial.

Já nas paredes internas foi adotado a técnica de COB foi utilizada para criar formas

orgânicas e fluidas, facilitando a integração entre os ambientes. O COB, uma mistura de terra, areia e fibras naturais, é moldado manualmente, permitindo liberdade de design. Sendo que as paredes foram revestidas com argamassa de cal e pigmentos naturais, conferindo proteção contra umidade sem comprometer a respirabilidade da terra.

A estrutura da Casa Vida foi projetada para integrar paredes de terra crua com elementos de madeira e fundações reforçadas. Onde a fundação foi executada em pedras locais, elevando a construção do solo para evitar problemas com umidade. Também buscou-se conciliar paredes portantes de taipa de pilão atuando como elemento estrutural complementar a estrutura de madeira aplicada, dispensando colunas adicionais em grande parte do projeto. O telhado foi projeto para receber uma estrutura de madeira com telhas cerâmicas de modo a proteger as paredes contra as chuvas intensas características da região.

3.2.2 Compatibilização dos Projetos Complementares

A compatibilização dos sistemas elétrico, hidráulico e de drenagem com as paredes de terra crua exigiu soluções específicas. A utilização de infraestrutura embutida, onde a tubulação elétrica foi instalada em conduítes flexíveis posicionados dentro das paredes antes da compactação da terra.

Considerando as condicionantes climáticas da região, o projeto buscou trabalhar a drenagem por meio do uso de um sistema de calhas, conduzindo a água da chuva para um reservatório de captação, integrando o projeto hidráulico à sustentabilidade da edificação. Quando a proteção contra infiltração, o telhado conta com beirais largos e sistemas de drenagem no solo ao redor da construção evitam que a água da chuva alcance as paredes de terra. A Casa Vida possui um sistema integrado para coleta e armazenamento de água pluvial, utilizado para irrigação e fins não potáveis.

A Casa Vida representa uma integração bem-sucedida entre arquitetura vernacular e técnicas contemporâneas. Além de reduzir significativamente o impacto ambiental, o projeto resgatou práticas tradicionais e capacitou a comunidade local, gerando impacto social positivo. Segundo Lima e Barros (2022), o projeto não é apenas uma habitação, mas um laboratório de inovação sustentável que inspira novas construções na região.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração do anteprojeto arquitetônico proposto, foi fundamental a articulação dos diversos conhecimentos técnicos adquiridos ao longo da formação acadêmica, aliados ao domínio de ferramentas projetuais e softwares especializados. Além do embasamento técnico, o processo exigiu a observância rigorosa das legislações urbanísticas e normativas vigentes, assegurando que a proposta atenda aos critérios estabelecidos pelos órgãos fiscalizadores competentes, como a Prefeitura Municipal de Palmas e a Caixa Econômica Federal.

4.1 Ferramentas

Para o desenvolvimento do anteprojeto arquitetônico, foram empregados softwares baseados na tecnologia BIM (Building Information Modeling), com ênfase no uso do Revit, que possibilitaram a modelagem tridimensional e a análise da forma arquitetônica. Para a coleta e interpretação de dados topográficos, climáticos e de insolação, utilizou-se a plataforma Google Earth, que contribuiu significativamente para a compreensão das características morfológicas e ambientais do terreno, bem como para o adequado posicionamento solar da edificação.

Em busca de melhor precisão quanto as curvas do nível do terreno, foi utilizado da ferramenta Contour Map Creator, que permitiu a extração da curva de nível com precisão de 0,50m possibilitando o entendimento do perfil topográfico para tomada de decisões projetuais. Também foram consultadas as informações disponibilizadas pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Regularização Fundiária, por meio da base de dados GEO Palmas.

Para dimensionamento estrutural, será necessário a utilização do software Eberick V10, permitindo análise da melhor solução estrutural para a fundação, assim poderemos comparar o custo estrutural da edificação em terra crua e construção convencional. Quanto ao orçamento, as informações disponibilizadas pelo mercado local, sendo que todas as planilhas de serão realizadas no Microsoft Excel.

Enquanto os parâmetros utilizados para a elaboração do programa de necessidades e pré-dimensionamento, foram consultados os requisitos do programa Minha Casa Minha Vida, do Governo Federal, usando suas diretrizes como referência.

No que se refere às exigências legais e normativas, foram consultadas as legislações urbanísticas disponíveis no banco de dados do Município de Palmas/TO, além das diretrizes e informações fornecidas pela Secretaria Municipal de Habitação, fundamentais para a conformidade da proposta com os parâmetros legais vigentes.

4.2 O terreno na cidade

4.2.1 Uma breve história sobre a última capital planejada do século XX

Segundo IBGE (2024), Palmas – capital do estado do Tocantins, foi criada oficialmente em 20 de maio de 1989, poucos meses após a promulgação da constituição de 1988, é fruto de um dos momentos mais emblemáticos da reorganização territorial brasileira, com a finalidade de sede administrativa do novo estado, desmembrado do norte de Goiás, sendo a última capital planejada do século XX. A instalação definitiva ocorreu em 1º de janeiro de 1990, quando Palmas passou a abrigar o governo estadual, substituindo a então capital provisória, Miracema do Tocantins.

Figura XII – Inauguração da cidade, janeiro de 1990



Fonte: Governo do Estado do Tocantins (2022).

Desde sua origem, Palmas foi pensada como uma cidade moderna, funcional e adaptada ao contexto regional. O projeto urbanístico foi desenvolvido pelos arquitetos Luiz Fernando Cruvinel Teixeira e Walfredo Antunes de Oliveira Filho, integrantes do Grupo Quatro, com orientação do então governador Siqueira Campos. Inspirado por princípios do urbanismo moderno, o plano diretor da cidade previu amplas avenidas, zonas bem definidas e espaços públicos estruturados, com o objetivo de oferecer qualidade de vida e promover o desenvolvimento socioeconômico regional (Governo do Tocantins, 2022).

A escolha do nome “Palmas” carrega forte simbolismo histórico e geográfico. Além de homenagear a antiga Comarca de São João da Palma, que no século XIX foi centro de movimentos separatistas da região, o nome também faz referência à vegetação abundante da área, marcada pela presença de diversas espécies de palmeiras (Câmara Municipal de Palmas, 2024).

Localizada entre o rio Tocantins e a Serra do Lajeado, a cidade foi implantada em uma região de baixa densidade populacional, o que permitiu um processo de ocupação ordenado desde os primeiros anos. Ao longo das últimas décadas, Palmas tem se destacado pelo crescimento acelerado e pela consolidação de sua infraestrutura urbana. Segundo o IBGE (2024), o município apresentou uma das maiores taxas de crescimento demográfico entre as capitais brasileiras, reflexo da migração interna e da atração de investimentos públicos e privados.

Mais do que um projeto urbano, Palmas representa uma proposta de reorganização territorial e de construção identitária para o Tocantins. Sua história recente revela um esforço contínuo de planejamento e desenvolvimento, que ainda hoje se reflete em sua paisagem urbana e no cotidiano de seus habitantes.

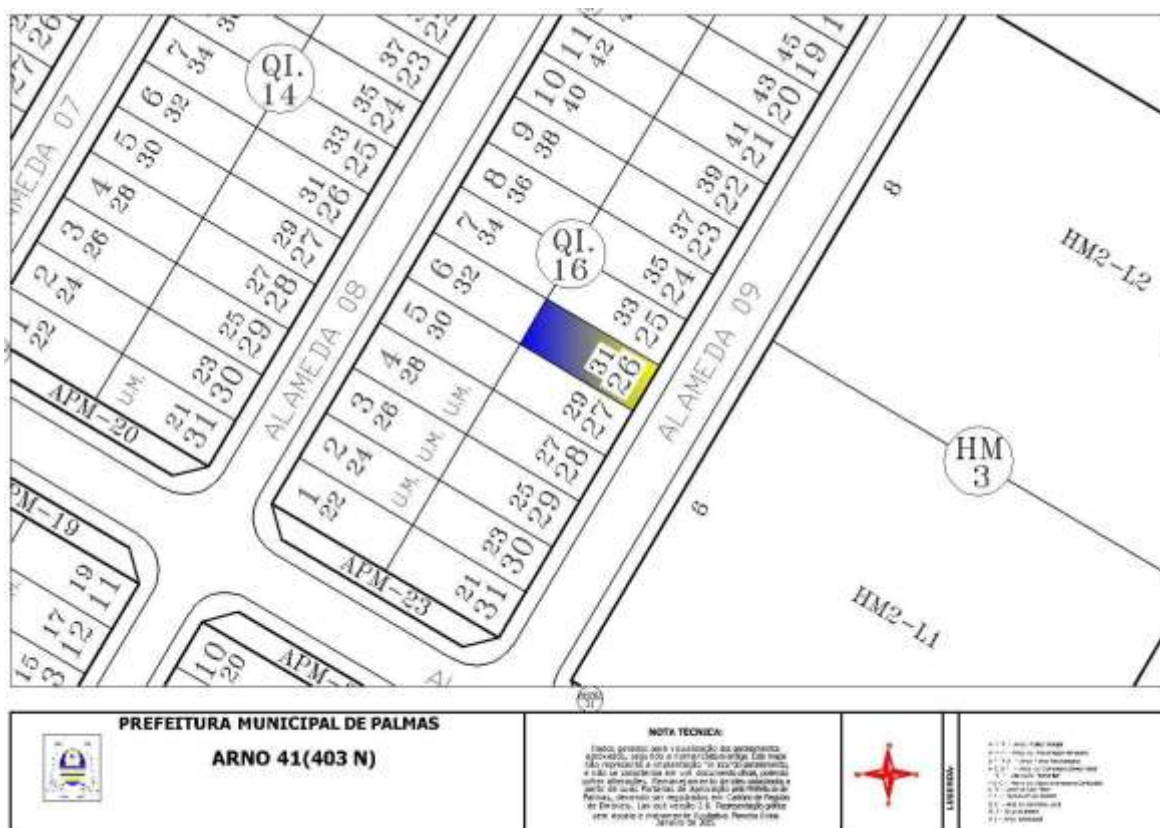
4.2.2 Escolha do terreno

A morfologia do terreno desempenha um papel determinante na dinâmica de ocupação urbana, especialmente em contextos de vulnerabilidade social. Terrenos com topografia acidentada, como encostas íngremes, fundos de vale e áreas sujeitas a inundações, frequentemente se tornam os únicos espaços acessíveis para populações de baixa renda, devido à exclusão do mercado formal de habitação. Essa ocupação espontânea e não planejada resulta em assentamentos precários, caracterizados por infraestrutura deficiente, acessos limitados e habitações construídas com materiais inadequados e técnicas construtivas

frágeis. Segundo Rolnik e Nakano (2001), "as terras onde se desenvolvem os mercados de moradias para os pobres são, normalmente, justamente aquelas que pelas características ambientais são mais frágeis, perigosas e difíceis de ocupar com urbanização". Essa realidade é corroborada por Lima (2006), que destaca como a ocupação de terrenos com declividades acentuadas e solos instáveis agrava os riscos de deslizamentos, inundações e outros desastres naturais, colocando em perigo a vida dos moradores. Além disso, a ausência de planejamento urbano e a falta de infraestrutura básica, como saneamento e redes de drenagem, intensificam a precariedade dessas áreas, perpetuando ciclos de pobreza e exclusão social.

É nesse contexto que se justifica a escolha do terreno para a presente proposta de anteprojeto. O lote em questão está localizado na Quadra ARNO 41 (403 Norte), Alameda 9, Lote 26 – QI 16, Palmas/TO. O terreno é de uso residencial, conforme o memorial descritivo do loteamento, fornecido pela prefeitura municipal, conforme Figura XIII.

Figura XIII – Planta situação do terreno



Fonte: SMDURF, 2025.

O local apresenta variações de curvas de nível de até 1,50 metros, tanto no sentido transversal quanto longitudinal, configurando-se como um espaço de topografia irregular e desafiadora. Em vez de ser visto como um entrave, esse relevo é interpretado como

oportunidade projetual: a proposta busca demonstrar que é possível intervir em terrenos com essas características de forma técnica e economicamente viável, sobretudo quando o público-alvo é composto por famílias de baixa e média renda.

A movimentação de terra necessária para regularizar terrenos com desníveis acentuados representa um dos fatores que mais encarecem o custo final da construção, tornando inviáveis muitos projetos em áreas populares. Por isso, torna-se essencial adotar estratégias arquitetônicas que tirem partido das características naturais do terreno, minimizando cortes e aterros e promovendo soluções integradas à topografia existente. Essa abordagem reduz os custos de implantação, acelera o processo construtivo e reforça o compromisso com a sustentabilidade e o uso consciente dos recursos.

A região onde o terreno está inserido é ocupada por população em situação de vulnerabilidade socioeconômica, próxima a áreas periféricas da cidade. Esse dado foi determinante para a escolha, uma vez que o projeto se propõe a dialogar diretamente com a realidade local, oferecendo soluções construtivas acessíveis e adaptadas às condições do entorno. A intervenção busca aproveitar os desníveis naturais como aliados no desenvolvimento arquitetônico, evitando grandes movimentações de terra e valorizando o potencial paisagístico do terreno. Ao escolher esse tipo de lote, o projeto também contribui para a reflexão sobre políticas públicas e alternativas projetuais voltadas à urbanização de áreas comumente marginalizadas no planejamento urbano.

Assim, a escolha do terreno é simultaneamente uma resposta às demandas do contexto social e um exercício de inovação técnica, reforçando o compromisso do projeto com a inclusão, a sustentabilidade e a viabilidade construtiva em situações reais e recorrentes nas cidades brasileiras.

4.2.3 Características geográficas e climáticas

Palmas, capital do estado do Tocantins, está localizada na região Norte do Brasil, entre as coordenadas 10°12'46" de latitude sul e 48°21'10" de longitude oeste. Situada às margens do rio Tocantins e aos pés da Serra do Lajeado, a cidade ocupa uma posição estratégica tanto em termos geográficos quanto ambientais. Com uma área territorial de cerca de 2.218,9 km², Palmas apresenta uma paisagem caracterizada pela transição entre os biomas Cerrado e Amazônia, conferindo ao seu território um conjunto diverso de formações vegetais e condições naturais (IBGE, 2024).

O relevo local é predominantemente plano a suavemente ondulado, o que facilitou sua

implantação como cidade planejada. A Serra do Lajeado, situada a leste do município, atua como elemento topográfico marcante, condicionando a direção da expansão urbana e influenciando o microclima da região (Prefeitura de Palmas, 2021). Essa condição morfológica colabora para o escoamento superficial e o aproveitamento dos visuais naturais, além de favorecer a ventilação em algumas áreas.

Climaticamente, Palmas se enquadra na classificação Aw de Köppen, ou seja, clima tropical sazonal, com duas estações bem definidas: uma chuvosa, entre outubro e abril, e outra seca, de maio a setembro. As temperaturas são elevadas durante todo o ano, com médias variando entre 24°C e 32°C, podendo ultrapassar os 38°C nos meses mais quentes. A média anual é de aproximadamente 27°C (INMET, 2023). A estação seca é marcada pela baixa umidade relativa do ar, especialmente entre julho e agosto, o que exige soluções arquitetônicas que favoreçam o conforto térmico passivo.

Outro fator climático relevante é o comportamento dos ventos predominantes na região. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), os ventos em Palmas sopram majoritariamente das direções nordeste e leste, com intensidades geralmente moderadas, variando entre 2 m/s e 4 m/s ao longo do ano. Durante o período seco, os ventos tendem a ser mais constantes, contribuindo para a ventilação natural dos ambientes. Essa característica é particularmente importante para a orientação e o partido arquitetônico das edificações, possibilitando o aproveitamento da ventilação cruzada e a redução da dependência de sistemas mecânicos de climatização (INMET, 2023).

A interação entre relevo, clima, regime de ventos e vegetação torna a cidade de Palmas um laboratório vivo para a aplicação de estratégias bioclimáticas, que consideram a adaptação ao meio como diretriz para o conforto ambiental, sustentabilidade e eficiência energética na arquitetura.

4.2.4 Topografia

A topografia de Palmas desempenha papel fundamental na configuração urbana e no planejamento territorial da capital tocantinense. Implantada em uma região de relevo predominantemente plano, a cidade foi estrategicamente posicionada entre o rio Tocantins e a Serra do Lajeado, o que facilitou a aplicação de princípios do urbanismo moderno e a execução de uma malha viária ortogonal.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a altitude média da sede municipal de Palmas é de aproximadamente 260 metros acima do nível do mar,

com variações suaves de altitude que favorecem a ocupação urbana planejada, reduzindo a necessidade de grandes obras de terraplanagem e contribuindo para uma urbanização mais econômica e ambientalmente menos impactante (IBGE, 2024).

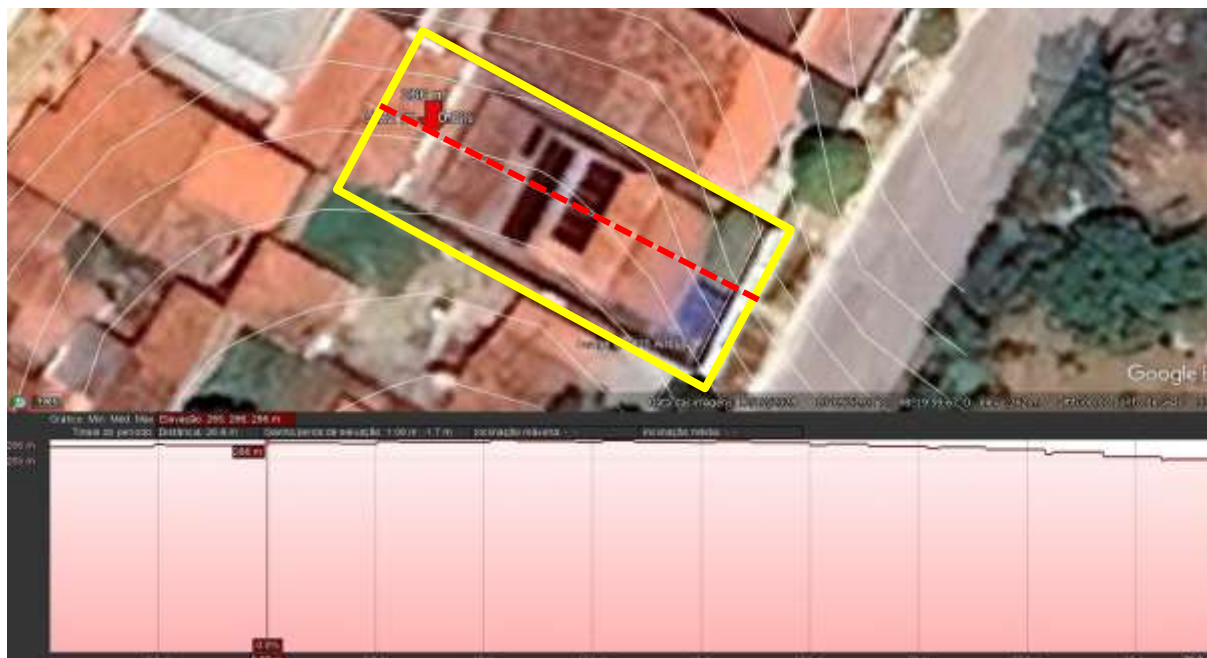
Entretanto, apesar da predominância de áreas planas, a presença de platôs, depressões e cursos d'água intermitentes exige atenção especial ao escoamento superficial e à drenagem urbana, especialmente durante o período chuvoso. A Serra do Lajeado, situada a leste da cidade, não apenas compõe a paisagem natural com relevos acentuados, mas também influencia microclimas locais e delimita a expansão urbana naquela direção, funcionando como um limite físico e ambiental (Prefeitura de Palmas, 2021).

Além do condicionamento físico do relevo, a topografia de Palmas também contribui para a valorização de determinados setores da cidade. Áreas situadas em cotas mais elevadas, com vistas privilegiadas para o rio Tocantins ou para a serra, tornaram-se atrativas para empreendimentos de padrão médio e alto. Já as zonas mais baixas, próximas a córregos e áreas de várzea, foram destinadas inicialmente a usos institucionais e habitacionais de menor densidade (Prefeitura de Palmas, 2021).

Dessa forma, a leitura da topografia local não apenas orientou a concepção do projeto urbano original, mas continua influenciando decisões de planejamento, infraestrutura e paisagismo, sendo um dos elementos-chave na compreensão da forma urbana e da dinâmica territorial de Palmas.

Diante deste contexto, por meio da ferramenta Contour Map Creator foi possível gerar as curvas de nível existentes no terreno e a partir delas compreender melhor as características do local. O lote em estudo passa pelas cotas 264 a 266, com variação média de 1,50m de elevação, conforme Figura XIV.

Figura XVI – Perfil Topográfico Longitudinal



Fonte: Google Earth, 2025.

4.2.5 Legislação

A elaboração de projetos arquitetônicos em Palmas (TO) a consideração de um conjunto de legislações municipais que regulamentam o uso e a ocupação do solo, o licenciamento urbano, os parâmetros construtivos e os aspectos técnicos relacionados à segurança, acessibilidade, sustentabilidade e regularidade edilícia.

No âmbito municipal, destaca-se a Lei Complementar nº 321, de 13 de agosto de 2015, que dispõe sobre a divisão da Área Urbana da Sede do Município de Palmas em Zonas de Uso. Esta lei estabelece as diretrizes para o uso e ocupação do solo, definindo as zonas residenciais, comerciais, de serviços e institucionais, além de especificar os parâmetros urbanísticos como índices de aproveitamento, taxas de ocupação, recuos e gabaritos máximos.

Complementando o Plano Diretor, o município conta com o Código Municipal de Obras e Edificações (Lei Complementar nº 305, de 2014), que trata especificamente das exigências técnicas para elaboração, tramitação e aprovação de projetos arquitetônicos, incluindo requisitos mínimos para acessibilidade, ventilação, iluminação, áreas mínimas dos compartimentos, instalação hidrossanitária e demais aspectos construtivos.

Além das legislações locais, os projetos devem seguir normativas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), como a NBR 9050 (acessibilidade), NBR

5626 (instalações prediais de água fria) e a NBR 15575 (desempenho de edificações habitacionais). Da mesma forma, é obrigatória a observância das exigências da Legislação Federal, como o Código de Obras da União, a Lei nº 10.257/2001 (Estatuto da Cidade) e, quando aplicável, as diretrizes do Programa Minha Casa, Minha Vida, para projetos de interesse social.

A tramitação e aprovação dos projetos junto à Prefeitura de Palmas são feitas via protocolo digital, por meio do Sistema de Gestão Urbana (SGU), administrado pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Serviços Regionais, que centraliza a análise técnica, emissão de alvarás e certificações.

Com base na Lei Complementar nº 321, de 13 de agosto de 2015 foi elaborado a Tabela I com as diretrizes projetuais para tomadas de decisões a respeito do anteprojeto proposto.

Localização: Quadra ARNO 41 (403 Norte), Alameda 9, Lote 26 – QI 16

Área do terreno: 250 m²

Uso do Solo: Residencial Unifamiliar

Tabela I – Parâmetros projetuais conforme Lei Complementar Nº 321 de 13 agosto de 2015

<i>Parâmetro</i>	<i>Valor</i>
Coefficiente de Aproveitamento	1,0
Taxa de Ocupação (Térreo)	60% (150 m ² no térreo)
Taxa de Ocupação (Demais Andares)	60% (limitada aos afastamentos e à área construída total)
Taxa de Ocupação (Pavimento Subsolo)	75% (187,5 m ² no subsolo, observando o recuo frontal obrigatório)
Taxa de Permeabilidade	Mínimo de 25% (mínimo 62,5 m ² permeáveis)
Gabarito Máximo	2 pavimentos (até 9 m de altura)
Recuo Frontal	5,00 metros
Recuo de Fundo	2,00 metros
Recuo Lateral (direito/esquerdo)	1,50 m de um lado / 0,00 m do outro
Estacionamento Mínimo	1 vaga por unidade habitacional

Fonte: Lei Complementar Nº 321 de 13 agosto de 2015

Observações Técnicas:

- A taxa de ocupação do térreo foi fixada em 60% do lote, ou seja, até 150 m² podem ser ocupados na área do térreo.
- Para os demais andares, a ocupação é limitada a 60% da área total do lote, respeitando os

afastamentos mínimos obrigatórios para ventilação, iluminação e segurança.

- O pavimento subsolo pode ter uma ocupação de até 75% da área do lote (ou seja, 187,5 m²), porém, deve-se observar o recuo frontal obrigatório de 5 metros.
- A taxa de permeabilidade do solo deve ser de 25%, ou seja, 62,5 m² do terreno devem permanecer livres de impermeabilização, garantindo a drenagem adequada da água da chuva.

4.3 Proposta de anteprojeto arquitetônico

4.3.1 Programa de necessidades e Pré-dimensionamento

Para a elaboração do programa de necessidades e pré-dimensionamento, duas diretrizes serão utilizadas nesse processo. Primeiramente, a lei complementar municipal N° 305/14, seguida da portaria do Ministério das Cidades N°725/23.

A tabela II apresenta o programa de necessidade mínimo de uma unidade habitacional unifamiliar, conforme os critérios estabelecidos pela Portaria MCID n° 725, de 15 de junho de 2023, que atualiza as diretrizes do Programa Minha Casa, Minha Vida (MCMV). Essa normativa define padrões mínimos de área, acessibilidade, funcionalidade e infraestrutura, visando garantir condições adequadas de habitabilidade, conforto e segurança às famílias beneficiárias. A adoção desses parâmetros é fundamental na elaboração de projetos arquitetônicos que atendam às exigências legais e às necessidades sociais e urbanas contemporâneas.

Tabela II – Características mínimas dos ambientes residenciais segundo a Portaria MCID n° 725/2023

Ambiente	Área Mínima Aproximada	Características Mínimas
Sala	9,00 m ²	Deve comportar sofá, poltrona e rack para TV. Circulação livre de pelo menos 0,60 m entre os móveis.
Dormitório Casal	10,00 m ²	Deve comportar cama de casal, criados-mudos e guarda-roupa. Circulação de 0,60 m no mínimo.
Dormitório Solteiro	7,00 m ²	Deve comportar duas camas de solteiro e guarda-roupa. Circulação de 0,60 m mínima.
Cozinha	5,00 m ²	Espaço para pia, fogão e geladeira, com circulação mínima de 0,60 m.
Área de	2,00 m ²	Espaço para tanque e máquina de lavar com circulação

Serviço		livre.
Banheiro	2,50 m ²	Deve conter vaso sanitário, lavatório e área de banho (mín. 0,80 m x 0,80 m). Porta com 0,60 m de largura.
Circulação Interna	—	Largura mínima de 0,90 m . Deve permitir fácil acesso a todos os ambientes.
Portas Internas	—	Largura mínima de 0,70 m (0,80 m em unidades adaptadas).
Porta de Entrada	—	Largura mínima de 0,80 m. Altura mínima de 2,10 m.
Janelas	—	Iluminação e ventilação naturais devem ser garantidas conforme normas. Área mínima equivalente a 1/8 da área do ambiente para ventilação e iluminação natural.

Fonte: MCID/2023

Com base na Lei Complementar nº 305, de 2 de outubro de 2014, que estabelece normas para o planejamento e a execução de obras no município de Palmas/TO, incluindo as dimensões mínimas dos ambientes de uma edificação residencial. Essas dimensões visam garantir a funcionalidade, a segurança e o conforto dos usuários, além de atender às necessidades de ventilação e iluminação adequadas.

Tabela III – Dimensões mínimas dos ambientes residenciais, ventilação e iluminação natural conforme Lei Complementar Nº 321 de 13 agosto de 2015

Ambiente	Área mínima	ção/Iluminação Natural	Observações
Sala de Estar	12,00 m ²	Abertura mínima de 1/8 da área do piso	Permitir inscrição de círculo com diâmetro mínimo de 3,00 m
Dormitórios	11,00 m ² (mínimo)	Abertura mínima de 1/8 da área do piso	Círculo mínimo de 2,80 m; os demais dormitórios: 9,00 m ²
Cozinha	5,00 m ²	Abertura mínima de 1/5 da área do piso	Círculo mínimo de 1,80 m; teto incombustível se houver laje
Área de Serviço	1,80 m ²	Abertura mínima de 1/5 da área do piso	Círculo mínimo de 1,00 m; pode estar em edícula
Banheiro	2,00 m ²	Abertura mínima de 0,60 m ² ou ventilação forçada	Pé-direito de 2,30 m; vão de acesso de 0,60 m
Lavabo	1,20 m ²	Abertura mínima de 0,60 m ² ou ventilação forçada	Largura mínima do vão: 0,60 m

Quarto de Empregado	5,00 m ²	Abertura mínima de 1/8 da área do piso	Permitir inscrição de círculo com diâmetro mínimo de 2,00 m
Garagem	12,50 m ² (2,5 x 5,0 m)	Deve possuir ventilação permanente se fechada	Dimensões mínimas para manobra e acesso
Circulação (Corredores)	Largura mínima: 0,90 m	Não exige ventilação direta, mas deve permitir passagem de ar	Importante para acessibilidade e segurança

Fonte: Lei Complementar Nº 321 de 13 agosto de 2015

O pré-dimensionamento e a destruição dos ambientes será de acordo com os requisitos mínimos do programa do Governo Federal Minha Casa Minha Vida. Com base na portaria MCID nº 725/2023, a Tabela IV apresenta os ambientes obrigatórios para as unidades habitacionais. Esses requisitos visam garantir condições mínimas de moradia, conforto e funcionalidade para as famílias.

Tabela IV – Ambientes obrigatórios nas unidades habitacionais do Programa Minha Casa, Minha Vida

Ambiente	Função Principal	Observações
Sala de Estar	Espaço para convivência familiar e social	Deve permitir a acomodação de móveis básicos, como sofá e estante para TV.
Cozinha	Preparação de alimentos	Pode ser integrada à sala em formato de cozinha americana. Deve possuir pontos de energia elétrica adequados para os eletrodomésticos essenciais.
Área de Serviço	Lavagem de roupas e apoio à cozinha	Pode ser conjugada com a cozinha; exige ponto de água e escoamento. Deve ter espaço para instalação de máquina de lavar roupas.
Banheiro	Higiene pessoal (vaso, lavatório, chuveiro)	Deve possuir ventilação natural ou mecânica. É obrigatório pelo menos um banheiro por unidade habitacional.
Quarto de Casal	Repouso e privacidade para o casal	Deve permitir a acomodação de uma cama de casal e guarda-roupa.
Quarto Adicional	Repouso para demais membros da família	Deve permitir a acomodação de duas camas de solteiro ou beliche e guarda-roupa.
Varanda	Espaço de ventilação e lazer (obrigatório em apartamentos)	Deve ter no mínimo 1,5 m ² e conexão direta com a sala ou um dos dormitórios.
Circulação Interna	Conexão entre ambientes	Largura mínima recomendada de 0,90 m para acessibilidade.
Acesso/Entrada	Porta principal de acesso à moradia	Largura mínima de 0,80 m; importante para segurança e acessibilidade.

Fonte: MCID/2023

Com base nas disposições da Lei Complementar nº 321/2015, do município de Palmas/TO, e da Portaria MCID nº 725/2023, estabelece-se o pré-dimensionamento dos ambientes residenciais conforme apresentado na Tabela V. Considerando que os parâmetros definidos pela legislação municipal atendem ou superam os requisitos mínimos estabelecidos pela normativa federal, optou-se por adotar os critérios da Lei Complementar nº 321/2015 como referência principal para este estudo.

Tabela V – Pré-dimensionamento dos ambientes

Setor	Ambiente	Área (m²)	Frações para Iluminação/Ventilação Natural	Vão de Iluminação/Ventilação Natural (m²)
Área Íntima	Suíte Casal	19,31	1/8	2,41
	Dormitório	10,45	1/8	1,31
	Banheiro Suíte	3,70	1/5	0,74
	Banheiro	3,70	1/5	0,74
	Lavabo	2,95	1/5	0,59
Área Social	Sala de Estar	15,10	1/8	1,89
	Varanda Gourmet	20,46	1/8	2,56
Área de Serviço	Cozinha	11,82	1/5	2,36
	Área de Serviço	2,00	1/5	0,40
	Dispensa de Alimentos	2,80	1/5	0,56
	Guarda de Veículo Descoberta	12,50	1/5	2,50
Circulação	Corredores	3,96	Não exige ventilação direta, mas deve permitir passagem de ar	-

Fonte: Lei Complementar nº 321/2015

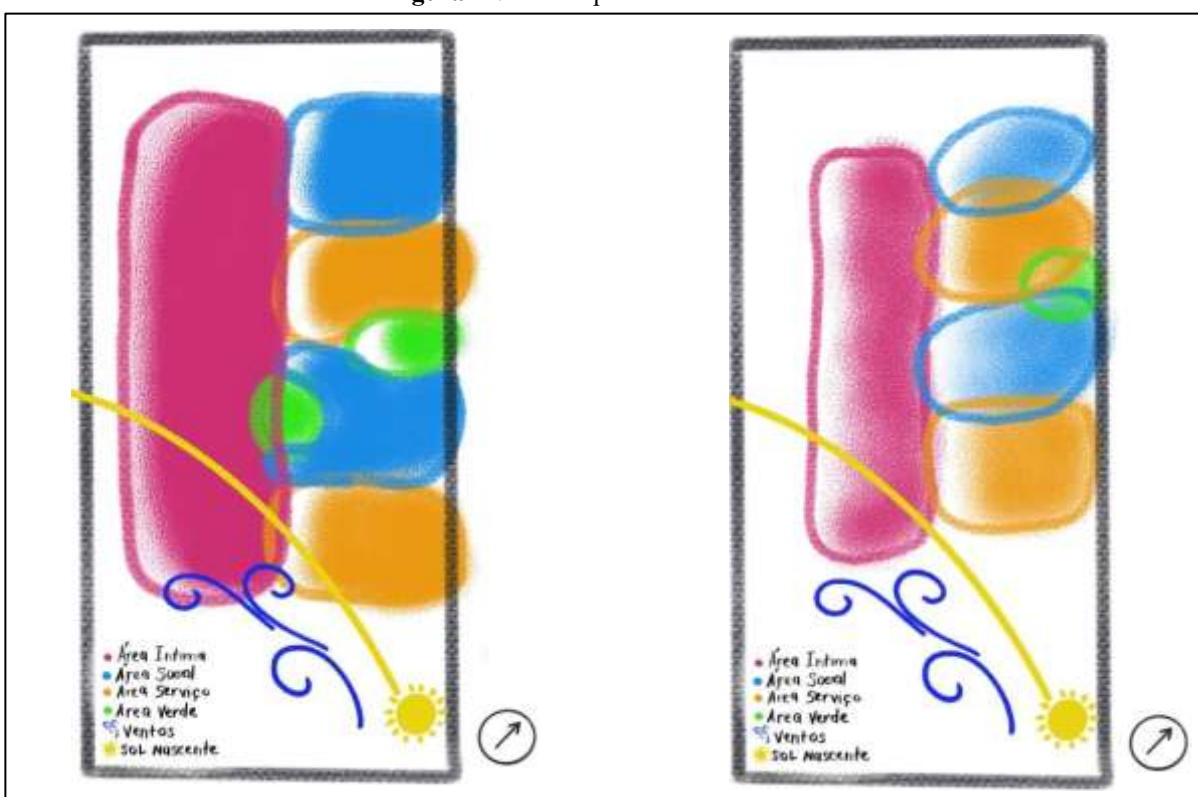
4.3.2 Zoneamento

Em busca de uma melhor organização dos ambientes dentro de um projeto arquitetônico é crucial para a divisão dos espaços, pois ela é o reflexo direto das ideias que preconizam o conforto e implicam diretamente na rotina e na qualidade de vida das pessoas.

Sendo assim é importante entender que o zoneamento é uma etapa crucial no processo criativo na elaboração projeto arquitetônico, buscando entender a melhor disposição dos setores de uma residência, em relação as suas funções distintas, como área social, área íntima e área de serviço. Essa divisão contribui para uma convivência mais harmoniosa, garantindo privacidade quando necessário e facilitando a circulação entre os espaços. Além dos aspectos funcionais, o zoneamento leva em conta fatores como a posição do sol, a ventilação natural e a acessibilidade, buscando sempre um equilíbrio entre bem-estar e eficiência.

Diante desse contexto, a elaboração do anteprojeto arquitetônico partiu da análise da orientação solar do terreno, com o objetivo de otimizar a distribuição dos setores que compõem a residência. Essa abordagem visa potencializar o aproveitamento da luz natural e minimizar a incidência solar indesejada nos ambientes. Além disso, foram considerados os ventos predominantes na região, a fim de incorporar estratégias passivas de ventilação cruzada, contribuindo para a melhoria do conforto térmico interno da edificação, de acordo com a Figura XVII.

Figura XVII – Propostas de Zoneamento



Fonte: Próprio Autor, 2025

Ao analisar a planta de situação do terreno proposto, verifica-se que a fachada principal está orientada para a região sudeste. Considerando essa orientação, optou-se por posicionar a suíte principal com abertura voltada para essa fachada, de modo a favorecer a entrada dos ventos predominantes e a incidência da luz solar nas primeiras horas do dia. Essa escolha proporciona maior conforto térmico ao ambiente, além de contribuir para a eficiência energética da edificação. Conseqüentemente, a área social da residência permanece protegida da radiação solar vespertina, o que resulta em ambientes mais frescos no período da tarde. A esse fator soma-se a proposta de um jardim de inverno, que funcionará como uma torre de ventilação, favorecendo a circulação cruzada do ar nos ambientes internos. Em relação ao segundo dormitório, posicionado voltado para a região noroeste, optou-se por explorar a declividade do terreno como estratégia de proteção térmica. O lote apresenta uma cota de -1,50 metros em relação ao terreno lateral, o que permite a formação de uma barreira natural contra a incidência direta do sol vespertino, complementada pela implantação de vegetação arbustiva ao redor. Essa combinação visa reduzir a temperatura superficial das paredes externas, reforçando o conforto térmico do dormitório.

4.3.3 Planta baixa

Após a definição do zoneamento no terreno e a análise das possibilidades de melhor aproveitamento espacial, foram desenvolvidas as plantas baixas com o intuito de materializar os conceitos estabelecidos nas etapas anteriores do estudo. Nesse momento, o pré-dimensionamento elaborado previamente serviu como referência para a definição das dimensões dos ambientes, garantindo que todos os espaços projetados atendam às áreas mínimas estabelecidas pela legislação urbanística vigente do município de Palmas, TO, podendo ser observadas na figura XVIII.

Sendo que O programa de necessidades definido para o anteprojeto contempla uma residência unifamiliar de padrão contemporâneo, organizada para atender ao conforto térmico, à funcionalidade cotidiana e à integração com o sistema construtivo em terra crua. A composição dos ambientes é formada por:

- dois quartos, sendo uma suíte com closet,
- cozinha, sala de TV
- sala de jantar
- varanda gourmet
- despensa

- banho social
- lavabo
- jardim de inverno
- área de serviço
-

A setorização prioriza a relação entre espaços sociais, íntimos e de serviços, assegurando circulação eficiente e uso adequado da iluminação e ventilação natural. A escolha do jardim de inverno desempenha papel fundamental no desempenho térmico da edificação. Posicionado estrategicamente na área central da planta, esse ambiente funciona como torre de ventilação, captando o ar quente que naturalmente se eleva no interior da residência e facilitando sua exaustão vertical. Esse efeito chaminé contribui para reduzir a temperatura interna, especialmente em Palmas, onde as altas incidências solares e o clima quente demandam soluções passivas eficientes. Além disso, o jardim de inverno atua como área de amortecimento térmico, filtrando a radiação solar direta e servindo como zona de transição entre espaços.

Para potencializar a ventilação cruzada e a distribuição homogênea da luz natural, o projeto incorpora o uso de cobogós em pontos estratégicos, especialmente nas áreas sociais e de circulação. Esse elemento vazado favorece a entrada constante de ar, mantendo o conforto térmico mesmo durante os períodos mais quentes do dia, ao mesmo tempo em que garante privacidade e suaviza os contrastes de iluminação. O uso de cobogós dialoga diretamente com o sistema construtivo em terra crua, reforçando a estética regional, a leveza visual e a eficiência energética do conjunto.

Assim, o programa de necessidades não se limita à disposição dos ambientes, mas integra princípios bioclimáticos essenciais para o desempenho térmico do anteprojeto. A combinação entre jardim de inverno, cobogós, ventilação cruzada e a alta inércia térmica das paredes em adobe estabelece uma residência ambientalmente adequada, confortável e coerente com as condições climáticas de Palmas.

A definição das espessuras adotadas no anteprojeto segue o princípio de utilizar as dimensões mínimas recomendadas para cada sistema construtivo, garantindo viabilidade técnica, segurança e desempenho térmico adequado. Para a alvenaria convencional, foi adotada a espessura de 15 cm, que corresponde ao valor mínimo amplamente utilizado em obras residenciais brasileiras, suficiente para atender às necessidades estruturais e de vedação, além de facilitar a passagem de instalações.

No caso do adobe, escolheu-se a espessura de 25 cm, também correspondente ao mínimo recomendado para esse tipo de material. Essa dimensão garante estabilidade mecânica às paredes de terra crua e potencializa seu principal atributo: a elevada inércia térmica, essencial para retardar a transferência de calor e melhorar o conforto interno, especialmente no clima quente de Palmas. Assim, as espessuras selecionadas representam o equilíbrio entre economia de material, eficiência térmica e atendimento às características construtivas de cada sistema.

Figura XVIII: Proposta planta baixa I



Fonte: Próprio Autor, 2025

4.4 O partido arquitetônico

O partido arquitetônico do anteprojeto fundamenta-se na adaptação bioclimática ao clima quente de Palmas e na valorização do sistema construtivo em terra crua (adobe), reconhecendo sua eficiência térmica e seu papel histórico na formação das arquiteturas tradicionais brasileiras. A proposta busca não apenas atender aos requisitos técnicos e funcionais do programa, mas também promover um resgate cultural, reconectando a habitação contemporânea às técnicas, materiais e saberes que compõem a diversidade do povo brasileiro.

A implantação da residência no lote privilegia a ventilação natural predominante no sentido sudeste–noroeste, articulando estratégias passivas de conforto que dialogam com a lógica das construções vernaculares. A organização interna adota uma planta setorizada e fluida, com integração dos ambientes sociais em torno de um jardim de inverno, que atua como torre de ventilação (efeito chaminé), favorecendo o resfriamento natural. Esse espaço central também funciona como elemento simbólico, remetendo aos pátios internos presentes em diversas tipologias da arquitetura popular brasileira, marcadas pela convivência, pela relação com o clima e pela vida ao ar livre.

Quadro I – Referencias partido arquitetônico



Fonte – Martins, 2010, p. 8 (2018).

O uso de cobogós reforça essa identidade nacional, retomando um elemento arquitetônico emblemático do modernismo brasileiro e da cultura construtiva do Nordeste. Sua aplicação potencializa a ventilação cruzada, suaviza a luz e cria um ritmo de vazios e cheios que materializa, no próprio espaço, a estética e a inteligência climática desenvolvidas ao longo da história arquitetônica do país.

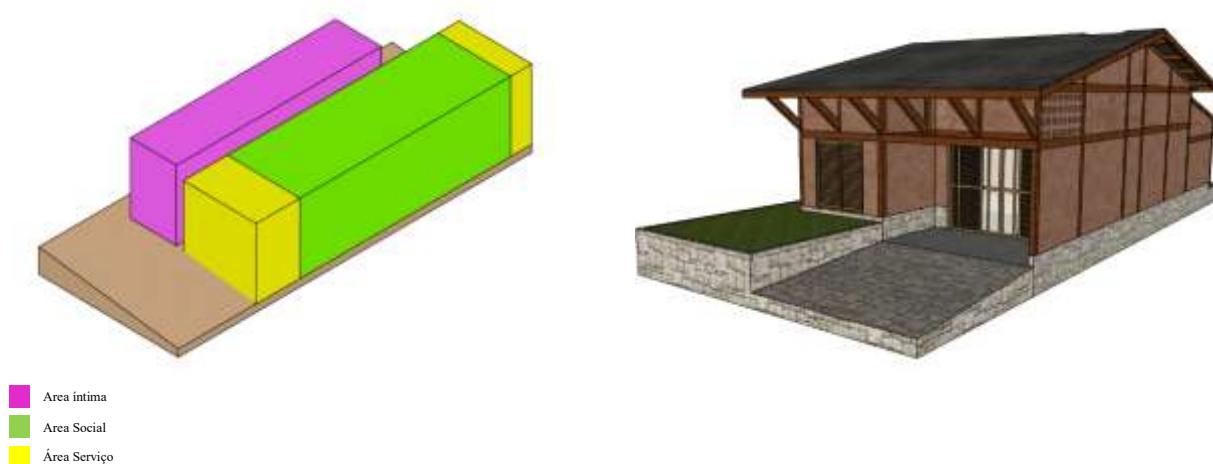
Assim, o partido arquitetônico integra sustentabilidade, desempenho térmico, funcionalidade e identidade cultural, propondo uma residência que responde ao clima de Palmas e, simultaneamente, reconecta o morar contemporâneo com um Brasil profundo, diverso e ancestral, no qual a terra, o clima e a cultura dialogam para gerar arquiteturas mais humanas e enraizadas.

4.4.1 Volumetria

A definição da volumetria da residência foi orientada pela necessidade de adequação às características naturais do terreno, que apresenta uma variação de cota aproximada de 1,20 m entre o ponto mais alto e o ponto mais baixo do lote. Em vez de recorrer a grandes movimentações de terra ou cortes excessivos, optou-se por integrar o projeto arquitetônico ao relevo existente, garantindo economia, sustentabilidade e melhor inserção paisagística.

A solução volumétrica proposta organiza a casa em dois níveis distintos: o nível inferior abriga os ambientes sociais e de serviço, enquanto o nível superior é destinado à área íntima. Essa estratégia permite que a edificação acompanhe o declive natural do terreno, reduzindo a necessidade de aterros e contenções, ao mesmo tempo em que cria uma transição espacial suave entre os setores da casa.

Figura XX - Volumetria



Fonte: Proprio Autor, 2025

O desnível de 1,20 m passa a ser um elemento potencializador do projeto, gerando uma volumetria dinâmica e bem encaixada no lote. A separação entre os níveis confere maior privacidade à área íntima e melhora a percepção espacial interna, valorizando a ventilação e a iluminação natural. Além disso, essa adaptação ao relevo favorece o desempenho térmico, uma vez que a diferença de níveis permite melhor circulação do ar e reduz a exposição direta de fachadas mais críticas ao ganho de calor.

Assim, a volumetria do anteprojeto nasce do diálogo direto com o terreno, transformando um desnível natural em solução arquitetônica, funcional e ambientalmente eficiente, mantendo o solo e a topografia o mais próximo possível de sua configuração original.

4.4.2 Proposta de anteprojeto arquitetônico

A proposta de anteprojeto foi desenvolvida a partir das informações obtidas ao longo da pesquisa, considerando as condicionantes do terreno, o programa de necessidades, as estratégias bioclimáticas e o partido arquitetônico definido. O resultado é uma solução arquitetônica que busca responder de forma equilibrada aos aspectos funcionais, ambientais, culturais e construtivos, integrando o uso do adobe como elemento central de desempenho térmico e identidade material.

O anteprojeto apresenta a organização dos ambientes em dois níveis, aproveitando o desnível natural de 1,20 m do terreno, e incorpora elementos como o jardim de inverno, a ventilação cruzada e o uso de cobogós, garantindo conforto térmico e iluminação natural adequada. A implantação, volumetria e setorização refletem o objetivo de criar uma residência adaptada ao clima de Palmas e coerente com os princípios estudados ao longo do trabalho.

A representação gráfica completa da proposta pode ser analisada na Prancha ARQ 01 de 01, onde estão apresentados planta baixa, cortes, fachadas e demais elementos necessários para a compreensão da solução arquitetônica concebida. Essa prancha sintetiza as decisões projetuais e consolida o anteprojeto elaborado com base na metodologia e diretrizes estabelecidas neste TCC.

4.5 Propor solução de projetos complementares que atendam as necessidades do sistema construtivo em terra crua do anteprojeto

Esta etapa tem como objetivo propor soluções técnicas para os projetos complementares — estrutural, elétrico e hidrossanitário — de modo a adequá-los às particularidades do sistema construtivo em terra crua (adobe), considerando as restrições geométricas, físicas e executivas identificadas na etapa de compatibilização de projetos.

A metodologia adota os softwares da plataforma AltoQi, que oferecem ferramentas específicas para o dimensionamento, cálculo e detalhamento dos sistemas complementares, integrados ao modelo BIM desenvolvido no Revit.

Os programas utilizados serão:

- **AltoQi Builder** – plataforma integrada para coordenação e interoperabilidade entre disciplinas;
- **QiElétrico** – dimensionamento e detalhamento de instalações elétricas prediais;
- **QiHidrossanitário** – dimensionamento de redes de água fria, esgoto sanitário e ventilação;
- **QiEstrutural** – dimensionamento estrutural e análise de cargas e reforços.

O desenvolvimento desta metodologia será realizado em **cinco etapas sequenciais**, descritas a seguir:

a) Interoperabilidade entre Revit e AltoQi Builder

Realiza-se a importação do modelo arquitetônico em formato IFC (Industry Foundation Classes) do Revit para o AltoQi Builder, garantindo a integridade das geometrias e a correspondência entre os níveis e ambientes. Essa interoperabilidade permite que o modelo arquitetônico sirva como base de referência para o dimensionamento das redes elétrica, hidráulica e estrutural, assegurando consistência entre as disciplinas.

Durante essa etapa, verificam-se possíveis incompatibilidades geométricas (como paredes espessas e aberturas irregulares) e ajustam-se os parâmetros para o início do dimensionamento técnico.

b) Dimensionamento estrutural no QiEstrutural

Utiliza-se o QiEstrutural para o dimensionamento dos elementos de reforço e amarração que viabilizam o uso do adobe em ambientes urbanos.

O modelo considera:

- o peso próprio das paredes de adobe;
- a resistência característica à compressão (em torno de 1,2 MPa);
- a adição de cintas de concreto armado em nível de vergas, contravergas e respaldo;
- a inserção de pilares de amarração nos cantos e pontos de carga concentrada.

O objetivo é garantir estabilidade estrutural e integridade das paredes, sem descaracterizar o sistema construtivo em terra crua.

c) Dimensionamento hidrossanitário no QiHidrossanitário

No QiHidrossanitário, elabora-se o projeto das instalações de água fria, esgoto sanitário e ventilação, priorizando o uso de canaletas técnicas aparentes ou embutimentos em elementos estruturais auxiliares, evitando cortes nas paredes de adobe. Entre as soluções adotadas estão:

- shafts verticais acessíveis, executados com blocos estruturais ou painéis de vedação leve;
- passagens de tubulação sob o piso ou sobre o forro, com conexões laterais aos pontos de consumo;
- revestimentos internos com áreas técnicas destacadas, para manutenção e inspeção.

O dimensionamento é realizado conforme a ABNT NBR 5626:2020 (Instalação Predial de Água Fria) e NBR 8160:1999 (Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário).

d) Dimensionamento elétrico no QiElétrico

Utiliza-se o QiElétrico para o dimensionamento e o traçado das instalações elétricas. Como o adobe não permite embutimentos, propõem-se soluções como:

- eletrocalhas aparentes em corredores e áreas de serviço;
- molduras de madeira ou PVC como canaletas estéticas;

- painéis de distribuição externos, fixados em paredes de apoio;
- forros falsos com passagens horizontais para circuitos.

O projeto segue as diretrizes da ABNT NBR 5410:2004 (Instalações Elétricas de Baixa Tensão) e é dimensionado automaticamente pelo software, considerando queda de tensão, fator de demanda e proteção de circuitos.

e) Integração final e validação das soluções

Concluídos os dimensionamentos, as três disciplinas (estrutural, elétrica e hidrossanitária) são integradas novamente no AltoQi Builder, permitindo a análise visual e numérica de interferências. Com base nessa integração, são geradas:

- pranchas de compatibilização;
- relatórios de dimensionamento e detalhamento;
- tabelas quantitativas e listas de materiais;
- recomendações executivas para a obra.

As soluções são avaliadas quanto à viabilidade técnica, manutenção, acessibilidade e custo, considerando as limitações construtivas do adobe e o contexto climático de Palmas/TO.

4.5.1 Resultados

Todos os projetos complementares necessários ao anteprojeto — hidráulico, sanitário, elétrico e estrutural — foram devidamente desenvolvidos e compatibilizados com as soluções arquitetônicas propostas. Cada projeto segue as exigências técnicas e normativas aplicáveis, garantindo coerência executiva, segurança, desempenho adequado e integração entre os diferentes sistemas construtivos adotados.

Destaque especial em relação ao projeto estrutural, foi possível integrar a fundação em concreto com o restante da estrutura em madeira. De modo que garanta maior durabilidade da estrutura. Optou-se por sapatas estruturadas em concreto armado, ancorando os pilares de madeira por meio de um encaixe feito por perfil metálico. Assim, a madeira não entra em contato com o solo nem tão pouco a umidade.

A representação completa desses projetos pode ser analisada nas pranchas técnicas, onde constam plantas, detalhes, diagramas, especificações e demais informações essenciais para a

compreensão das soluções adotadas. As pranchas reúnem, de forma organizada, todos os elementos que evidenciam a compatibilidade, o planejamento e a precisão dos projetos complementares elaborados para o anteprojeto.

É importante frisar que o maior diferencial entre os sistemas está relacionado à execução, pois o adobe exige que todas as instalações sejam previamente definidas, evitando reequações durante o processo construtivo, a fim de garantir maior estabilidade da estrutura de vedação.

4.6 Analisar as necessidades executivas entre a construção em terra crua e alvenaria convencional em relação a compatibilização de projetos complementares

Esta etapa tem como finalidade analisar as necessidades executivas e projetuais entre os sistemas construtivos de terra crua (adobe) e alvenaria convencional, por meio da compatibilização de projetos complementares em ambiente BIM (Building Information Modeling). A metodologia adota o software Autodesk Revit como principal ferramenta de modelagem, integração e análise de interferências, buscando compreender de que forma a modelagem da informação da construção pode contribuir para a viabilidade técnica e construtiva do adobe.

O processo de compatibilização foi estruturado em cinco etapas principais, descritas a seguir:

a) Modelagem dos sistemas construtivos

Modela-se o edifício em duas versões distintas: uma com paredes em blocos cerâmicos (alvenaria convencional) e outra com paredes de adobe (terra crua). Em cada modelo são definidos:

- Materiais;
- Dimensões de blocos e argamassas;
- Detalhes de fundação, vergas, contravergas e platibandas;
- Elementos estruturais compatíveis (vigas, pilares, cintas de amarração).

Essa etapa visa garantir que o modelo digital represente fielmente a realidade construtiva de cada sistema, permitindo comparações justas em etapas posteriores.

b) Inserção e integração dos projetos complementares

Após a modelagem arquitetônica, inserem-se os projetos estrutural, elétrico e hidrossanitário em um mesmo arquivo BIM, utilizando arquivo IFC, por meio do recurso de vinculação de modelos (links). Essa integração permite que todas as disciplinas compartilhem a mesma base de coordenadas e níveis, garantindo alinhamento entre paredes, shafts, tubulações e elementos estruturais.

No caso do adobe, realizam-se ajustes manuais nas espessuras e na distribuição dos elementos, visto que a modulação e o espaçamento entre vãos diferem significativamente da alvenaria tradicional.

c) Análise comparativa dos resultados

Após a detecção das interferências, procede-se à comparação entre os dois sistemas construtivos. São avaliados os seguintes critérios:

- número total de interferências detectadas;
- tipos de conflito (geométrico, funcional ou de manutenção);
- facilidade de compatibilização entre disciplinas;
- nível de adaptação exigido nas instalações e nas soluções estruturais.

Com base nessa análise, constata-se o nível de complexidade executiva de cada sistema, observando como o uso da terra crua influencia na compatibilização de componentes modernos (como tubulações embutidas, quadros elétricos e shafts verticais).

d) Proposição de soluções técnicas

Por fim, propõem-se soluções técnicas específicas para viabilizar a integração dos projetos complementares em edificações de adobe. Entre as estratégias analisadas estão:

- uso de shafts aparentes ou canaletas técnicas externas para instalações elétricas e hidráulicas;
- recuos estruturais para embutir eletrodutos sem comprometer a resistência das paredes;
- reforço com barras metálicas ou cintas de concreto armado em pontos de carga concentrada;
- adoção de forros acessíveis para manutenção das redes de instalações;
- padronização modular dos blocos de adobe para facilitar o lançamento de componentes estruturais e instalações.

Essas soluções são apresentadas em pranchas técnicas e relatórios de compatibilização, evidenciando os ajustes necessários para a integração do adobe à lógica projetual contemporânea.

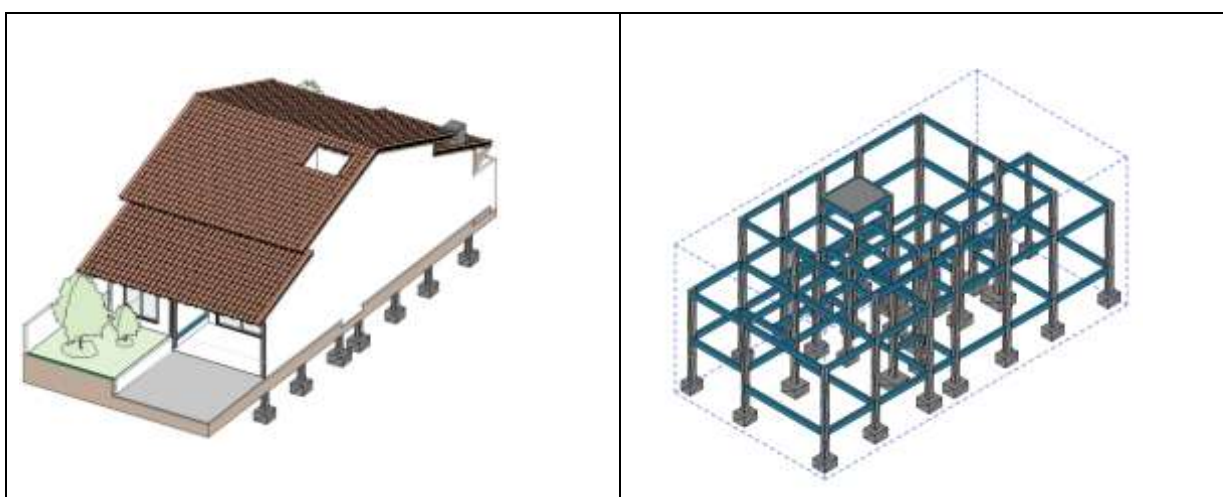
4.6.1 Resultados

A análise das necessidades executivas entre a construção em terra crua e a alvenaria convencional demonstra que, apesar das especificidades de cada material, ambos os sistemas hoje demandam altos níveis de compatibilização entre os projetos complementares. Com o avanço das técnicas construtivas, da normatização e do uso de ferramentas digitais como o BIM, a construção em terra crua deixou de ser associada a um processo artesanal e pouco preciso, passando a integrar soluções modernas que exigem planejamento equivalente ao da alvenaria convencional.

Na alvenaria tradicional, a compatibilização já é uma etapa consolidada, visto que o sistema dispõe de parâmetros definidos para o posicionamento de tubulações, vergas, eletrodutos e reforços estruturais. A ampla oferta de produtos industrializados e componentes padronizados facilita a integração entre arquitetura, estrutura e instalações, reduzindo interferências durante a execução.

Na construção em terra crua, especialmente com o uso de blocos de adobe, as necessidades executivas historicamente eram mais sensíveis devido à natureza do material. A definição antecipada das instalações, o uso adequado de eletrodutos embutidos, técnicas de proteção contra umidade e reforços localizados tornam o adobe plenamente integrável aos projetos complementares.

Quadro II – Sobreposição de arquivo IFC Estrutura em relação a arquitetura



Fonte: Próprio Autor, 2025

No anteprojeto proposto, tanto no sistema convencional quanto no sistema em terra crua, os projetos complementares apresentam grande similaridade, refletindo como a

modernização das técnicas de terra crua vem reduzindo significativamente as diferenças entre os sistemas. Assim, a transição entre projetar em alvenaria convencional e projetar em adobe torna-se cada vez mais fluida, uma vez que ambos exigem detalhamento, precisão e compatibilização antecipada.

Com isso, observa-se que os dois sistemas convergem, na contemporaneidade, para uma mesma necessidade: projetos bem coordenados, multidisciplinares, integrados e executivamente eficientes. As diferenças construtivas existem, mas o avanço técnico da terra crua tem aproximado os níveis de exigência, tornando o processo projetual cada vez mais semelhante e viabilizando a aplicação ampla desse sistema em edificações contemporâneas.

Tabela VI – Similaridades entre os Sistemas Construtivos na Compatibilização dos Projetos Complementares

Projeto Complementar	Alvenaria Convencional	Terra Crua (Adobe)	Similaridades entre os Sistemas
Hidráulica	Passagem de tubulações embutidas ou aparentes conforme detalhamento.	Passagem de tubulações embutidas previamente planejadas ou aparentes conforme necessidade.	Ambos exigem definição prévia de pontos hidráulicos, estanqueidade, proteção contra umidade e compatibilização com arquitetura e estrutura.
Sanitário	Necessidade de caimentos, ventilação sanitária e definição de prumadas.	Mesmas exigências de caimento, ventilação e prumadas, com atenção ao posicionamento.	Os dois sistemas demandam planejamento de prumadas, ventilação e caimentos, sem diferenças de funcionamento ou dimensionamento.
Elétrica	Eletrodutos embutidos na alvenaria, caixas de passagem e quadros distribuídos.	Eletrodutos embutidos nos blocos de adobe ou executados durante a elevação das paredes.	Ambos dependem de eletrodutos, quadros, circuitos e dimensionamento conforme NBR 5410, com rotas previamente coordenadas.
Estrutural	Estrutura independente (vigas, pilares e laje) ou alvenaria estrutural.	Estrutura independente ou paredes portantes de adobe reforçadas.	Ambos requerem coordenação estrutural com instalações, definição de vãos, vergas, contravergas e análise de cargas.

Fonte: Próprio Autor, 2025

No entanto, é preciso ressaltar que mesmo com todos os avanços na utilização da terra crua, é preciso pensar na proteção contra a umidade, sendo o cuidado mais crítico na construção em terra crua, pois o material apresenta alta sensibilidade à água. Diante disso, o anteprojeto considerou os seguintes pontos na tomada de decisões projetuais:

Tabela VII – Tomada de decisões projetuais

Cuidados Essenciais	Soluções adotadas
1. Proteção contra umidade	Utilização de fundação tipo radie, afim de evitar o contato das paredes diretamente com o solo. Utilização de beirais de 80cm.
2. Espessura mínima das paredes	Uso de espessuras a partir de 25 cm para garantir inércia térmica, estabilidade e resistência mecânica.
3. Planejamento prévio das	Definição antecipada de eletrodutos, pontos elétricos e tubulações hidráulicas,

instalações	evitando cortes posteriores.
4. Compatibilização de projetos	Coordenação entre arquitetura, estrutura e instalações, garantindo que as interfaces não comprometam o adobe.
5. Controle de vãos e aberturas	Limitação de vãos grandes e uso obrigatório de vergas e contravergas para distribuição de cargas.
6. Reforços estruturais necessários	Uso de cintas, amarrações, vergas e outros elementos para evitar esforços horizontais.
7. Fundação adequada	Adoção de fundações contínuas e estáveis (radie) evitando recalques diferenciais e garantindo apoio uniforme.
8. Revestimentos compatíveis	Recomendação de rebocos de terra estabilizada ou cal, evitando argamassas rígidas de cimento.
9. Modulação dos blocos	Planejamento dimensional que minimize cortes e desperdícios, garantindo execução uniforme.
10. Disponibilidade de Produto	Necessidade de adequar o solo disponível para a produção dos tijolos de adobe.

Fonte: Próprio Autor, 2025

Vale ressaltar que a proteção contra a umidade é o cuidado mais relevante nas construções em adobe, pois esse material apresenta elevada sensibilidade à água. A norma brasileira para o sistema, NBR 16814: Adobe Estrutural, destaca que a umidade ascendente e a chuva incidente são fatores determinantes na deterioração das alvenarias de terra (ABNT, 2020, p. 12). Em estudo sobre tecnologias vernaculares, Rede Terra Brasil afirma que “a água é o agente mais agressivo ao adobe, exigindo soluções de proteção como embasamentos elevados, beirais e drenagem adequada” (Rede Terra Brasil, 2020, p. 45). Essas referências reforçam que o desempenho e a durabilidade do adobe dependem diretamente de estratégias eficientes de afastamento do solo e proteção contra intempéries.

Outro aspecto fundamental é a espessura das paredes, que deve assegurar inércia térmica e estabilidade mecânica. Na obra clássica do grupo CRAterre, Construire en Terre, afirma-se que “paredes de carga em terra necessitam de espessuras mínimas que garantam resistência à compressão e massa térmica adequada” (Craterre, 1995, p. 78). A literatura recomenda espessuras próximas a 25 cm para edificações estruturais, parâmetro adotado neste anteprojeto. Essa dimensão assegura melhor desempenho térmico, favorecendo a regularização das temperaturas internas e aumentando a estabilidade global das paredes, especialmente em regiões de clima quente.

A antecipação das instalações prediais — elétricas, hidráulicas e sanitárias — constitui outro cuidado indispensável. O estudo de Porto (2018), sobre construção sustentável em adobe na Amazônia, destaca que “qualquer corte posterior em paredes de adobe pode gerar fissuras, comprometendo a integridade e o desempenho estrutural” (Porto, 2018, p. 63). Por esse motivo, é necessário prever trajetos de eletrodutos, caixas de passagem, prumadas e tubulações antes da execução das alvenarias, assegurando que o sistema construtivo seja

preservado e que as interfaces com os demais projetos complementares ocorram sem conflitos.

Em relação aos reforços estruturais e acabamentos, a literatura especializada reafirma a necessidade de elementos auxiliares para garantir estabilidade. No manual de referência do arquiteto alemão Gernot Minke, *Manual de Construção em Terra*, o autor afirma que “paredes de terra apresentam baixa resistência a esforços horizontais, sendo imprescindível o uso de vergas, cintas e amarrações” (Minke, 2012, p. 104). O autor também adverte que “revestimentos rígidos à base de cimento podem causar fissuras e destacamentos ao longo do tempo, recomendando rebocos de terra estabilizada ou cal, compatíveis com o comportamento higrotérmico do adobe.

A definição da espessura adequada das paredes é essencial para o bom desempenho das construções em terra crua. Recomenda-se utilizar espessuras mínimas de 25 cm, medida já adotada no anteprojeto, pois essa dimensão proporciona a massa necessária para garantir inércia térmica, contribuindo para a estabilidade das temperaturas internas ao longo do dia. Além disso, paredes mais espessas oferecem maior estabilidade estrutural e resistência mecânica, garantindo segurança, durabilidade e melhor comportamento frente às cargas atuantes.

4.7 Elaborar planilha de custo básico para a construção em terra crua

Esta etapa tem como objetivo elaborar uma planilha de custo básico voltada exclusivamente à construção em terra crua (técnica de adobe), de modo a identificar e quantificar os custos diretos e indiretos envolvidos na execução de uma edificação típica.

A metodologia baseia-se nos custos referenciais divulgados pelo SINDUSCON (Sindicato da Indústria da Construção Civil), complementados por levantamentos de campo e valores de mercado locais, buscando representar com fidelidade a realidade econômica da construção em terra crua na região de Palmas – TO. O processo será desenvolvido de forma integrada com os modelos BIM, garantindo a extração precisa de quantitativos e a confiabilidade dos resultados.

O processo de elaboração da planilha de custo será dividido em cinco etapas metodológicas principais, que orientam desde o levantamento de dados até a consolidação da planilha final:

a) Levantamento dos quantitativos de projeto

Inicialmente, realiza-se o levantamento detalhado dos quantitativos a partir do modelo arquitetônico desenvolvido em BIM (Autodesk Revit), referente ao anteprojeto em terra crua. São extraídas as áreas e volumes dos principais elementos construtivos:

- fundações e base impermeabilizada;
- paredes de adobe e juntas de argamassa;
- vergas, contravergas e cintas de amarração;
- revestimentos internos e externos;
- cobertura (estrutura, telha, forro e beiral);
- esquadrias e acabamentos básicos.

Esses quantitativos são exportados em formato CSV ou XLSX para posterior integração com a planilha de custos.

b) Coleta e consolidação de custos de referência (mercado local)

A etapa seguinte consiste na pesquisa e consolidação dos custos referenciais junto ao mercado local consultando os seguintes parâmetros:

- custo médio da mão de obra da construção civil, atualizado mensalmente;
- valores unitários de materiais básicos (areia, cal, cimento, madeira, telha, ferragem);
- produtividade média de serviços por equipe (m^2/dia ou m^3/dia).

Além disso, realiza-se levantamento de preços locais em fornecedores e olarias regionais para materiais específicos da terra crua, como:

- blocos de adobe prontos (quando disponíveis comercialmente);
- custo de produção artesanal por unidade (terra, palha, molde e tempo de secagem);
- transporte e manuseio dos blocos;
- custos indiretos (armazenamento, perdas, proteção contra chuva).

Os dados são organizados e atualizados para o mês de referência da pesquisa.

c) Estruturação da planilha de custo básico

Com base nos quantitativos e custos levantados, elabora-se uma planilha de composição de custos no Microsoft Excel, estruturada por etapas construtivas. A organização segue o formato padrão de composição orçamentária, com os seguintes grupos:

1. Serviços Preliminares: limpeza, locação da obra, preparo do solo e contenções;
2. Fundações e Impermeabilização da Base: sapatas corridas, lastros e barreiras contra umidade;
3. Paredes de Terra Crua (Adobe): fabricação ou aquisição dos blocos, assentamento, rejuntamento e cura;
4. Vergas, Cintas e Estrutura de Amarração: concreto armado ou madeira, conforme o projeto;
5. Revestimentos e Acabamentos Naturais: reboco estabilizado com cal, argila e fibras vegetais;
6. Cobertura: estrutura de madeira, telha cerâmica e beirais de proteção;
7. Pintura e Proteção Superficial: aplicação de selante mineral ou pintura à base de cal;

A planilha calcula automaticamente o custo total da obra e o custo por metro quadrado (R\$/ m^2).

c) Análise e interpretação do custo obtido

A etapa final consiste em interpretar o resultado econômico obtido na planilha,

destacando:

- o custo total estimado da edificação (R\$);
- o custo por metro quadrado (R\$/m²);
- os itens de maior representatividade no orçamento (ex.: blocos, mão de obra e cobertura);
- oportunidades de otimização de custos por meio de processos produtivos locais.

Essa análise fornece subsídios para tomada de decisão e futuras replicações, permitindo que o sistema construtivo em terra crua seja avaliado sob o ponto de vista técnico e financeiro.

4.7.1 Resultados

Conforme as planilhas orçamentárias para a edificação em adobe e alvenaria convencional para o município de Palmas/TO, a análise comparativa dos custos demonstrou diferenças financeiras significativas entre a construção em terra crua (adobe) e a alvenaria convencional, evidenciando que o adobe apresenta maior viabilidade econômica para habitações de padrão similar. O custo total estimado para a residência em adobe foi de R\$ 313.423,34, enquanto a mesma edificação, quando projetada em alvenaria convencional, alcançou R\$ 552.856,69, resultando em uma economia aproximada de R\$ 239.433,35 ao optar pelo sistema construtivo em terra crua.

Quando normalizados pela área total construída de 149,51 m², os custos por metro quadrado revelam ainda mais a diferença entre os sistemas:

- Custo do adobe por m²: R\$ 2.096,49/m²
- Custo da alvenaria por m²: R\$ 3.697,34/m²

Isso representa uma redução percentual de aproximadamente 43,3% no custo final da obra ao utilizar adobe, evidenciando sua competitividade econômica mesmo quando consideradas etapas contemporâneas de acabamento, instalações e infraestrutura.

Do ponto de vista técnico, esse resultado reforça conclusões encontradas em pesquisas nacionais e internacionais. Segundo Giraldi, Costa e Almeida (2024, p. 87), “as construções em terra crua apresentam custos globais inferiores devido à baixa demanda por materiais industrializados, maior participação de mão de obra local e menor complexidade no processo produtivo”. Isso se confirma no presente estudo, em que grande parte da economia observada decorre da redução de materiais como blocos cerâmicos, argamassas industrializadas,

concreto usinado e aço, amplamente utilizados na alvenaria convencional.

Outros autores também destacam o impacto positivo do adobe no orçamento de obra. Minke (2012, p. 33) afirma que “a terra é um dos materiais de construção mais econômicos do mundo, sobretudo quando extraída no próprio local, reduzindo drasticamente os custos com transporte e fabricação”. Embora nem todo adobe utilizado em obras contemporâneas seja produzido *in loco*, o processo artesanal ou semimecanizado ainda se demonstra financeiramente vantajoso, como confirmado nos resultados analisados.

Além dos custos diretos, o sistema em terra crua apresenta benefícios indiretos relacionados ao desempenho térmico. Houben e Guillaud (1994, p. 115) ressaltam que “as massas térmicas elevadas das paredes em terra crua contribuem para maior estabilidade das temperaturas internas, reduzindo gastos com climatização ao longo da vida útil da edificação”. Embora esta pesquisa não tenha contabilizado custos operacionais, é plausível considerar que o adobe tende a promover economia adicional a longo prazo, especialmente em regiões de clima quente, como Palmas–TO.

Em contraste, a alvenaria convencional, apesar de amplamente difundida e estruturada do ponto de vista industrial, apresenta custos elevados devido à cadeia produtiva baseada em materiais transformados, logística mais intensiva e maior dependência de mão de obra especializada. Oliveira e Pantoja (2020, p. 42) enfatizam que “a alvenaria cerâmica representa um dos sistemas de maior custo por demandar processos construtivos sequenciais, consumo de insumos industrializados e elevada carga laboral”, o que se refletiu diretamente nos valores obtidos no presente estudo.

Assim, os resultados permitem concluir que a construção em adobe é economicamente mais viável, mantendo desempenho técnico satisfatório e atendendo aos requisitos normativos quando corretamente projetada. A diferença de custo observada demonstra o potencial do adobe como alternativa sustentável e financeiramente competitiva para habitações de pequeno e médio porte no contexto brasileiro contemporâneo.

4.8 Comparar os Índices de Conforto Térmico entre os sistemas construtivos de terra crua e alvenaria convencional

Esta etapa tem como objetivo avaliar e comparar o desempenho térmico dos sistemas construtivos de terra crua (adobe) e alvenaria convencional, a partir da aplicação de métodos de cálculo manual baseados nas normas ABNT NBR 15220:2021, ABNT NBR 15575:2021.

O estudo busca compreender como as propriedades físicas dos materiais influenciam o comportamento térmico interno dos ambientes, considerando o clima quente e úmido da cidade de Palmas – TO. O procedimento é estruturado de modo a permitir uma análise comparativa objetiva, sem o uso de simulação computacional, priorizando o cálculo físico e normativo dos parâmetros de conforto térmico.

A metodologia é estruturada em cinco etapas principais, com base em procedimentos normativos e cálculos manuais:

a) Definição das condições climáticas e parâmetros de referência

Selecionam-se os dados climáticos de Palmas – TO, obtidos junto ao INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), incluindo:

- temperatura média anual;
- temperatura máxima e mínima média do mês mais quente;
- umidade relativa média;
- radiação solar média diária.

Esses parâmetros são utilizados para definir as condições de contorno e os valores de temperatura externa de referência (Text) a serem aplicados nos cálculos.

b) Caracterização dos elementos construtivos

Descrevem-se as características físicas e térmicas dos materiais que compõem cada sistema construtivo.

Sistema 1 – Terra crua (adobe):

- tijolo de adobe: espessura 0,30 m; condutividade térmica (λ) \approx 0,69 W/m·K;
- reboco interno e externo de argamassa de barro estabilizado;
- cobertura com telha cerâmica e forro de madeira ventilado.

Sistema 2 – Alvenaria convencional:

- bloco cerâmico: espessura 0,15 m; condutividade térmica (λ) $\approx 1,11$ W/m·K;
- reboco de argamassa de cimento e areia;
- cobertura com telha fibrocimento (sem isolamento).

Essas informações são utilizadas para o cálculo da transmitância térmica (U) e da capacidade térmica (C) de cada parede e cobertura.

c) Cálculo da transmitância térmica (U) e da capacidade térmica (C)

Com base na ABNT NBR 15220-2:2021 (Desempenho Térmico de Edificações), calculam-se os valores de U (W/m²·K) e C (kJ/m²·K) dos componentes da envoltória, utilizando as seguintes expressões:

- **Transmitância térmica (U):**

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{e_i}{\lambda_i} + R_{se}}$$

Onde:

- e_i : espessura da camada (m)
- λ_i : condutividade térmica do material (W/m·K)
- R_{si} e R_{se} : resistências superficiais interna e externa (m²·K/W)

- **Capacidade térmica (C):**

$$C = \sum(\rho_i \cdot c_i \cdot e_i)$$

Onde:

- ρ_i : densidade do material (kg/m³)
- c_i : calor específico (J/kg·K)
- e_i : espessura (m)

Esses valores permitem quantificar a inércia térmica dos sistemas, identificando qual deles apresenta maior estabilidade térmica interna.

d) Determinação da temperatura operativa e análise de conforto térmico

A temperatura operativa (T_{op}) é determinada considerando o balanço entre as temperaturas do ar e das superfícies internas, conforme a ISO 7730:2005. Em seguida, aplica-se o modelo de conforto térmico PMV/PPD (Predicted Mean Vote / Predicted Percentage of Dissatisfied) para avaliar o grau de satisfação térmica dos ocupantes.

Além disso, adota-se o modelo adaptativo de conforto térmico, conforme a ABNT NBR 15575:2021, apropriado para edificações naturalmente ventiladas, calculado por:

$$T_n = 0,31 \cdot T_{out} + 17,8$$

onde T_n é a temperatura neutra interna e T_{out} é a temperatura média externa mensal.

Com base nessa equação, determina-se a zona de conforto térmico aceitável (± 2 °C em relação a T_n), comparando o desempenho térmico interno estimado para cada sistema construtivo.

e) Comparação e interpretação dos resultados

Após o cálculo dos parâmetros térmicos, elaboram-se tabelas comparativas entre o adobe e a alvenaria convencional, considerando:

- valores de U e C (transmitância e capacidade térmica);
- temperatura operativa interna estimada;
- conforto térmico (PMV/PPD e modelo adaptativo);
- adequação às faixas de conforto estabelecidas pela norma.

Os resultados são representados graficamente e interpretados quanto à eficiência passiva do adobe, evidenciando sua capacidade de estabilizar a temperatura interna e reduzir a necessidade de climatização artificial.

4.8.1 Memorial de cálculo e Resultados

Condição climática de projeto (verão em Palmas/TO)

- Temperatura externa de projeto:

$$T_e = 36 \text{ °C}$$

- Temperatura interna desejada:

$$T_i = 26 \text{ °C}$$

- Diferença de temperatura:

$$\Delta T = T_e - T_i = 36 - 26 = 10 \text{ K}$$

Resistências superficiais (NBR 15220-2 – parede vertical)

- Resistência superficial interna:

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

- Resistência superficial externa:

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Parede em terra crua (adobe) – espessura 25 cm

Composição da parede

a) Reboco interno (argamassa)

- Espessura: $e_1 = 0,015 \text{ m}$
- Condutividade térmica:

$$\lambda_1 = 1,00 \text{ W/(m.K)}$$

b) Adobe maciço

- Espessura: $e_2 = 0,25 \text{ m}$
- Condutividade térmica:

$$\lambda_2 = 0,69 \text{ W/(m.K)}$$

c) Reboco externo (argamassa)

- Espessura: $e_3 = 0,015 \text{ m}$
- Condutividade térmica:

$$\lambda_3 = 1,00 \text{ W/(m.K)}$$

Cálculo das resistências das camadas

Fórmula geral da NBR 15220-2 para cada camada:

$$R_i = \frac{e_i}{\lambda_i}$$

a) Reboco interno

$$R_{reb,int} = \frac{e_1}{\lambda_1} = \frac{0,015}{1,00}$$

$$R_{reb,int} = 0,015 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

b) Adobe (25 cm)

$$R_{adobe} = \frac{e_2}{\lambda_2} = \frac{0,25}{0,69}$$

$$R_{adobe} \approx 0,3623 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

c) Reboco externo

$$R_{reb,ext} = \frac{e_3}{\lambda_3} = \frac{0,015}{1,00}$$

$$R_{reb,ext} = 0,015 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Resistência térmica total da parede

Fórmula da NBR 15220-2:

$$R_{total} = R_{si} + \sum R_i + R_{se}$$

Substituindo os valores:

$$R_{total,adobe\ 25} = 0,13 + 0,015 + 0,3623 + 0,015 + 0,04$$

$$R_{total,adobe\ 25} \approx 0,5623 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

(Para o TCC, pode-se arredondar para **0,562 m²·K/W**.)

Transmitância térmica U

$$U = \frac{1}{R_{total}}$$

$$U_{adobe\ 25} = \frac{1}{0,5623}$$

$$U_{adobe\ 25} \approx 1,78 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Fluxo de calor por unidade de área q

Modelo estacionário:

$$q = U \cdot \Delta T$$

$$q_{adobe\ 25} = 1,78 \times 10$$

$$q_{adobe\ 25} \approx 17,78 \text{ W/m}^2$$

Temperatura superficial interna T_{si}

$$T_{si} = T_i + q \cdot R_{si}$$

Substituindo:

$$T_{si,adobe\ 25} = 26 + 17,78 \times 0,13$$

$$T_{si,adobe\ 25} \approx 26 + 2,31 = 28,31\text{C}$$

Parede em alvenaria cerâmica – espessura 15 cm**Composição da parede****Reboco interno (argamassa)**

- Espessura: $e_1 = 0,015$ m
- Condutividade térmica:

$$\lambda_1 = 1,00 \text{ W/(m.K)}$$

Bloco cerâmico furado

- Espessura: $e_2 = 0,15$ m
- Condutividade térmica:

$$\lambda_2 = 0,90 \text{ W/(m.K)}$$

Reboco externo (argamassa)

- Espessura: $e_3 = 0,020$ m
- Condutividade térmica:

$$\lambda_3 = 1,00 \text{ W/(m.K)}$$

Cálculo das resistências das camadas

Mesma fórmula:

$$R_i = \frac{e_i}{\lambda_i}$$

a) Reboco interno

$$R_{reb,int} = \frac{0,015}{1,00} = 0,015 \text{ m}^2.\text{K/W}$$

b) Bloco cerâmico (15 cm)

$$R_{bloco} = \frac{0,15}{0,90} = 0,1667 \text{ m}^2.\text{K/W}$$

c) Reboco externo

$$R_{reb,ext} = \frac{0,020}{1,00} = 0,020 \text{ m}^2.\text{K/W}$$

Resistência térmica total da parede

$$\begin{aligned}
 R_{total,alv\ 15} &= R_{si} + R_{reb,int} + R_{bloco} + R_{reb,ext} + R_{se} \\
 R_{total,alv\ 15} &= 0,13 + 0,015 + 0,1667 + 0,020 + 0,04 \\
 R_{total,alv\ 15} &\approx 0,3717\text{m}^2 \cdot \text{K/W}
 \end{aligned}$$

(Arredondando: **0,372 m²·K/W**.)

Transmitância térmica U

$$\begin{aligned}
 U_{alv\ 15} &= \frac{1}{R_{total,alv\ 15}} = \frac{1}{0,3717} \\
 U_{alv\ 15} &\approx 2,69\ \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})
 \end{aligned}$$

Fluxo de calor $q - \Delta T = 10\ \text{K}$

$$\begin{aligned}
 q_{alv\ 15} &= U_{alv\ 15} \cdot \Delta T \\
 q_{alv\ 15} &\approx 2,69 \times 10 = 26,91\ \text{W}/\text{m}^2
 \end{aligned}$$

Temperatura superficial interna T_{si}

$$\begin{aligned}
 T_{si,alv\ 15} &= T_i + q_{alv\ 15} \cdot R_{si} \\
 T_{si,alv\ 15} &= 26 + 26,91 \times 0,13 \\
 T_{si,alv\ 15} &\approx 26 + 3,50 = 29,50\text{C}
 \end{aligned}$$

Tabela VII - Resultados

Parâmetro	Adobe 25 cm	Alvenaria 15 cm
Rtotal (m ² ·K/W)	0,562	0,372
U (W/(m ² ·K))	1,78	2,69
q (W/m ²), ΔT = 10 K	17,78	26,91
Tsi (°C)	28,31	29,50
To (°C)	27,16	27,75

Fonte: Proprio Autor, 2025.

Os cálculos de desempenho térmico realizados conforme a NBR 15220-2 mostra diferenças significativas entre os sistemas de vedação vertical avaliados. A parede de terra crua com espessura de 25 cm apresentou resistência térmica maior e menor transmitância térmica quando comparada à parede de alvenaria cerâmica com 15 cm de espessura. Essa diferença se reflete de maneira direta nas condições reais de conforto térmico e no comportamento energético da edificação.

A seguir são apresentadas as discussões práticas com base nos índices obtidos:

4.8.2 Discorções dos resultados

Resistência térmica e transmitância: impacto direto na entrada de calor

A parede de **terra crua (adobe 25 cm)** apresentou uma resistência térmica total de **0,562 m²·K/W**, enquanto a parede de **alvenaria (15 cm)** resultou em **0,372 m²·K/W**. Na prática, isso significa que a parede de terra crua oferece maior **barreira ao fluxo de calor**, reduzindo a quantidade de calor que atravessa do ambiente externo para o interno.

Da mesma forma, a transmitância térmica (U), que representa a facilidade com que o calor atravessa a parede, foi de:

- **1,78 W/m²·K** para o adobe
- **2,69 W/m²·K** para a alvenaria

Ou seja, a alvenaria deixa passar **cerca de 51% mais calor** para o interior do ambiente quando submetida ao mesmo gradiente térmico. Ambientes construídos com terra crua tendem a ser **mais frescos** durante o dia, especialmente em regiões de clima quente como Palmas/TO, reduzindo o desconforto térmico e diminuindo a necessidade de uso contínuo de ar-condicionado.

Fluxo de calor e demanda de resfriamento

O fluxo de calor (q), que representa exatamente a quantidade de calor que atravessa cada metro quadrado de parede, apresentou valores de:

- **17,78 W/m²** para o adobe
- **26,91 W/m²** para a alvenaria

Em outras palavras: cada metro quadrado de parede convencional deixa entrar 51% mais calor que a parede de terra crua. Para um cômodo típico (por exemplo, 12 m² com 39 m² de paredes externas), isso significa centenas de watts de calor adicional. O ar-condicionado precisa trabalhar mais intensamente e por mais tempo para remover o calor que entra pelas paredes de alvenaria. Isso implica:

- maior consumo de energia;
- maior desgaste do equipamento (compressor ciclando mais vezes);

- resposta térmica mais lenta do ambiente;
- menor eficiência geral do sistema de climatização.

Temperatura superficial interna: conforto térmico real

A temperatura superficial interna (T_{si}) representa o quão quente a parede fica “do lado de dentro”.

- No adobe: **28,31 °C**
- Na alvenaria: **29,50 °C**

Essa diferença de **1,19 °C** é extremamente relevante para o conforto térmico, porque o corpo humano troca calor por radiação com as superfícies internas. Mesmo que o ar do ambiente esteja a **26 °C**, a radiação térmica emitida por paredes mais quentes (alvenaria) faz o usuário sentir uma temperatura maior, causando aquela sensação típica de que mesmo com o ar-condicionado ligado, sente-se como se não estivesse funcionando. Já em paredes mais frias (adobe), a sensação térmica é mais agradável mesmo com temperaturas de ar ligeiramente maiores.

Temperatura operativa: o índice de conforto que importa

A temperatura operativa (T_o) é a média ponderada entre a temperatura do ar e a temperatura das superfícies internas. Ela é utilizada pela NBR 15575 e pela ISO 7730 para avaliar conforto térmico.

Resultados:

- **Adobe 25 cm:** $T_o \approx 27,16 \text{ °C}$
- **Alvenaria 15 cm:** $T_o \approx 27,75 \text{ °C}$

Essa diferença de **0,59 °C** é suficiente para alterar significativamente a sensação de conforto. Ambientes com parede de alvenaria tendem a apresentar maior sensação térmica de calor, mesmo com o ar-condicionado atuando. Para atingir o mesmo nível de conforto do adobe, o ar-condicionado teria que reduzir a temperatura do ar em aproximadamente **0,6 °C**, o que impacta o consumo energético em até:

- 8% a 12% a mais de energia por grau reduzido no termostato.

Ou seja, a terra crua favorece maior conforto com menor demanda energética.

Tabela XX – Avaliação de desempenho termico entre os sistemas construtivos

Item Avaliado	Resultado técnico	Sistema mais eficiente	Justificativa
Resistência térmica (R_total)	Adobe 25 cm = 0,562 m ² ·K/W Alvenaria 15 cm = 0,372 m ² ·K/W	Terra crua (adobe)	Maior resistência térmica → maior barreira à entrada de calor.
Transmitância térmica (U)	Adobe 25 cm = 1,78 W/m ² ·K Alvenaria 15 cm = 2,69 W/m ² ·K	Terra crua (adobe)	Menor U = menor transferência de calor da parte externa para a interna.
Fluxo de calor (q)	Adobe 25 cm = 17,78 W/m ² Alvenaria 15 cm = 26,91 W/m ²	Terra crua (adobe)	Entra ~51% menos calor pelo adobe.
Temperatura superficial interna (Tsi)	Adobe 25 cm = 28,31 °C Alvenaria 15 cm = 29,50 °C	Terra crua (adobe)	Superfície interna mais fria → menor radiação de calor sobre o usuário.
Temperatura operativa (To)	Adobe 25 cm = 27,16 °C Alvenaria 15 cm = 27,75 °C	Terra crua (adobe)	Melhora real de conforto térmico (~0,6 °C).
Carga térmica das paredes	Adobe reduz em ~34% em relação à alvenaria	Terra crua (adobe)	Exige menos trabalho do ar-condicionado.
Sensação térmica interna	Frescor perceptível	Terra crua (adobe)	Menor temperatura radiante → maior conforto.
Demanda de ar-condicionado	Menor intensidade e menor ciclagem	Terra crua (adobe)	Equipamento trabalha menos e se desgasta menos.
Possibilidade de reduzir BTU do ar-condicionado	Possível reduzir 1 faixa (ex: 9000 → 7000 BTU)	Terra crua (adobe)	Menos carga térmica = menor necessidade de capacidade instalada.
Eficiência energética geral	Alto desempenho	Terra crua (adobe)	Menores perdas térmicas e menor consumo de energia.
Conforto térmico no clima de Palmas	Excelente	Terra crua (adobe)	Alta inércia térmica + baixa transmitância.
Sistema menos eficiente	—	Alvenaria (15 cm)	Deixa entrar mais calor, aquece mais rápido, depende de ar-condicionado.

Fonte: Autor, 2025

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise desenvolvida ao longo deste Trabalho de Conclusão de Curso demonstrou, de forma consistente e fundamentada, que o sistema construtivo em terra crua (adobe) se apresenta como a alternativa mais vantajosa para a implantação de habitações no contexto estudado, especialmente na região de Palmas–TO. Os resultados alcançados em cada objetivo proposto contribuíram para confirmar a tese central de que o adobe é tecnicamente viável, economicamente competitivo e compatível com as exigências contemporâneas de projeto, conforto e sustentabilidade.

O primeiro objetivo — elaborar o anteprojeto arquitetônico em adobe utilizando técnicas atualizadas, referências normativas e parâmetros locais — consolidou a aplicabilidade prática do sistema. O anteprojeto demonstrou que é possível conceber uma residência moderna, eficiente e alinhada às expectativas estéticas atuais, utilizando materiais naturais e técnicas tradicionais reinterpretadas de maneira contemporânea.

O segundo objetivo — compatibilizar os projetos arquitetônico e complementares nos sistemas de adobe e alvenaria convencional utilizando ferramentas BIM — evidenciou que o adobe, quando corretamente parametrizado, permite uma integração eficaz com projetos estruturais, hidrossanitários e elétricos. A modelagem demonstrou que as paredes espessas oferecem vantagens na passagem de tubulações, na amarração estrutural e na definição de soluções construtivas, ao mesmo tempo em que atendem às demandas de estabilidade e durabilidade. A compatibilização reforçou que o adobe não apenas se integra ao processo BIM, mas se beneficia dele ao reduzir interferências e aumentar a precisão no detalhamento construtivo.

O terceiro objetivo — comparar o desempenho térmico entre adobe e alvenaria convencional por meio de cálculos manuais baseados na NBR 15220 e NBR 15575 — confirmou a capacidade superior do adobe em manter temperaturas internas mais estáveis. As paredes de maior massa térmica e menor transmitância resultaram em melhores condições de conforto, especialmente no clima quente de Palmas. Os cálculos de temperatura operativa, PMV/PPD e balanço térmico demonstraram que o adobe reduz ganhos de calor ao longo do dia e promove ambientes mais equilibrados sem depender intensivamente de sistemas mecânicos de climatização.

O quarto — realizar a estimativa de custo comparativo entre os dois sistemas — apresentou um dos resultados mais contundentes da pesquisa. A residência em adobe apresentou custo total de R\$ 313.423,34, enquanto a mesma edificação em alvenaria

convencional atingiu R\$ 552.856,69, representando uma diferença de aproximadamente 43,3%. Essa economia significativa reforça o potencial do adobe como solução acessível, sobretudo para habitações sociais e autoconstrução assistida, sem prejuízo ao desempenho ou à qualidade final da obra.

O quinto objetivo — avaliar soluções de projetos complementares considerando acessibilidade e normas atuais — comprovou que o adobe é plenamente capaz de atender às exigências técnicas da NBR 9050 e demais regulamentações vigentes. Rampas, vãos, portas e sanitários acessíveis puderam ser projetados sem limitações impostas pelo sistema construtivo, reforçando sua adaptabilidade e funcionalidade em propostas arquitetônicas contemporâneas.

Diante de todos os resultados obtidos, torna-se possível afirmar que o adobe se estabelece como a melhor opção entre os sistemas analisados, não apenas pelo custo reduzido, mas pela soma de fatores técnicos, ambientais, térmicos, culturais e arquitetônicos. A pesquisa confirma que o adobe atende plenamente às exigências de desempenho das normas brasileiras, integra-se ao fluxo de projeto em BIM, oferece conforto térmico superior e apresenta economia significativa na execução, consolidando-se como alternativa viável e vantajosa para construções no clima quente do Tocantins e em diversas regiões do país.

REFERÊNCIAS

A CASA. *Revista A Casa*. Rio de Janeiro, ano 1, n. 3, 1928.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações — Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social*. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15575: Edificações habitacionais — Desempenho*. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

AGÊNCIA ESPACIAL AMERICANA (NASA). *3D Printing for Sustainable Habitats: Extraterrestrial and Terrestrial Applications*. Washington, D.C.: NASA, 2024.

ALVARENGA, L. F. *Técnicas construtivas tradicionais brasileiras*. Belo Horizonte: UFMG, 1984.

ARAÚJO, M. F. *Construção sustentável e o uso da terra crua no contexto urbano*. São Paulo: Edusp, 2020.

ARCHDAILY. *Revestimentos hidrofóbicos naturais: soluções sustentáveis para construções em terra crua*. ArchDaily Brasil, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br>. Acesso em: 9 out. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). *Manual de construção em solo-cimento*. São Paulo: ABCP, 1940.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 10833:2012 — Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica — Procedimento*. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 10833:2012 — Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica — Procedimento.* Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 10834:2013 — Bloco de solo-cimento sem função estrutural — Requisitos.* Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 10836:2013 — Bloco de solo-cimento sem função estrutural — Método de ensaio.* Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 15575:2021 — Edificações habitacionais: desempenho.* Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 16814:2020 — Adobe — Requisitos e métodos de ensaio.* Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 16816:2020 — Construção em terra — Terminologia, requisitos e procedimentos.* Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 17014:2022 — Construção em terra — Execução de elementos em taipa de pilão — Requisitos e procedimentos.* Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 17014:2022 — Taipa de pilão — Requisitos, procedimentos e controle.* Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 17014:2022 — Taipa de pilão — Requisitos, procedimentos e controle.* Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 17014:2022 — Taipa de pilão — Requisitos, procedimentos e controle.* Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 8491:2012 — Tijolo de solo-cimento — Requisitos.* Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 8491:2012 — Tijolo de solo-cimento — Requisitos.* Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 8492:2012 — Tijolo de solo-cimento — Métodos de ensaio.* Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 9050:2020 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.* Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

BARROSO, Gustavo. *Casas sertanejas do Brasil.* Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1912.

BRASIL. *Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001.* Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes da política urbana e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 11 jul. 2001.

BRASIL. *Portaria MCID nº 725, de 15 de junho de 2023.* Dispõe sobre diretrizes para empreendimentos habitacionais do Programa Minha Casa, Minha Vida. Brasília: Ministério das Cidades, 2023.

CÂMARA MUNICIPAL DE PALMAS (TO). *Histórico e origem do nome de Palmas.* Palmas: CMP, 2024. Disponível em: <https://www.palmas.to.leg.br>. Acesso em: 9 out. 2025.

COUTO, P. R.; GALVÃO, L. M. *Desempenho térmico e sustentabilidade em edificações de terra crua no Brasil.* Goiânia: UFG, 2019.

COUTO, P. R.; GALVÃO, L. M. *Desempenho térmico e sustentabilidade em edificações de terra crua no Brasil.* Goiânia: UFG, 2019.

CURTIS, William J. R. *Arquitetura moderna desde 1900.* 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

DIAS, R. *Sustentabilidade e Construção Civil: princípios e práticas ambientais*. São Paulo: Atlas, 2016.

FARIA, M. A. M. *Arquitetura e construção em terra crua*. Lisboa: Argumentum, 2002.

FERNANDES, A. J. *Construções sustentáveis em adobe*. Recife: UFPE, 2005.

FERNANDES, M. J. *Análise do desempenho físico e mecânico de blocos de terra comprimida estabilizados com cimento e cal*. Campinas: UNICAMP, 2015.

FRANÇA, F.; MENDES, L.; BARBOSA, P. *Biopolímeros aplicados à construção com terra crua: sustentabilidade e desempenho*. Recife: UFPE, 2019.

GALERIA DA ARQUITETURA. *Casa Jatobá | Studio Guilherme Torres*. São Paulo, 2021. Disponível em: ArchDaily/Galeria da Arquitetura. Acesso em: 9 out. 2025. Galeria da Arquitetura.

GATTI, A. M. *A taipa de pilão contemporânea: tradição e tecnologia apropriada na arquitetura de terra*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2012.

GIRALDELLI, M. A.; SOUZA, L. F.; ANDRADE, P. R. *Arquitetura em terra crua: fundamentos, técnicas e sustentabilidade*. São Paulo: Editora Blucher, 2024.

GIVONI, B. *Climate Considerations in Building and Urban Design*. New York: John Wiley & Sons, 1998.

GOMES, C. A. *Blocos de Terra Comprimida: sustentabilidade, desempenho e aplicação na construção civil*. Brasília: Editora UnB, 2017.

GOMES, L. C. *Técnicas construtivas com terra crua: fundamentos e aplicações*. Brasília: UnB, 2015.

GOVERNO DO TOCANTINS. *Histórico e planejamento urbano de Palmas*. Palmas: Secretaria de Planejamento e Orçamento, 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Cidades e Estados: Palmas (TO).* Brasília, 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/palmas>. Acesso em: 9 out. 2025.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. *Normais climatológicas do Brasil (1991–2020): Palmas – TO.* Brasília: INMET, 2023.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

JOAQUIM, Eduardo. *Arquitetura em terra: história, técnicas e contemporaneidade.* São Paulo: Senac, 2015.

JOHN, Vanderley M. *Construção sustentável: conceitos e práticas.* São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

KHALILI, Nader. *Ceramic houses and earth architecture: how to build your own.* Pasadena: Cal-Earth Press, 2001.

KHOSHNEVIS, B. *Automated Construction by Contour Crafting: 3D Printing of Large-Scale Structures.* New York: Elsevier, 2022.

KOUAKOU, C. H.; MOREL, J. C. Strength and elasto-plastic properties of non-industrial building materials manufactured with clay as a natural binder. *Applied Clay Science*, v. 44, n. 1–2, p. 27–34, 2009.

LE MOS, Carlos A. C. *Arquitetura brasileira.* São Paulo: Melhoramentos, 1989.

LIMA, R. S. *Urbanização e risco ambiental: estudo sobre a ocupação de áreas de encosta.* São Paulo: Annablume, 2006.

LIMA, R. S. *Urbanização e risco ambiental: estudo sobre a ocupação de áreas de encosta.*

São Paulo: Annablume, 2006.

LIMA, T. A. *Construção sustentável e o uso da terra crua no contexto urbano*. Brasília: Editora UnB, 2020.

LIMA, T. A. et al. *Normatização da construção com terra no Brasil: desafios e perspectivas*. Brasília: UnB, 2021.

LIMA, T. A.; BARROS, M. P. *Casa Vida: integração de técnicas tradicionais e soluções contemporâneas de sustentabilidade no litoral baiano*. Salvador: UFBA, 2022.

LIMA, T. A.; SANTOS, R. F. *Arquitetura bioclimática e técnicas construtivas em terra crua: soluções sustentáveis para o clima tropical*. Brasília: Editora UnB, 2020.

LIMA, T. A.; SANTOS, R. F. *Arquitetura bioclimática e técnicas construtivas em terra crua: soluções sustentáveis para o clima tropical*. Brasília: UnB, 2020.

MENDONÇA, R. *Arquitetura vernacular e sustentabilidade no Brasil contemporâneo*. Belo Horizonte: UFMG, 2019.

MENDONÇA, R. *Arquitetura vernacular e sustentabilidade no Brasil contemporâneo*. Belo Horizonte: UFMG, 2019.

MENDONÇA, R. *Arquitetura vernacular e sustentabilidade no Brasil contemporâneo*. Belo Horizonte: UFMG, 2019.

MINKE, Gernot. *Building with earth: design and technology of a sustainable architecture*. 3. ed. Basel: Birkhäuser, 2006.

MINKE, Gernot. *Building with Earth: Design and Technology of a Sustainable Architecture*. 3. ed. Basel: Birkhäuser, 2006.

MINKE, Gernot. *Building with Earth: Design and Technology of a Sustainable Architecture*. 3. ed. Basel: Birkhäuser, 2006.

MIRANDA, F. C.; RIBEIRO, L. S. *Design bioclimático e arquitetura sustentável: estratégias de conforto térmico em edificações de terra crua*. Belo Horizonte: UFMG, 2021.

NASCIMENTO, J. R.; SILVA, P. H.; OLIVEIRA, C. L. *O clima tropical do Tocantins e suas implicações na arquitetura bioclimática*. Revista Brasileira de Geografia, v. 82, n. 2, p. 45–60, 2021.

NASCIMENTO, L. P. et al. *Blocos de solo-cimento: desempenho e sustentabilidade em sistemas construtivos modulares*. Goiânia: UFG, 2018.

NITO, E.; AMORIM, L. *A arquitetura de terra no Brasil: permanências e transformações*. Recife: UFPE, 2015.

OLGYAY, V. *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*. Princeton: Princeton University Press, 1963.

OLIVEIRA, M. F. *Construções em terra crua: conforto térmico e sustentabilidade*. Belo Horizonte: UFMG, 2018.

OLIVEIRA, R. C. *Arquitetura vernacular e conforto ambiental em construções de terra crua*. São Paulo: Annablume, 2021.

OLIVEIRA, R. C. *Arquitetura vernacular e conforto ambiental em construções de terra crua*. São Paulo: Annablume, 2021.

PALMAS (Município). *Lei Complementar nº 305, de 2 de outubro de 2014*. Dispõe sobre o Código de Obras e Edificações do Município de Palmas. Palmas: Prefeitura Municipal, 2014.

PALMAS (Município). *Lei Complementar nº 321, de 13 de agosto de 2015*. Dispõe sobre o Uso e Ocupação do Solo do Município de Palmas. Palmas: Prefeitura Municipal, 2015.

PINHEIRO, G.; COSTA, L.; SILVA, R. *Reabilitação de técnicas construtivas tradicionais no século XX*. Belo Horizonte: UFMG, 2016.

PISANI, Maria Augusta Justi. *Arquitetura de terra: a taipa de pilão em São Paulo*. São Paulo: Annablume, 2007.

PLATAFORMA ARQUITETURA. *Revestimentos naturais e sustentabilidade na arquitetura vernacular latino-americana*. Santiago: Architonic Group, 2023.

PREFEITURA DE PALMAS. *Plano Diretor Participativo de Palmas: Diagnóstico Ambiental e Territorial*. Palmas: SEPLAN, 2021.

PRINTIT3D. *Design flexível e inovação na construção civil através da impressão 3D*. São Paulo: PrintIt, 2018.

PROMPT, M. *Compressed Earth Blocks: Manual of Production*. Paris: CRATerre-EAG, 2008.

REVUELTA-ACOSTA, J. D. et al. Eco-efficient earth construction materials for developing countries. *Construction and Building Materials*, v. 24, n. 3, p. 340–348, 2010.

RODRIGUES, M. S. *Materiais de base biogênica e arquiteturas de baixo carbono*. Brasília: UnB, 2020.

RODRIGUES, M. S. *Materiais de base biogênica e arquiteturas de baixo carbono*. Brasília: UnB, 2020.

RODRIGUES, M. S. *Materiais de base biogênica e arquiteturas de baixo carbono*. Brasília: UnB, 2020.

RODRIGUES, M. S. *Soluções bioclimáticas e técnicas construtivas vernaculares no Cerrado brasileiro*. Belo Horizonte: UFMG, 2018.

RODRIGUES, M. S. *Soluções bioclimáticas em edificações sustentáveis no Cerrado brasileiro*. Belo Horizonte: UFMG, 2018.

ROLNIK, R.; NAKANO, K. *Cidades e política habitacional no Brasil*. São Paulo: Ed. Studio Nobel, 2001.

ROLNIK, R.; NAKANO, K. *Cidades e política habitacional no Brasil*. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

ROTONDARO, R. G. *Manual prático de construção em terra crua*. São Paulo: Annablume, 2011.

SALGADO, M. S. *Arquitetura sustentável: o uso da terra crua no contexto contemporâneo*. Florianópolis: UFSC, 2010.

SANTOS, A. L. D.; BESSA, R. A. *Arquitetura, saúde e urbanização: o higienismo nas cidades brasileiras*. São Paulo: EDUSP, 2020.

SANTOS, A. P.; PEREIRA, J. C. *Desempenho acústico e conforto ambiental em habitações de terra crua*. Salvador: UFBA, 2017.

SANTOS, A.; LIMA, F. *Arquitetura social e sustentabilidade: o uso de materiais locais*. Revista Habitar, v. 12, n. 3, p. 101–120, 2022.

SANTOS, Ana Lúcia Duarte. *Arquitetura e higiene: os discursos de modernidade no espaço urbano paulista (1890–1930)*. São Paulo: Annablume, 2008.

SCHMIDT, C. B. *Construções em terra: taipa e adobe no Brasil colonial*. São Paulo: Melhoramentos, 1946.

SEGANTINI, A.; ALCÂNTARA, G. *Estabilização de solos com biopolímeros naturais: aplicações na construção sustentável*. São Paulo: IPT, 2015.

SILVA, H. R. *Materiais alternativos para construção civil*. São Paulo: IPT, 2000.

SILVA, L. F.; PEREIRA, D. R. *Arquitetura sustentável e revitalização de técnicas tradicionais em terra crua: estudo da Casa Jatobá*. Ouro Preto: UFOP, 2022.

SILVA, L. F.; PEREIRA, D. R. *Arquitetura sustentável e revitalização de técnicas tradicionais em terra crua: estudo da Casa Jatobá*. Ouro Preto: UFOP, 2022.

SILVA, M. S. *Estudos sobre o comportamento de solos estabilizados com biopolímeros naturais*. Brasília: UnB, 2001.

SILVA, R. F. *Materiais naturais e sustentabilidade em construções de terra crua no Brasil*. Belo Horizonte: UFMG, 2015.

SILVA, R. P.; OLIVEIRA, M. F. *Arquitetura vernacular e identidade cultural no Cerrado*. *Revista Brasileira de Arquitetura Vernacular*, v. 8, n. 2, p. 55–72, 2021.

SOUZA, E. C.; CARVALHO, V. L. *Casa Vida: bioclimatismo e inovação em construções de terra no litoral baiano*. Salvador: UFBA, 2021.

SOUZA, E. C.; CARVALHO, V. L. *Casa Vida: bioclimatismo e inovação em construções de terra no litoral baiano*. Salvador: UFBA, 2021.

SOUZA, M. A. *Arquitetura vernacular e sustentabilidade*. Salvador: UFBA, 1996.

SOUZA, V. H. et al. *Avanços tecnológicos em edificações de terra crua no Brasil*. Brasília: Editora UnB, 2020.

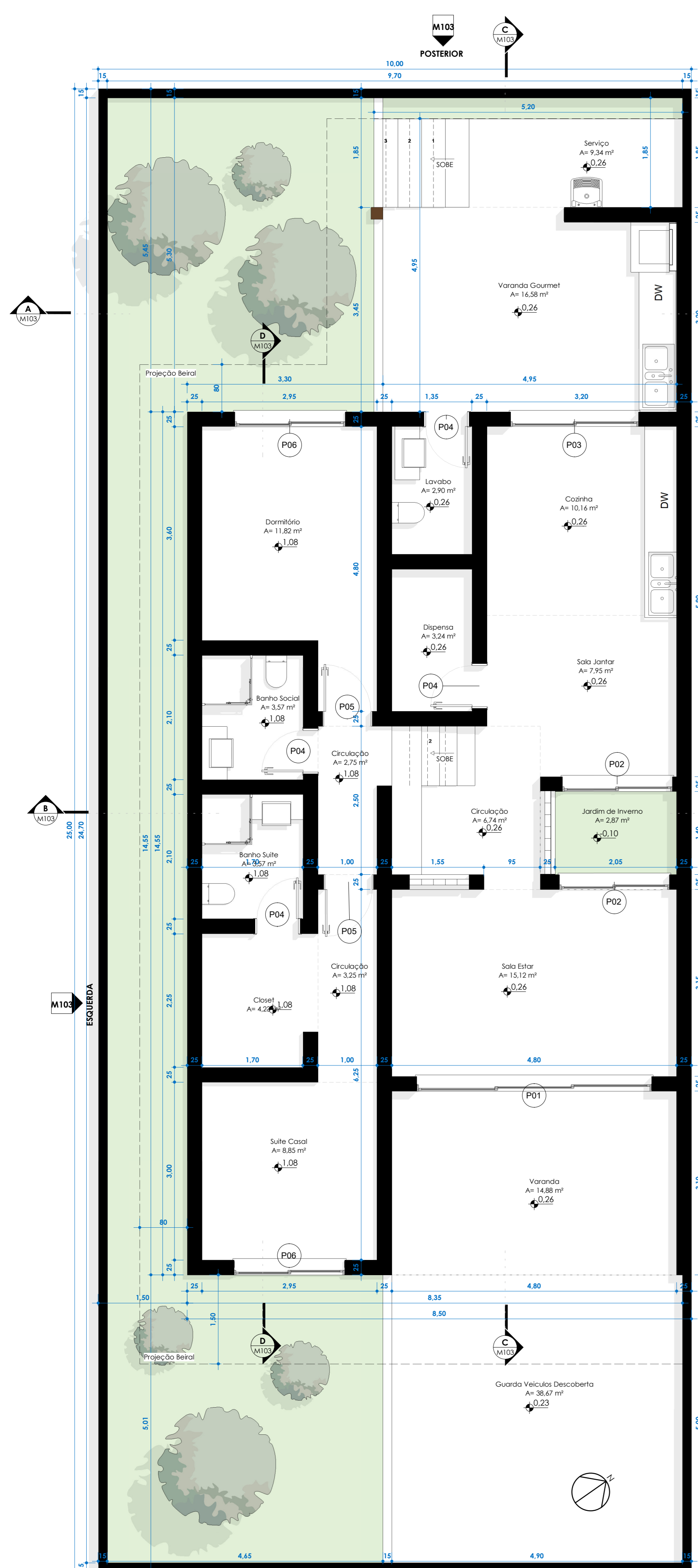
STUDIO GUILHERME TORRES. *Casa Jatobá / Studio Guilherme Torres*. ArchDaily Brasil, 15 out. 2022. Acesso em: 9 out. 2025.

UGREEN. *Construções sustentáveis com impressão 3D: redução de custos e impactos ambientais*. São Paulo: Ugreen Engenharia Sustentável, 2023.

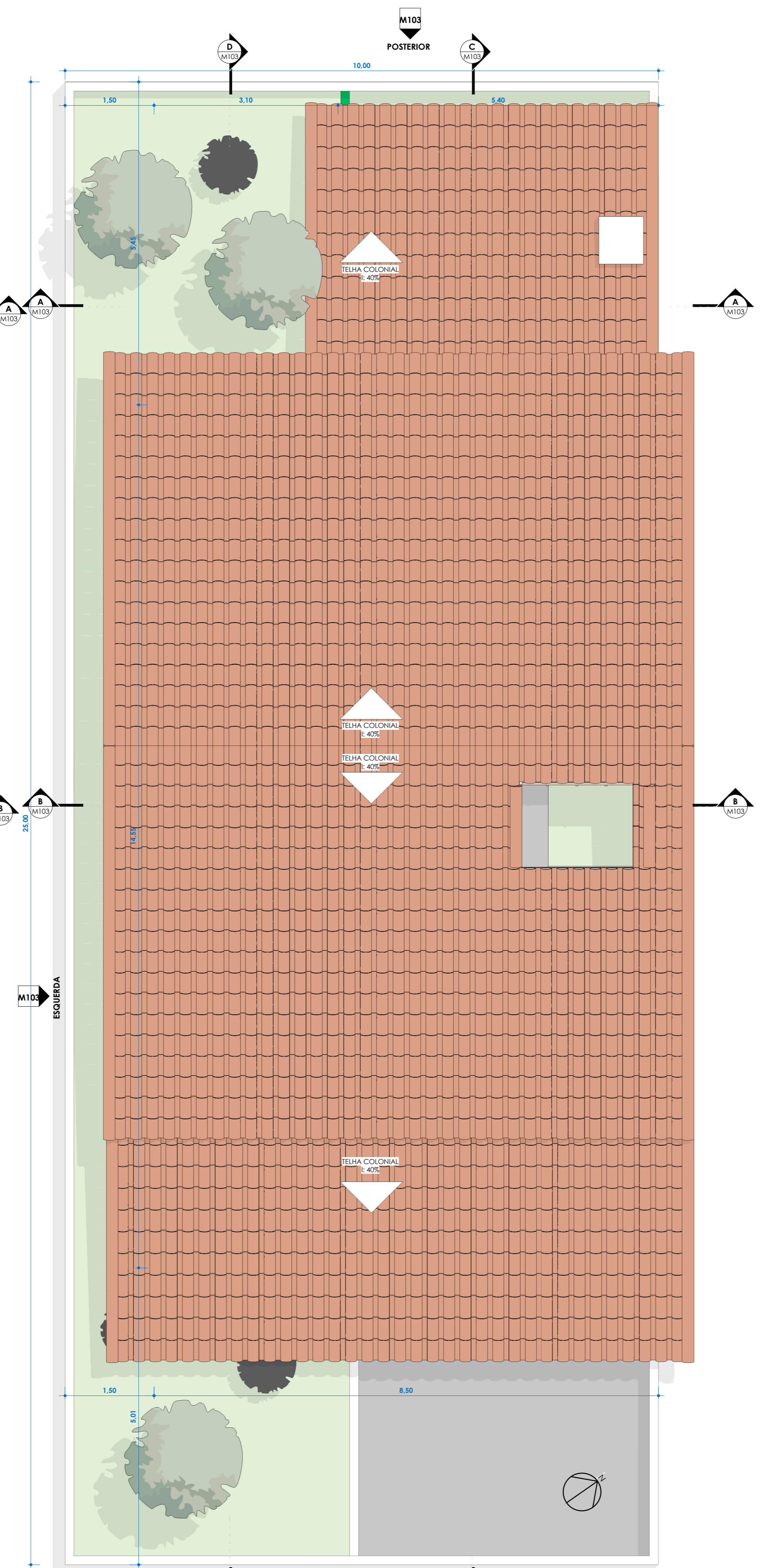
VASCONCELLOS, S. M. *Arquitetura rural brasileira*. Rio de Janeiro: Bloch Editores, 1979.

VERALDO, R. A. *Inovações na técnica da taipa mecanizada: novas formas e processos construtivos*. Curitiba: UTFPR, 2015.

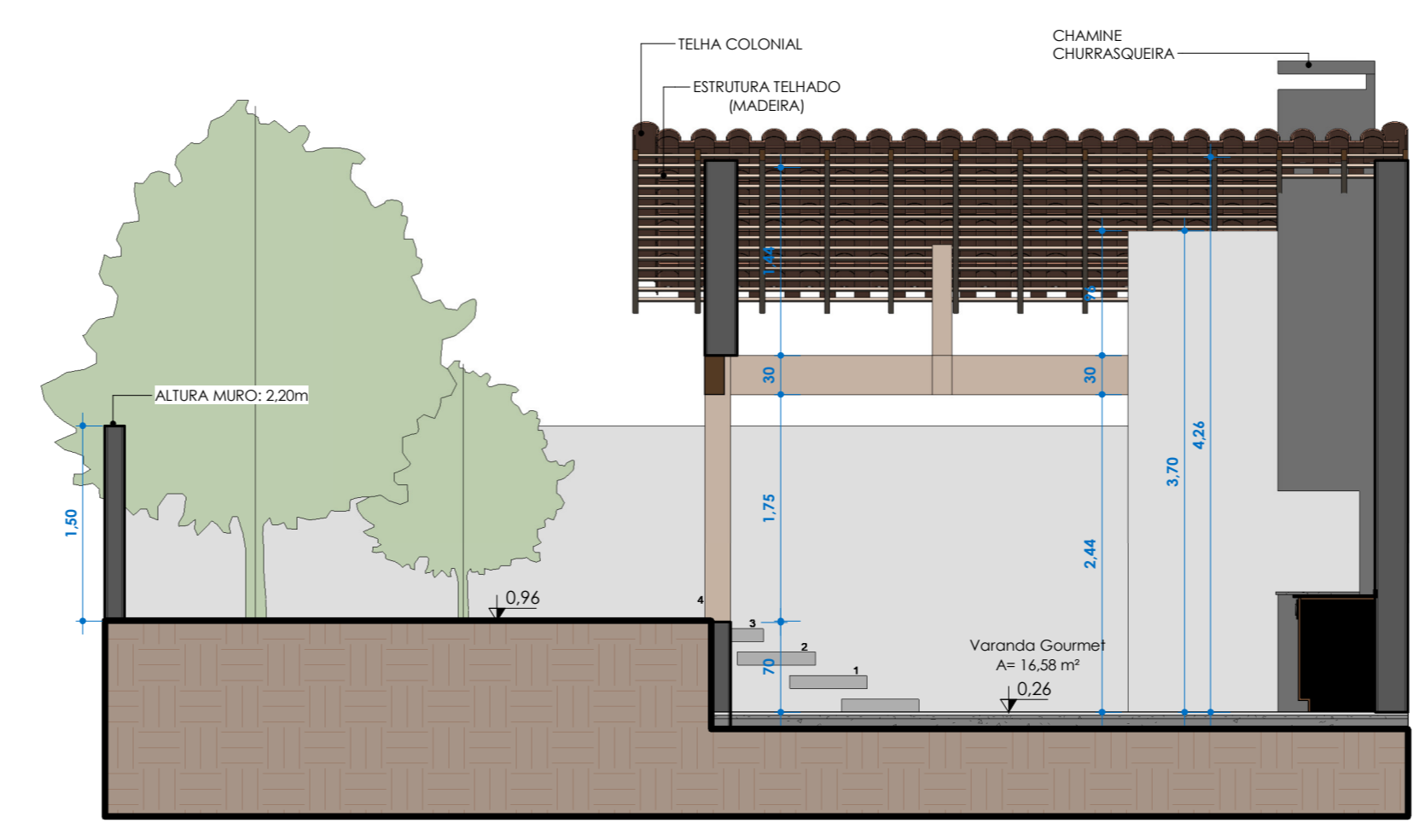
6 APÊNDICES



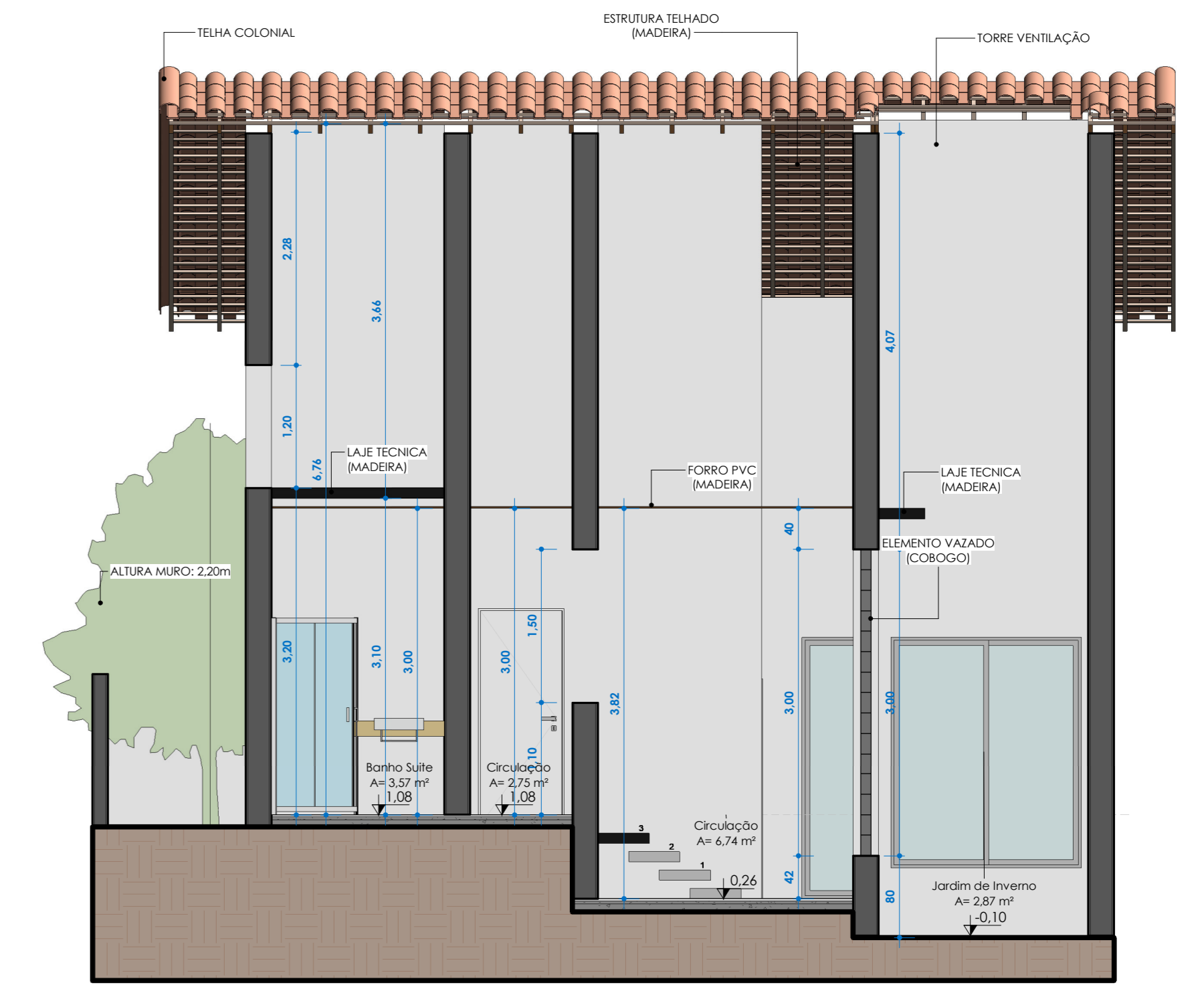
1 TÉRREO ANTEPROJETO
1:50



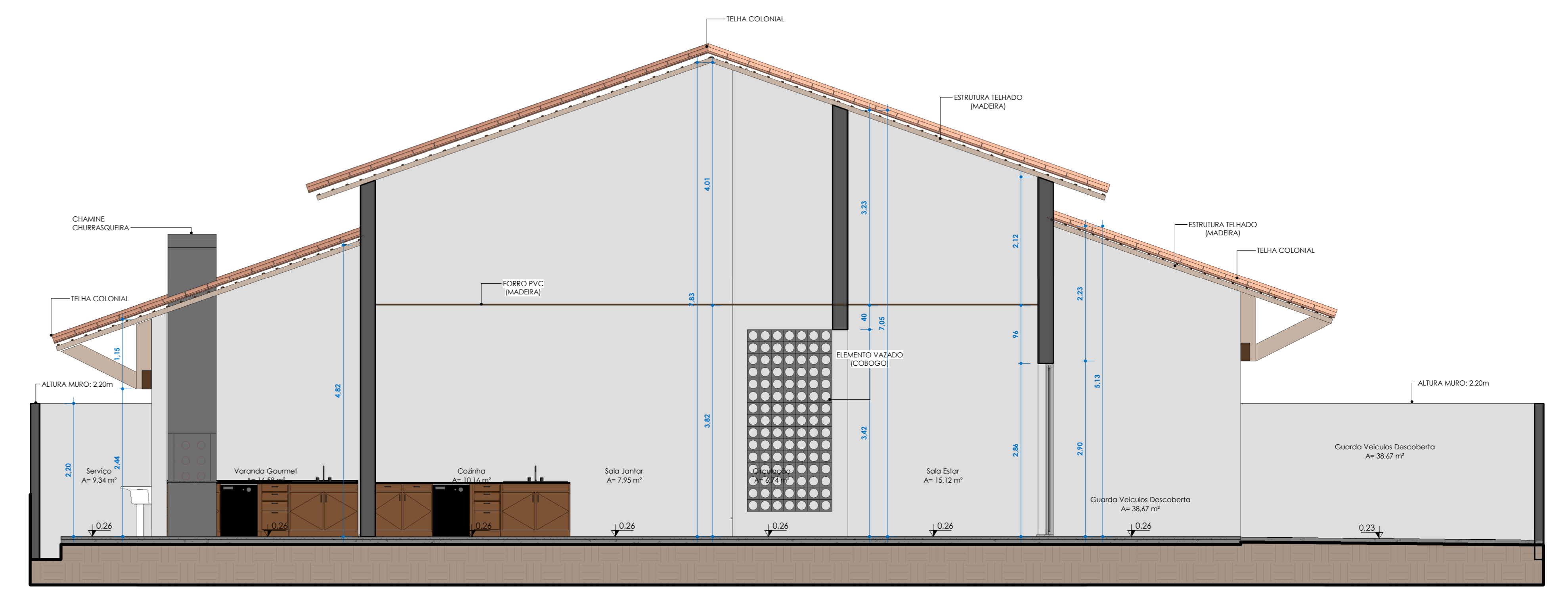
2 PLANTA LOCAÇÃO E COBERTURA
1:50



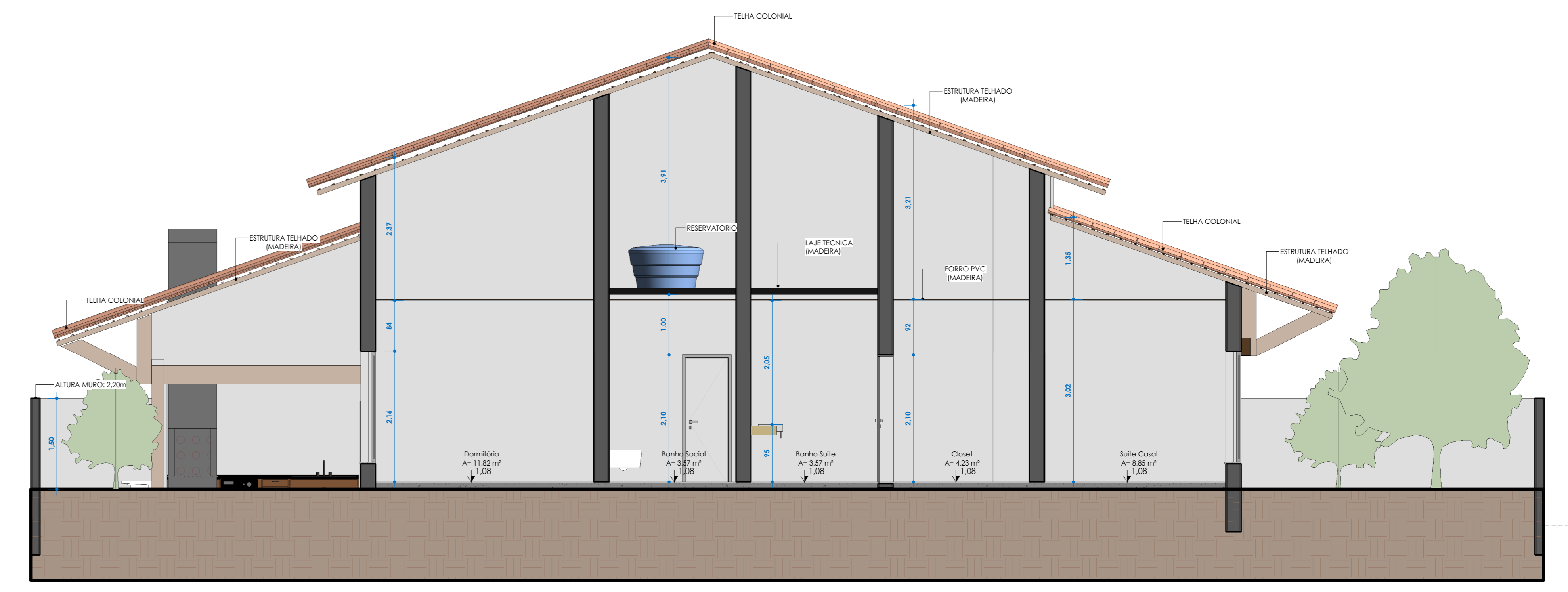
6 A
1:50



7 B
1:50



8 C
1:50



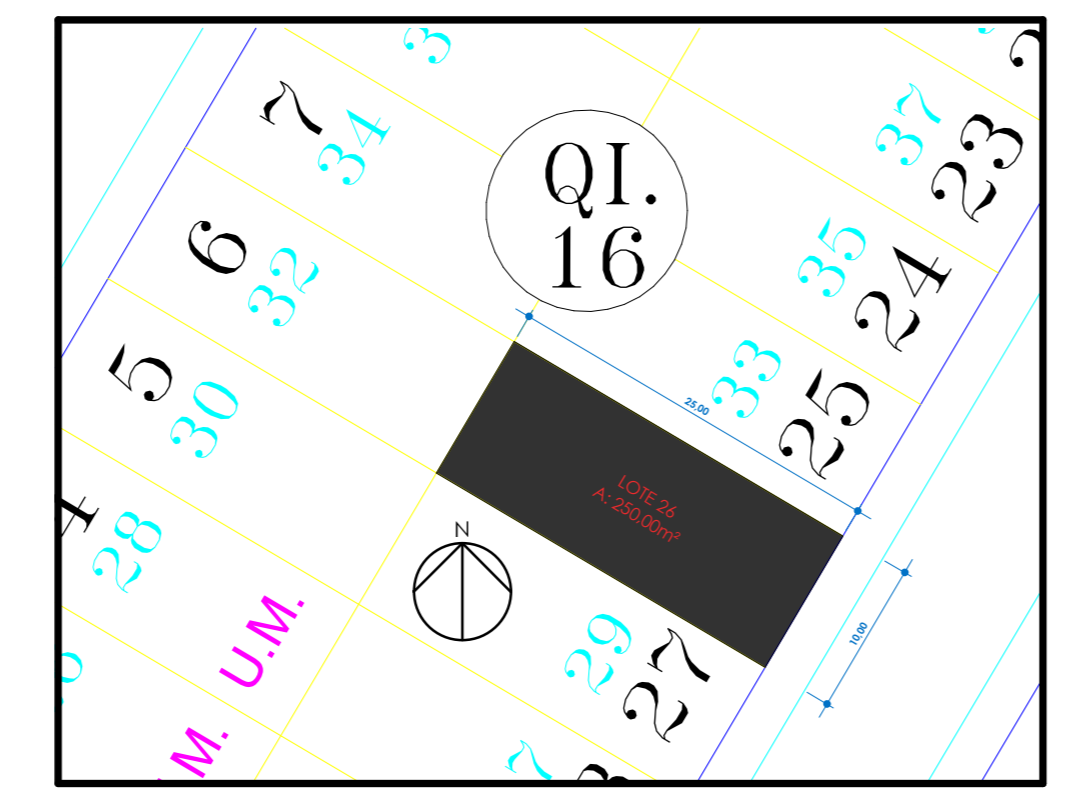
9 D
1:50



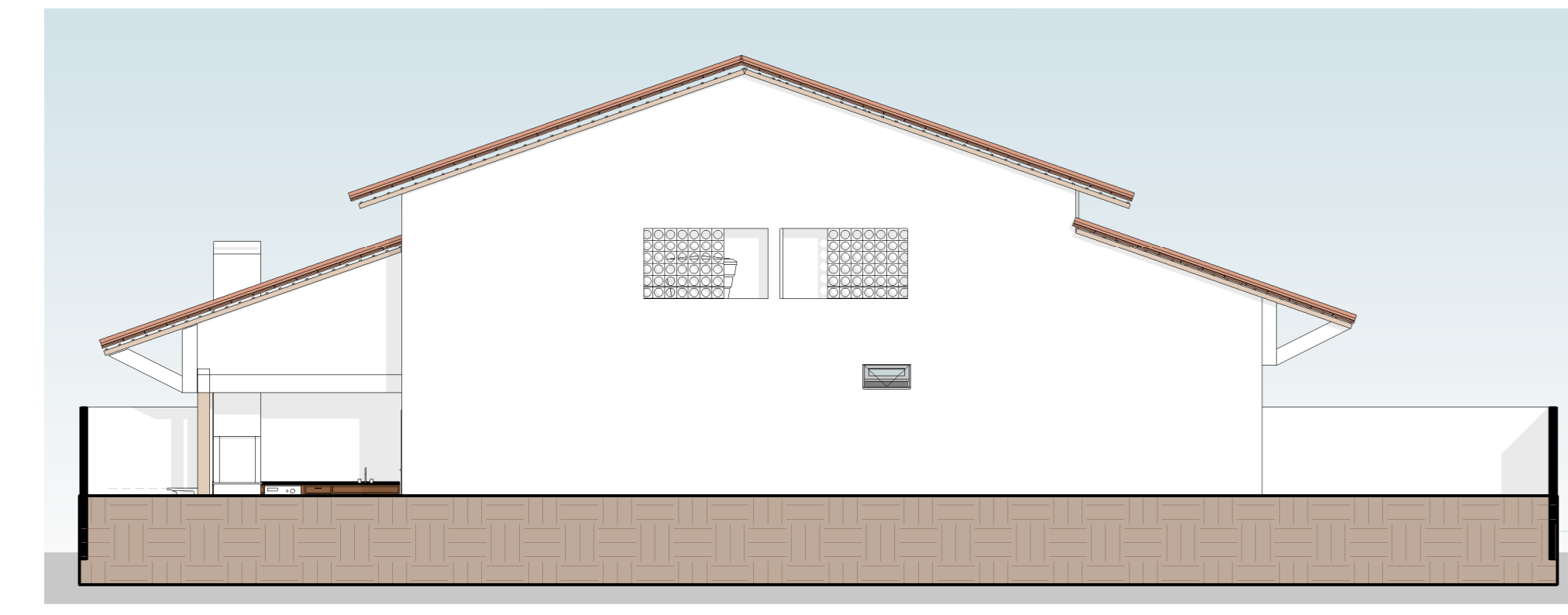
3 FRONTAL
1:100



4 POSTERIOR
1:100



10 PLANTA SITUAÇÃO
1:500



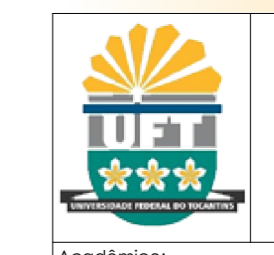
5 ESQUERDA
1:100

Tabela de Portas - Área				
Cód.	Quant.	Compr.	Altura	Área
P01	1	800 (cm)	200 (cm)	160,00 m ²
P02	2	180 (cm)	220 (cm)	79,20 m ²
P03	1	210 (cm)	250 (cm)	52,50 m ²
P04	4	70 (cm)	210 (cm)	58,80 m ²
P05	2	80 (cm)	210 (cm)	33,60 m ²
P06	2	180 (cm)	180 (cm)	64,80 m ²

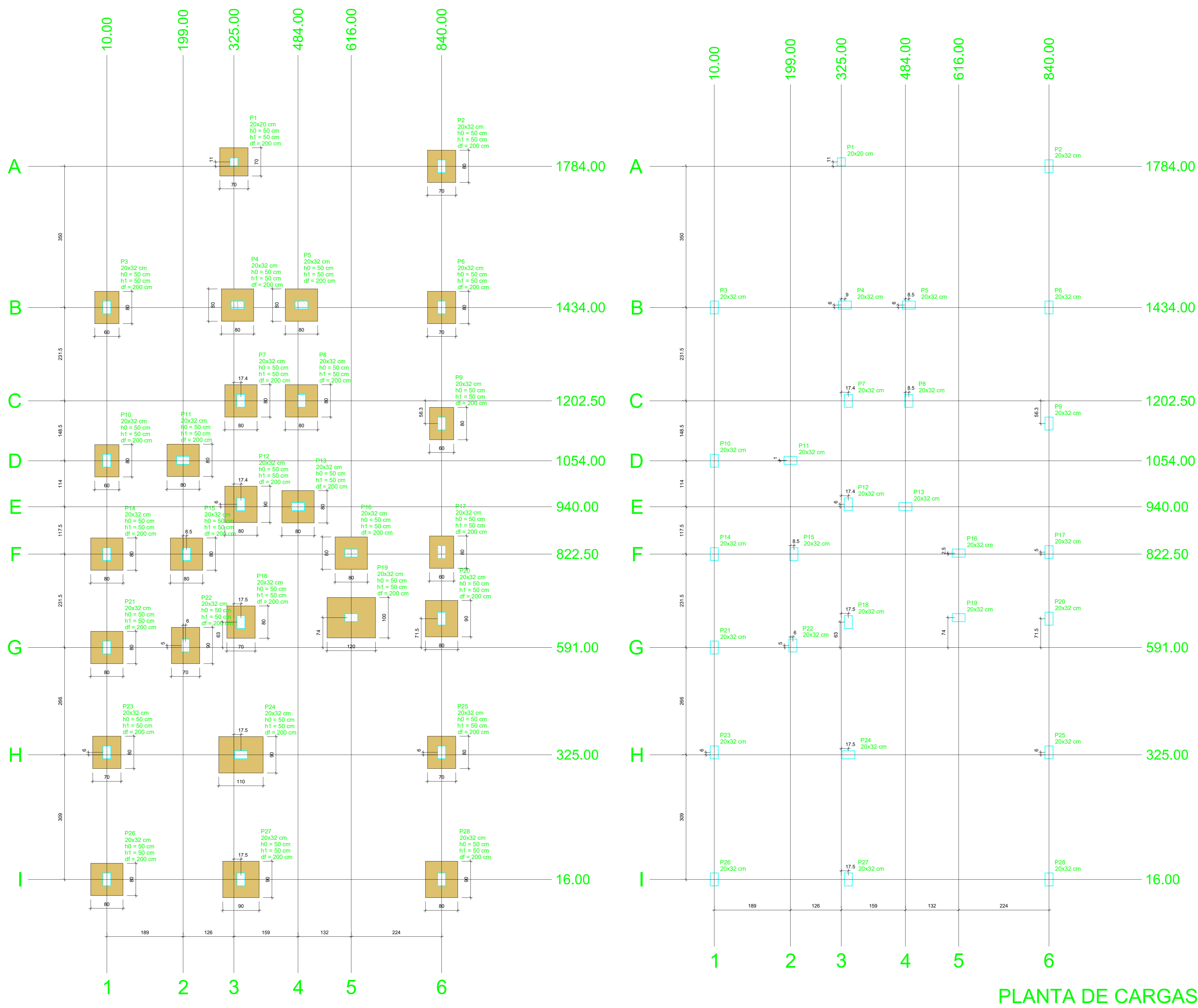
Tabela de Janelas - Área				
Cód.	Quant.	Compr.	Altura	Área
J01	1	80 (cm)	40 (cm)	3,20 m ²

QUADRO DE ÁREAS	
TÉRREO	1.100,00 m ²
COBERTURA	1.100,00 m ²
TOTAL	2.200,00 m ²

Casa Sol do Cerrado



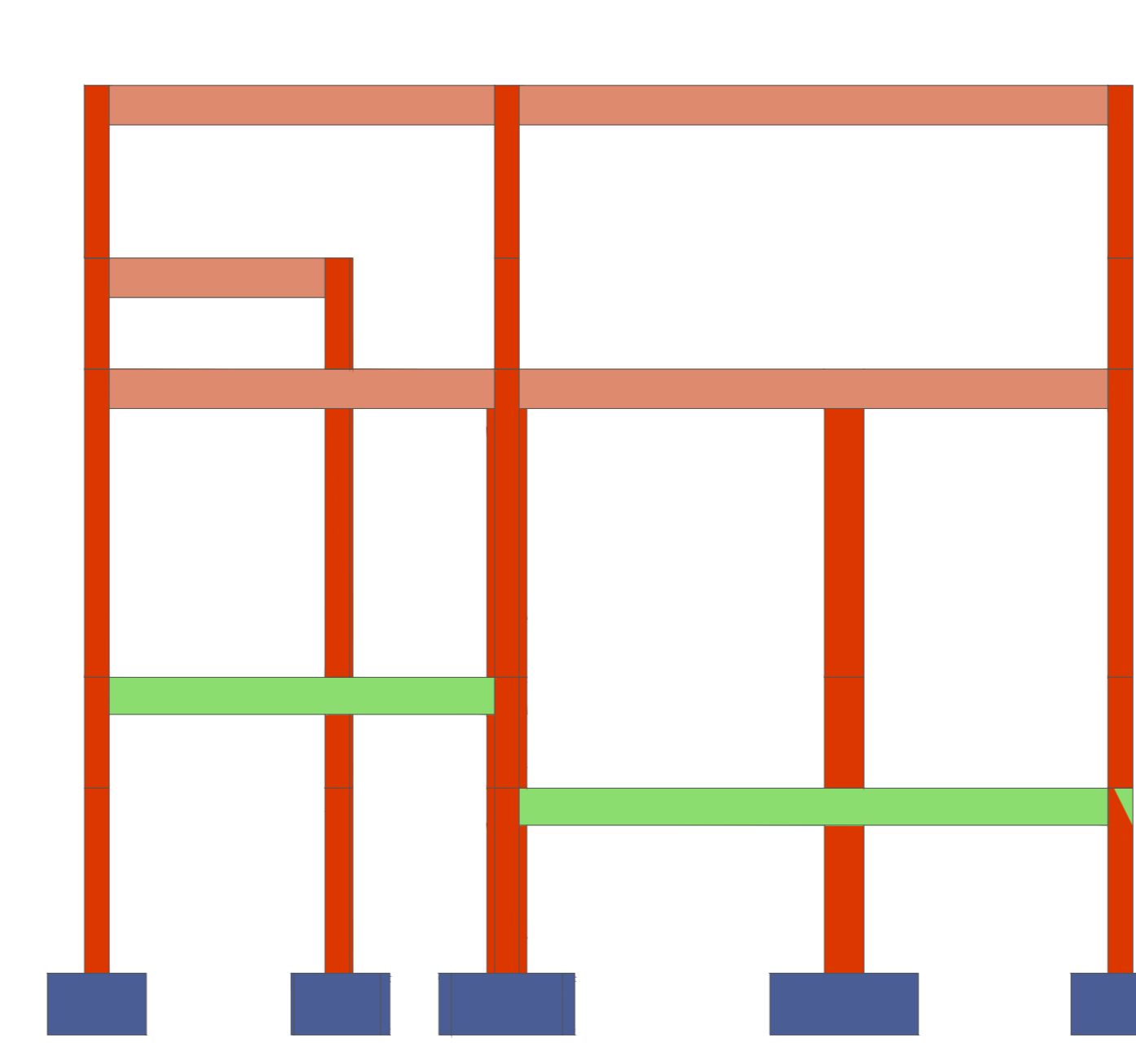
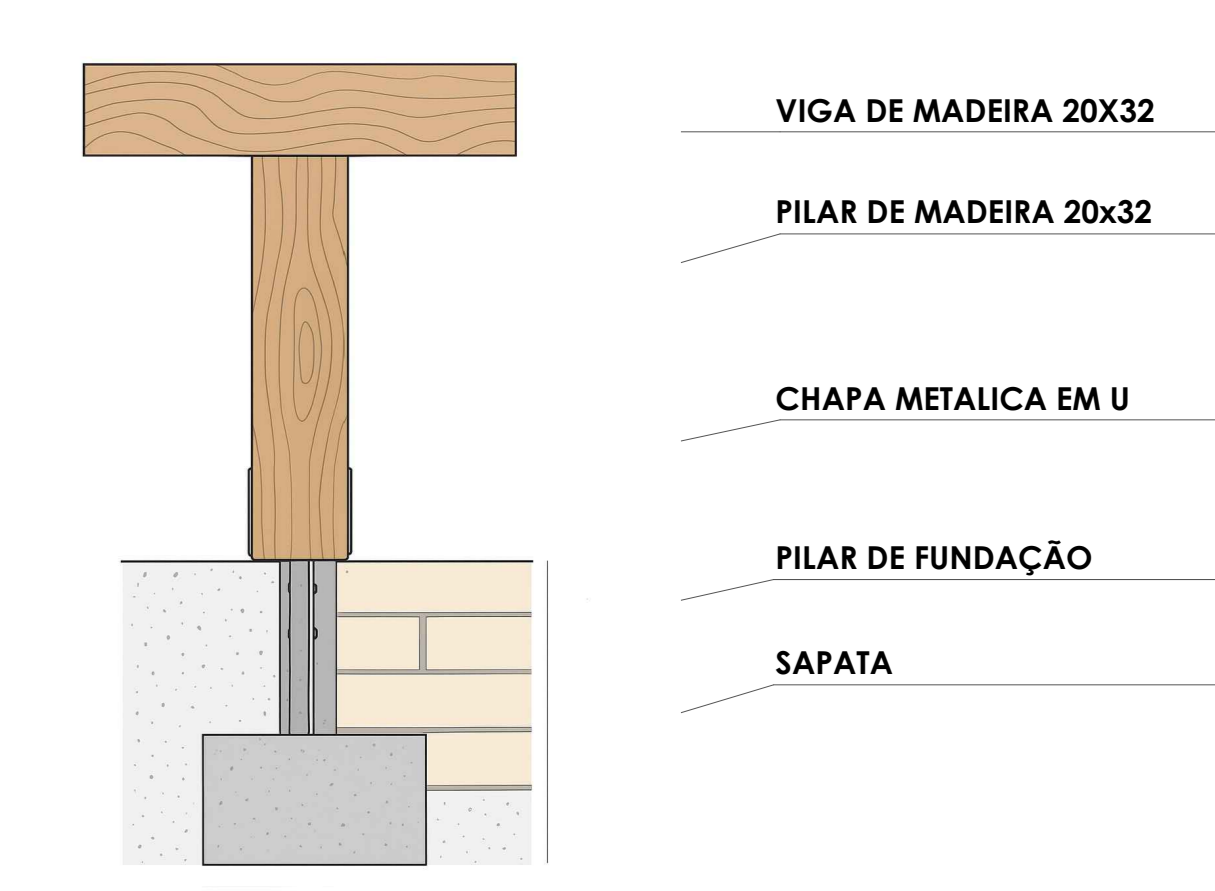
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
ANTEPROJETO DE ARQUITETURA E URBANISMO - ENTREGA FINAL



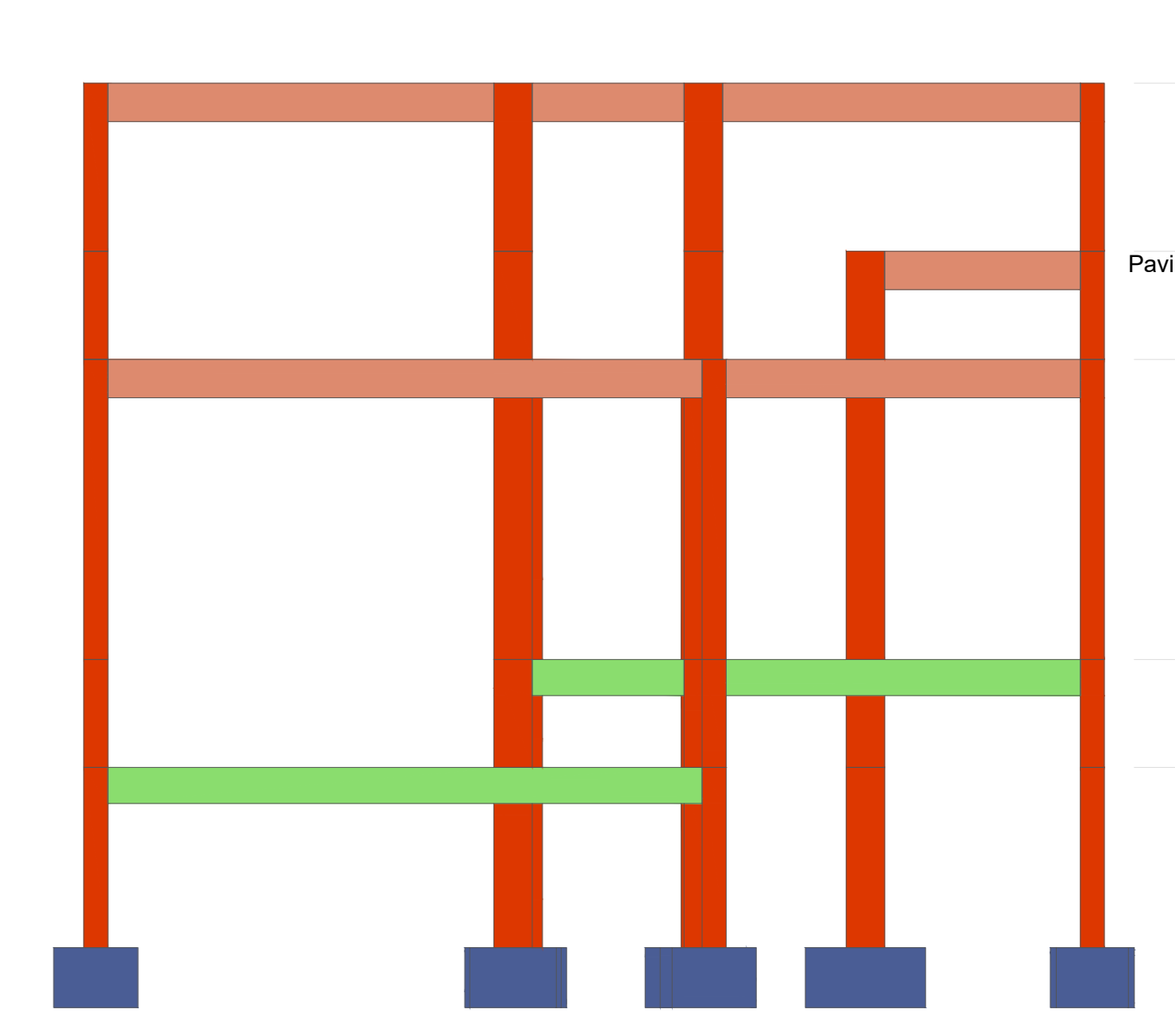
Nome	Seção	X (cm)	Y (cm)	Carga Max (t)	Carga Min (t)	Pilar				Fundação						
						Fx Máximo (t)	Fx Mínimo (t)	Fy Máximo (t)	Fy Mínimo (t)	Lado A	Lado B	H ₀ (cm)	H ₁ (cm)	d _f (cm)		
P1	20x32	325.00	1795.00	1.1	0.8	100	-200	-200	0.1	-0.2	0.1	0.0	70	50	200	
P2	20x32	840.00	1784.00	1.2	0.7	200	-300	-400	0.3	-0.1	0.2	-0.2	70	80	200	
P3	20x32	10.00	1434.00	1.8	0.6	200	-200	-200	0.2	-0.1	0.2	-0.2	60	80	200	
P4	20x32	334.00	1440.00	3.5	-0.5	200	-200	800	-0.0	0.7	-0.6	0.1	-0.1	60	80	200
P5	20x32	492.50	1440.00	3.3	-0.7	100	-200	900	-0.0	0.8	0.1	0.1	-0.2	60	80	200
P6	20x32	640.00	1434.00	1.8	0.9	200	-300	-400	0.3	-0.2	0.2	-0.3	70	80	200	
P7	20x32	342.42	1202.50	1.5	0.1	200	-300	-300	-0.0	0.2	-0.3	0.2	-0.1	80	80	200
P8	20x32	492.50	1202.50	1.6	0.0	200	-300	-400	0.2	-0.3	0.2	-0.3	60	80	200	
P9	20x32	840.00	1146.25	1.1	1.0	200	-300	-300	0.1	-0.2	0.2	-0.1	60	80	200	
P10	20x32	10.00	1054.00	2.5	0.0	300	-200	-400	-0.0	0.2	-0.2	0.2	-0.3	60	80	200
P11	20x32	199.00	1055.00	2.0	-0.4	100	-200	-700	-0.0	0.4	-0.5	0.1	0.0	60	80	200
P12	20x32	342.42	1046.00	1.7	0.2	200	-200	-400	-0.0	0.3	-0.2	0.2	-0.1	80	80	200
P13	20x32	484.00	1040.00	1.5	-0.3	100	-200	-700	-0.0	0.5	-0.4	0.1	-0.2	60	80	200
P14	20x32	10.00	822.50	2.1	0.1	300	-200	-300	-0.0	0.2	-0.3	0.2	-0.3	80	80	200
P15	20x32	207.50	822.50	1.8	0.2	300	-200	-300	-0.0	0.2	-0.3	0.2	-0.1	80	80	200
P16	20x32	616.00	825.00	1.6	-0.3	100	-200	-600	-0.0	0.5	-0.4	0.1	-0.2	60	80	200
P17	20x32	840.00	827.50	2.2	0.0	300	-300	-400	-0.0	0.3	-0.4	0.2	-0.3	60	80	200
P18	20x32	342.50	654.00	1.2	0.9	200	-300	-400	-0.0	0.3	-0.4	0.2	-0.1	70	80	200
P19	20x32	616.00	665.00	1.2	0.5	100	-200	-900	-0.0	0.8	-0.7	0.1	-0.2	100	100	200
P20	20x32	840.00	662.50	1.9	0.2	200	-300	-400	-0.0	0.4	-0.3	0.2	-0.1	80	80	200
P21	20x32	10.00	591.00	2.2	0.1	300	-200	-300	-0.0	0.2	-0.3	0.2	-0.1	80	80	200
P22	20x32	205.00	595.00	1.7	0.3	200	-200	-300	-0.0	0.2	-0.3	0.2	-0.1	70	80	200
P23	20x32	10.00	331.00	1.9	0.7	200	-200	-300	-0.0	0.2	-0.3	0.2	-0.1	70	80	200
P24	20x32	342.50	325.00	1.8	1.2	100	-200	800	-0.0	0.5	-0.7	0.1	-0.2	80	110	200
P25	20x32	840.00	331.00	1.8	1.2	200	-300	-300	-0.0	0.4	-0.2	0.2	-0.1	70	80	200
P26	20x32	10.00	16.00	1.9	0.4	300	-300	-400	-0.0	0.3	-0.2	0.1	-0.1	80	80	200
P27	20x32	342.50	16.00	2.0	1.2	200	-300	-500	-0.0	0.4	-0.6	0.1	-0.2	80	80	200
P28	20x32	840.00	16.00	1.7	0.9	200	-100	-600	-0.0	0.5	-0.3	0.1	-0.1	80	80	200

Localização no eixo X		Localização no eixo Y	
Coordenadas (cm)	Nome	Coordenadas (cm)	Nome
10.00	P3, P10, P14, P21, P23, P26	1795.00	P1
199.00	P11	1784.00	P2
205.00	P22	1440.00	P4, P5
207.50	P15	1434.00	P3, P6
325.00	P1	1202.50	P7, P8
334.00	P4	1146.25	P9
342.42	P7, P12	1055.00	P11
342.50	P18, P24, P27	1054.00	P10
484.00	P13	1046.00	P12
492.50	P8, P18	822.50	P17
616.00	P16, P19	825.00	P16
840.00	P2, P6, P9, P17, P20, P25, P28	827.50	P18, P15
		654.00	P19
		662.50	P20
		665.00	P18
		654.00	P18
		595.00	P22
		591.00	P21
		331.00	P23, P25
		325.00	P24
		16.00	P26, P27, P28

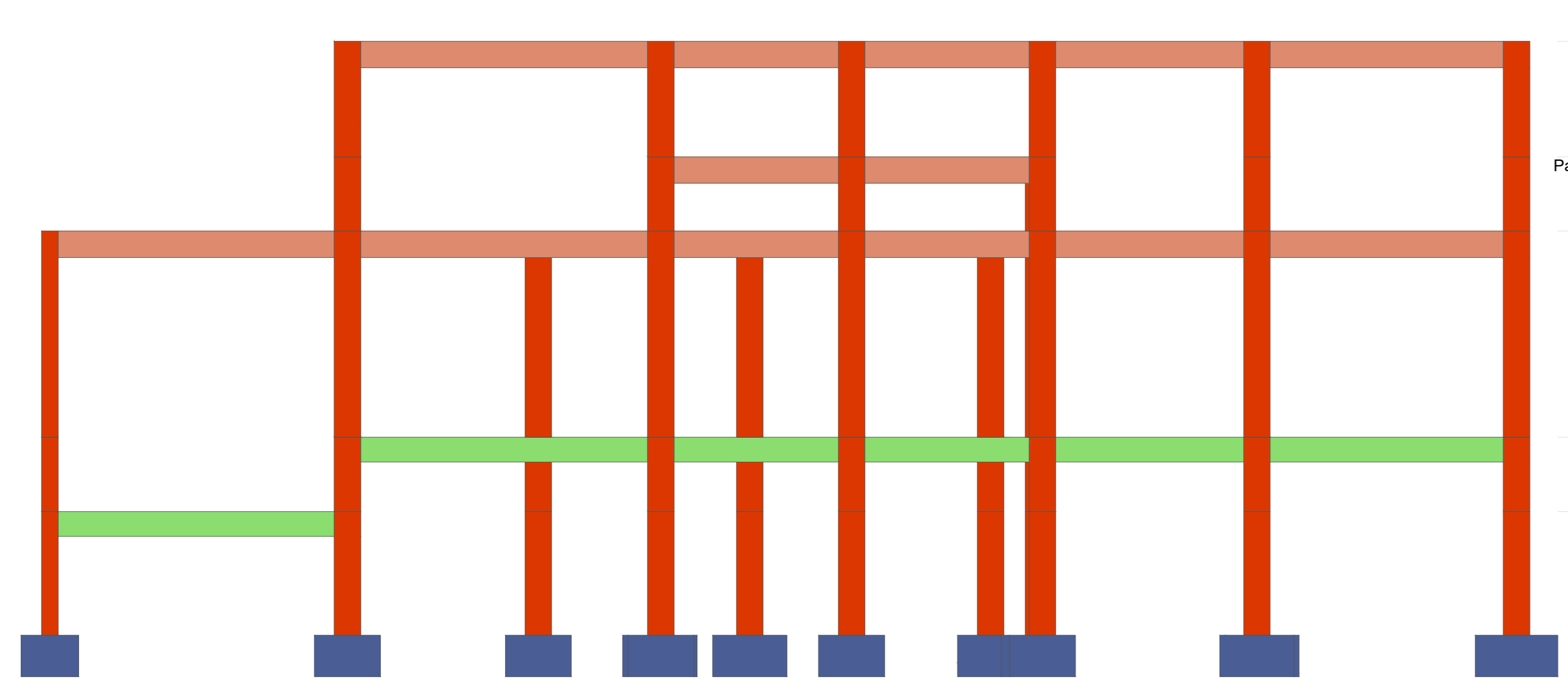
LIGAÇÃO SAPATA E PILAR DE MADEIRA



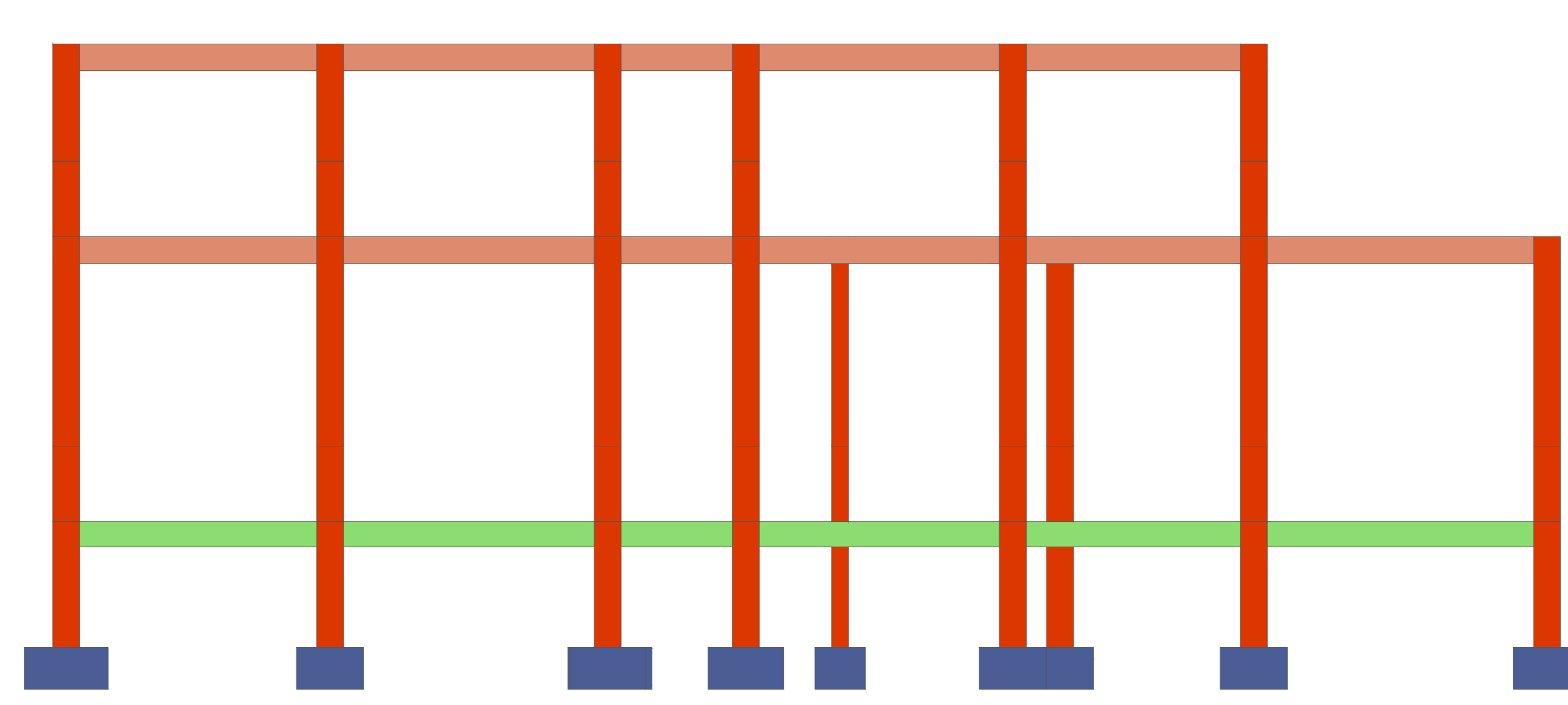
CORTE A-A
Escala 1:50



CORTE B-B
Escala 1:50



CORTE C-C
Escala 1:50



CORTE D-D
Escala 1:50

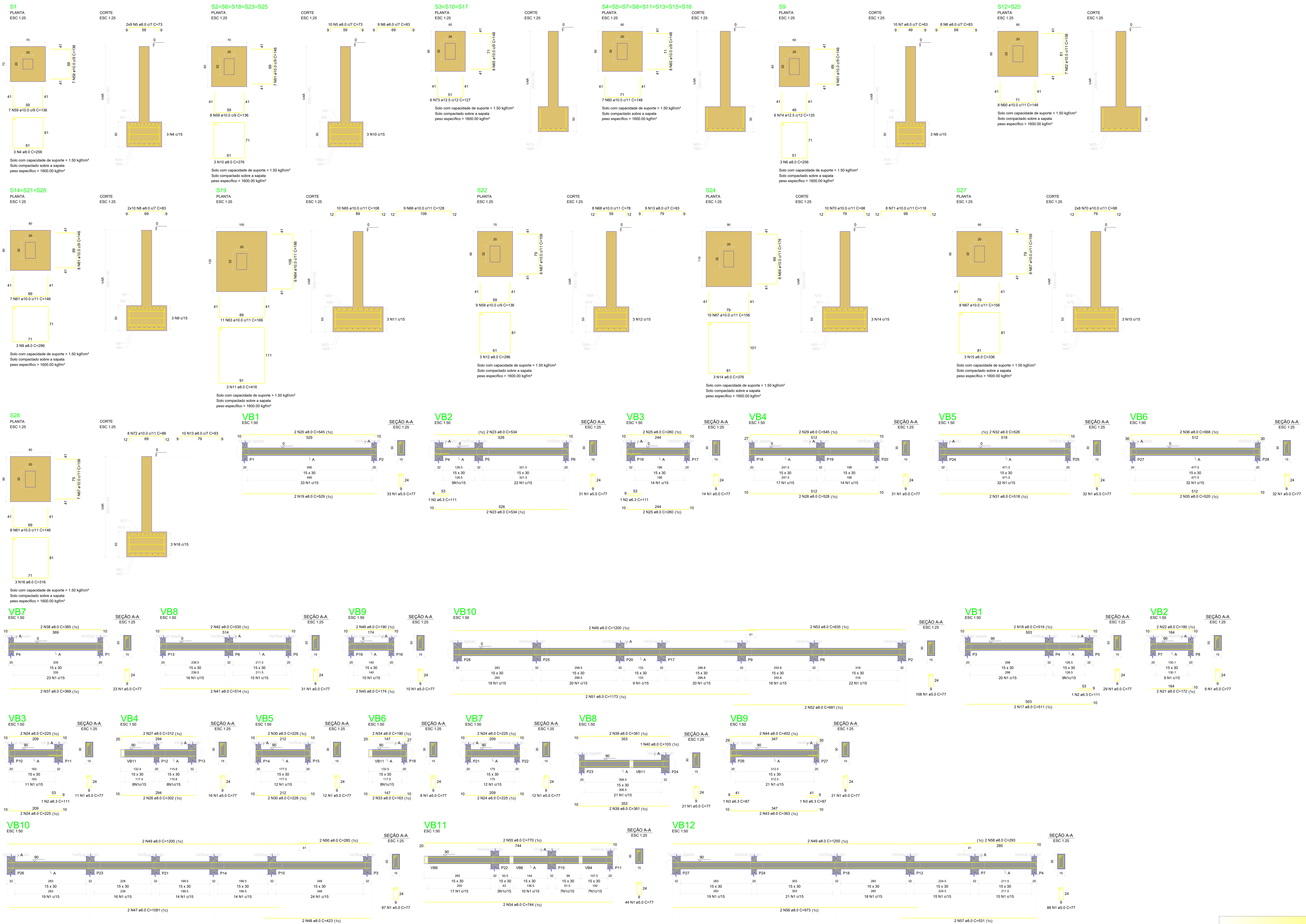
CASA SOL DO CERRADO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
PROJETO ESTRUTURAL CASA SOL DO CERRADO

ACADÊMICO: Nelson Antonio Santos Dias
ORIENTADOR: Prof. Dr. Eds Evandro Teixeira de Carvalho

ANO: 2025
CAMPUS: Palmas/TO

FOLHA: 1-3

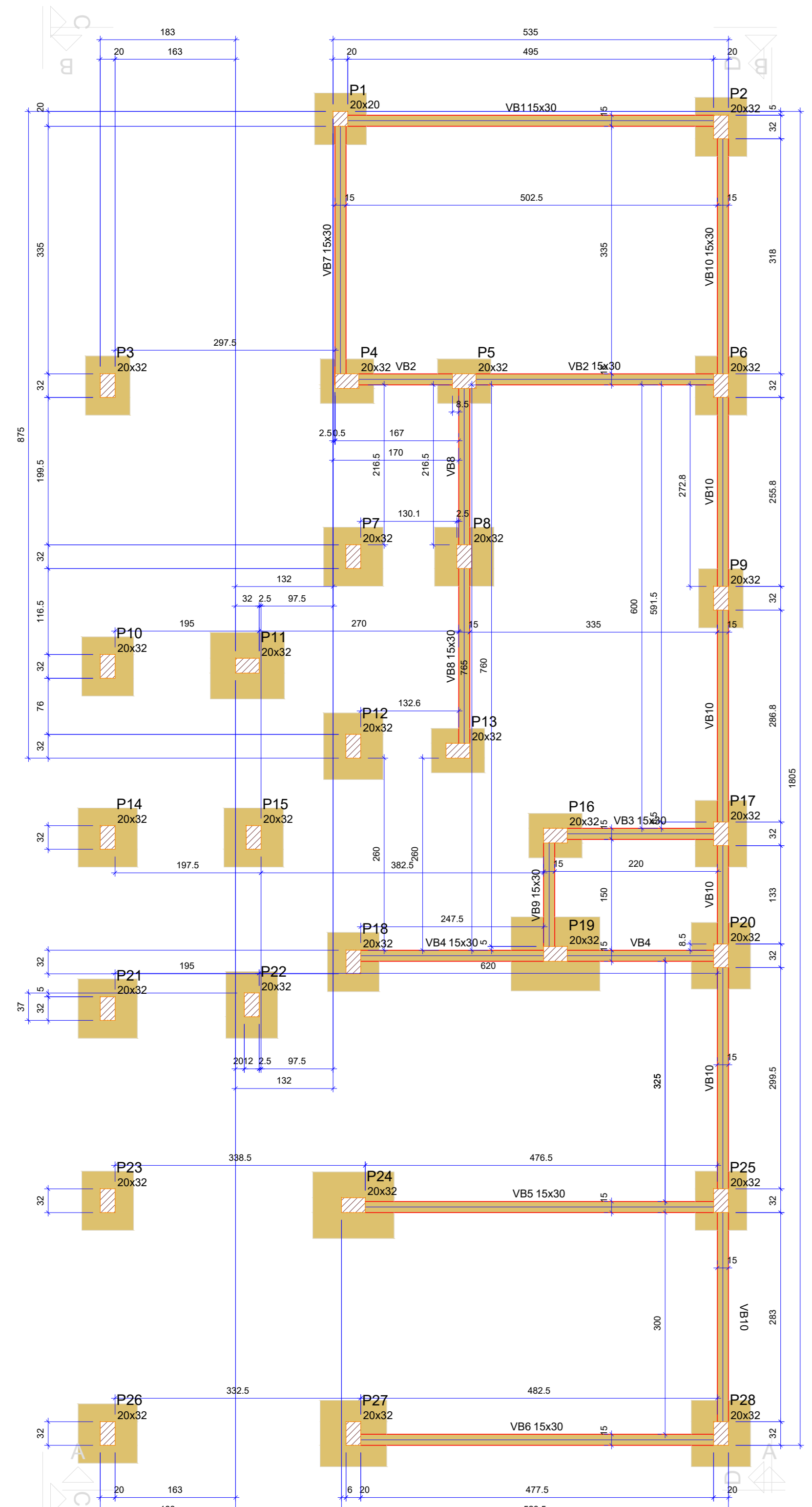


RELAÇÃO DO AÇO

ACO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (mm)	C.TOTAL (mm)	S.131
CA50	1	8.0	780	111	111	464
CA50	2	8.0	780	111	111	464
CA50	3	8.0	780	111	111	464
CA50	4	8.0	780	111	111	464
CA50	5	8.0	780	111	111	464
CA50	6	8.0	780	111	111	464
CA50	7	8.0	780	111	111	464
CA50	8	8.0	780	111	111	464
CA50	9	8.0	780	111	111	464
CA50	10	8.0	780	111	111	464
CA50	11	8.0	780	111	111	464
CA50	12	8.0	780	111	111	464
CA50	13	8.0	780	111	111	464
CA50	14	8.0	780	111	111	464
CA50	15	8.0	780	111	111	464
CA50	16	8.0	780	111	111	464
CA50	17	8.0	780	111	111	464
CA50	18	8.0	780	111	111	464
CA50	19	8.0	780	111	111	464
CA50	20	8.0	780	111	111	464
CA50	21	8.0	780	111	111	464
CA50	22	8.0	780	111	111	464
CA50	23	8.0	780	111	111	464
CA50	24	8.0	780	111	111	464
CA50	25	8.0	780	111	111	464
CA50	26	8.0	780	111	111	464
CA50	27	8.0	780	111	111	464
CA50	28	8.0	780	111	111	464
CA50	29	8.0	780	111	111	464
CA50	30	8.0	780	111	111	464
CA50	31	8.0	780	111	111	464
CA50	32	8.0	780	111	111	464
CA50	33	8.0	780	111	111	464
CA50	34	8.0	780	111	111	464
CA50	35	8.0	780	111	111	464
CA50	36	8.0	780	111	111	464
CA50	37	8.0	780	111	111	464
CA50	38	8.0	780	111	111	464
CA50	39	8.0	780	111	111	464
CA50	40	8.0	780	111	111	464
CA50	41	8.0	780	111	111	464
CA50	42	8.0	780	111	111	464
CA50	43	8.0	780	111	111	464
CA50	44	8.0	780	111	111	464
CA50	45	8.0	780	111	111	464
CA50	46	8.0	780	111	111	464
CA50	47	8.0	780	111	111	464
CA50	48	8.0	780	111	111	464
CA50	49	8.0	780	111	111	464
CA50	50	8.0	780	111	111	464
CA50	51	8.0	780	111	111	464
CA50	52	8.0	780	111	111	464
CA50	53	8.0	780	111	111	464
CA50	54	8.0	780	111	111	464
CA50	55	8.0	780	111	111	464
CA50	56	8.0	780	111	111	464
CA50	57	8.0	780	111	111	464
CA50	58	8.0	780	111	111	464
CA50	59	8.0	780	111	111	464
CA50	60	8.0	780	111	111	464
CA50	61	8.0	780	111	111	464
CA50	62	8.0	780	111	111	464
CA50	63	8.0	780	111	111	464
CA50	64	8.0	780	111	111	464
CA50	65	8.0	780	111	111	464
CA50	66	8.0	780	111	111	464
CA50	67	8.0	780	111	111	464
CA50	68	8.0	780	111	111	464
CA50	69	8.0	780	111	111	464
CA50	70	8.0	780	111	111	464
CA50	71	8.0	780	111	111	464
CA50	72	8.0	780	111	111	464
CA50	73	8.0	780	111	111	464
CA50	74	8.0	780	111	111	464
CA50	75	8.0	780	111	111	464
CA50	76	8.0	780	111	111	464
CA50	77	8.0	780	111	111	464
CA50	78	8.0	780	111	111	464
CA50	79	8.0	780	111	111	464
CA50	80	8.0	780	111	111	464
CA50	81	8.0	780	111	111	464
CA50	82	8.0	780	111	111	464
CA50	83	8.0	780	111	111	464
CA50	84	8.0	780	111	111	464
CA50	85	8.0	780	111	111	464
CA50	86	8.0	780	111	111	464
CA50	87	8.0	780	111	111	464
CA50	88	8.0	780	111	111	464
CA50	89	8.0	780	111	111	464
CA50	90	8.0	780	111	111	464
CA50	91	8.0	780	111	111	464
CA50	92	8.0	780	111	111	464
CA50	93	8.0	780	111	111	464
CA50	94	8.0	780	111	111	464
CA50	95	8.0	780	111	111	464
CA50	96	8.0	780	111	111	464
CA50	97	8.0	780	111	111	464
CA50	98	8.0	780	111	111	464
CA50	99	8.0	780	111	111	464
CA50	100	8.0	780	111	111	464

RESUMO DO AÇO

ACO	DIAM (mm)	C.TOTAL (mm)	PESO - 10% (kg)
CA50	8.0	8.0	1.7
CA50	8.0	780.0	343.9
CA50	10.0	500.0	346.0
CA50	12.5	15.0	1.8
CA50	15.0	15.0	1.8
CA50	16.0	15.0	1.8
CA50	18.0	15.0	1.8
CA50	20.0	15.0	1.8
CA50	22.0	15.0	1.8
CA50	25.0	15.0	1.8
CA50	28.0	15.0	1.8
CA50	32.0	15.0	1.8
CA50	36.0	15.0	1.8
CA50	40.0	15.0	1.8
CA50	45.0	15.0	1.8
CA50	50.0	15.0	1.8
CA50	56.0	15.0	1.8
CA50	63.0	15.0	1.8
CA50	70.0	15.0	1.8
CA50	78.0	15.0	1.8
CA50	87.0	15.0	1.8
CA50	96.0	15.0	1.8
CA50	106.0	15.0	1.8
CA50	117.0	15.0	1.8
CA50	129.0	15.0	1.8
CA50	142.0	15.0	1.8
CA50	156.0	15.0	1.8
CA50	171.0	15.0	1.8
CA50	187.0	15.0	1.8
CA50	204.0	15.0	1.8
CA50	222.0	15.0	1.8
CA50	241.0	15.0	1.8
CA50	261.0	15.0	1.8
CA50	282.0	15.0	1.8
CA50	304.0	15.0	1.8
CA50	327.0	15.0	1.8
CA50	351.0	15.0	1.8
CA50	376.0	15.0	1.8
CA50	402.0	15.0	1.8
CA50	429.0	15.0	1.8
CA50	457.0	15.0	1.8
CA50	486.0	15.0	1.8
CA50	516.0	15.0	1.8
CA50	547.0	15.0	1.8
CA50	579.0	15.0	1.8
CA50	612.0	15.0	1.8
CA50	646.0	15.0	1.8
CA50	681.0	15.0	1.8
CA50	717.0	15.0	1.8
CA50	754.0	15.0	1.8
CA50	792.0	15.0	1.8
CA50	831.0	15.0	1.8
CA50	871.0	15.0	1.8
CA50	912.0	15.0	1.8
CA50	954.0	15.0	1.8
CA50	1000.0	15.0	1.8
CA50	1047.0	15.0	1.8
CA50	1095.0	15.0	1.8
CA50	1144.0	15.0	1.8
CA50	1194.0	15.0	1.8
CA50	1245.0	15.0	1.8
CA50	1297.0	15.0	1.8
CA50	1350.0	15.0	1.8
CA50	1404.0	15.0	1.8
CA50	1459.0	15.0	1.8
CA50	1515.0	15.0	1.8
CA50	1572.0	15.0	1.8
CA50	1630.0	15.0	1.8
CA50	1689.0	15.0	1.8
CA50	1749.0	15.0	1.8
CA50	1810.0	15.0	1.8
CA50	1872.0	15.0	1.8
CA50	1935.0	15.0	1.8
CA50	1999.0	15.0	1.8
CA50	2064.0	15.0	1.8
CA50	2130.0	15.0	1.8
CA50	2197.0	15.0	1.8
CA50	2265.0	15.0	1.8
CA50	2334.0	15.0	1.8
CA50	2404.0	15.0	1.8
CA50	2475.0	15.0	1.8
CA50	2547.0	15.0	1.8
CA50	2620.0	15.0	1.8
CA50	2694.0	15.0	1.8
CA50	2769.0	15.0	1.8
CA50	2845.0	15.0	1.8
CA50	2922.0	15.0	1.8
CA50	3000.0	15.0	1.8
CA50	3079.0	15.0	1.8
CA50	3159.0	15.0	1.8
CA50	3240.0	15.0	1.8
CA50	3322.0	15.0	1.8
CA50	3405.0	15.0	1.8
CA50	3489.0	15.0	1.8
CA50	3574.0	15.0	1.8
CA50	3660.0	15.0	1.8
CA50	3747.0	15.0	1.8
CA50	3835.0	15.0	1.8
CA50	3924.0	15.0	1.8
CA50	4014.0	15.0	1.8
CA50	4105.0	15.0	1.8
CA50	4197.0	15.0	1.8
CA50	4290.0	15.0	1.8
CA50	4384.0	15.0	1.8
CA50	4479.0	15.0	1.8
CA50	4575.0	15.0	1.8
CA50	4672.0	15.0	1.8
CA50	4770.0	15.0	1.8
CA50	4869.0	15.0	1.8
CA50	4969.0	15.0	1.8
CA50	5070.0	15.0	1.8
CA50	5172.0	15.0	1.8
CA50	5275.0	15.0	1.8
CA50	5379.0	15.0	1.8
CA50	5484.0	15.0	1.8
CA50	5590.0	15.0	1.8
CA50	5697.0	15.0	1.8
CA50	5805.0	15.0	1.8
CA50	5914.0	15.0	1.8
CA50	6024.0	15.0	1.8
CA50	6135.0	1	



Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
VB1	15x30	0	0
VB2	15x30	0	0
VB3	15x30	0	0
VB4	15x30	0	0
VB5	15x30	0	0
VB6	15x30	0	0
VB7	15x30	0	0
VB8	15x30	0	0
VB9	15x30	0	0
VB10	15x30	0	0

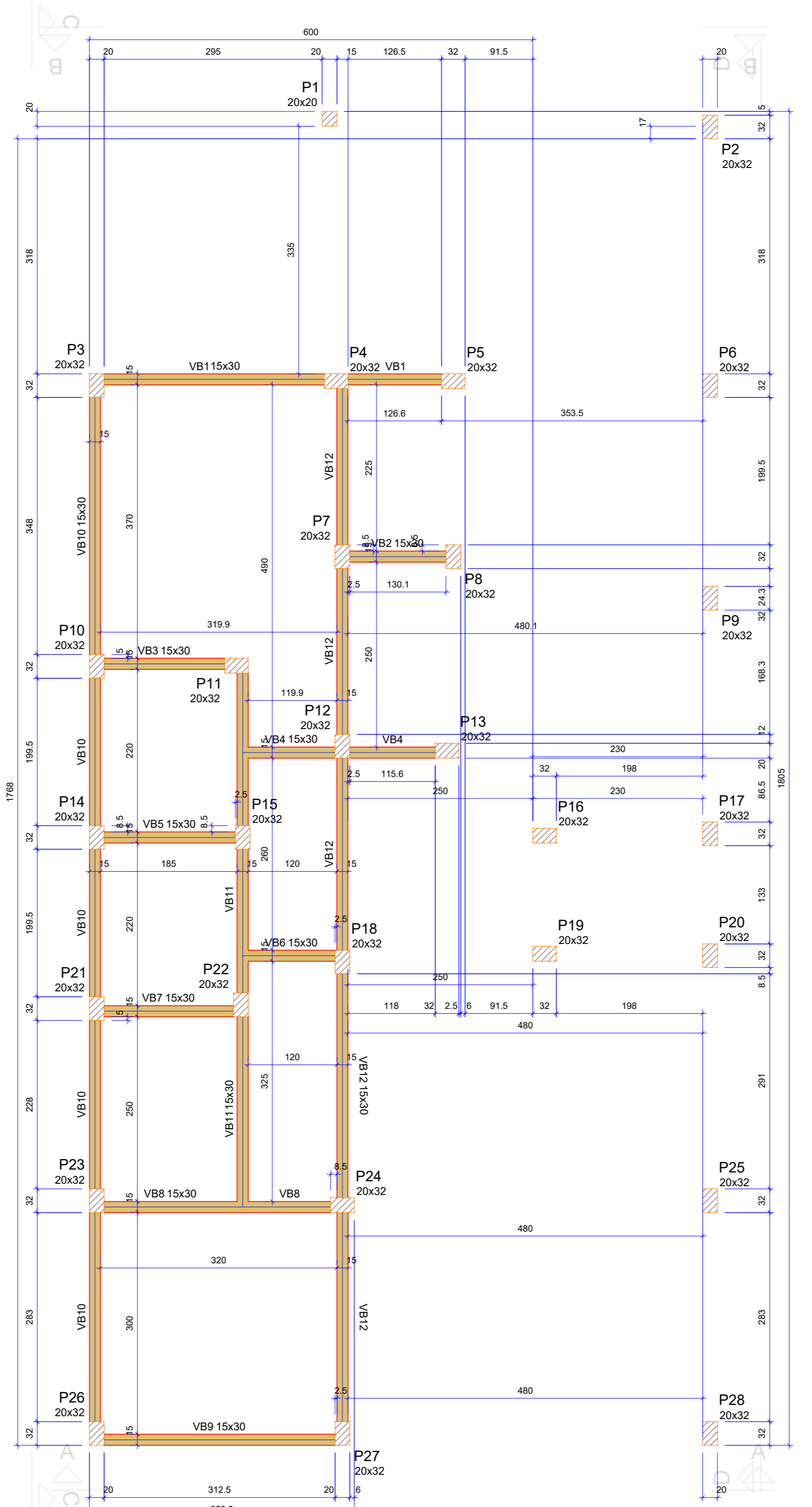
Características dos materiais			
fck (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm³)		
250	241500		

Dimensão máxima do agregado = 19 mm

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	20x32	0	0
P2	20x32	0	0
P3	20x32	0	0
P4	20x32	0	0
P5	20x32	0	0
P6	20x32	0	0
P7	20x32	0	0
P8	20x32	0	0
P9	20x32	0	0
P10	20x32	0	0
P11	20x32	0	0
P12	20x32	0	0
P13	20x32	0	0
P14	20x32	0	0
P15	20x32	0	0
P16	20x32	0	0
P17	20x32	0	0
P18	20x32	0	0
P19	20x32	0	0
P20	20x32	0	0
P21	20x32	0	0
P22	20x32	0	0
P23	20x32	0	0
P24	20x32	0	0
P25	20x32	0	0
P26	20x32	0	0
P27	20x32	0	0
P28	20x32	0	0

Propriedades dos materiais			
Nome	Descrição	Classe	Coef. de Adesão (α)
VCX1	VCX1 14x32	VCX1	0,75
VCX2	VCX2 14x32	VCX2	0,75
VCX3	VCX3 14x32	VCX3	0,75
VCX4	VCX4 14x32	VCX4	0,75
VCX5	VCX5 14x32	VCX5	0,75
VCX6	VCX6 14x32	VCX6	0,75
VCX7	VCX7 14x32	VCX7	0,75
VCX8	VCX8 14x32	VCX8	0,75
VCX9	VCX9 14x32	VCX9	0,75

FORMA DO PAVIMENTO BALDRAME (NÍVEL 0)
Escala 1:50



Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
VB1	15x30	0	90
VB2	15x30	0	90
VB3	15x30	0	90
VB4	15x30	0	90
VB5	15x30	0	90
VB6	15x30	0	90
VB7	15x30	0	90
VB8	15x30	0	90
VB9	15x30	0	90
VB10	15x30	0	90
VB11	15x30	0	90
VB12	15x30	0	90

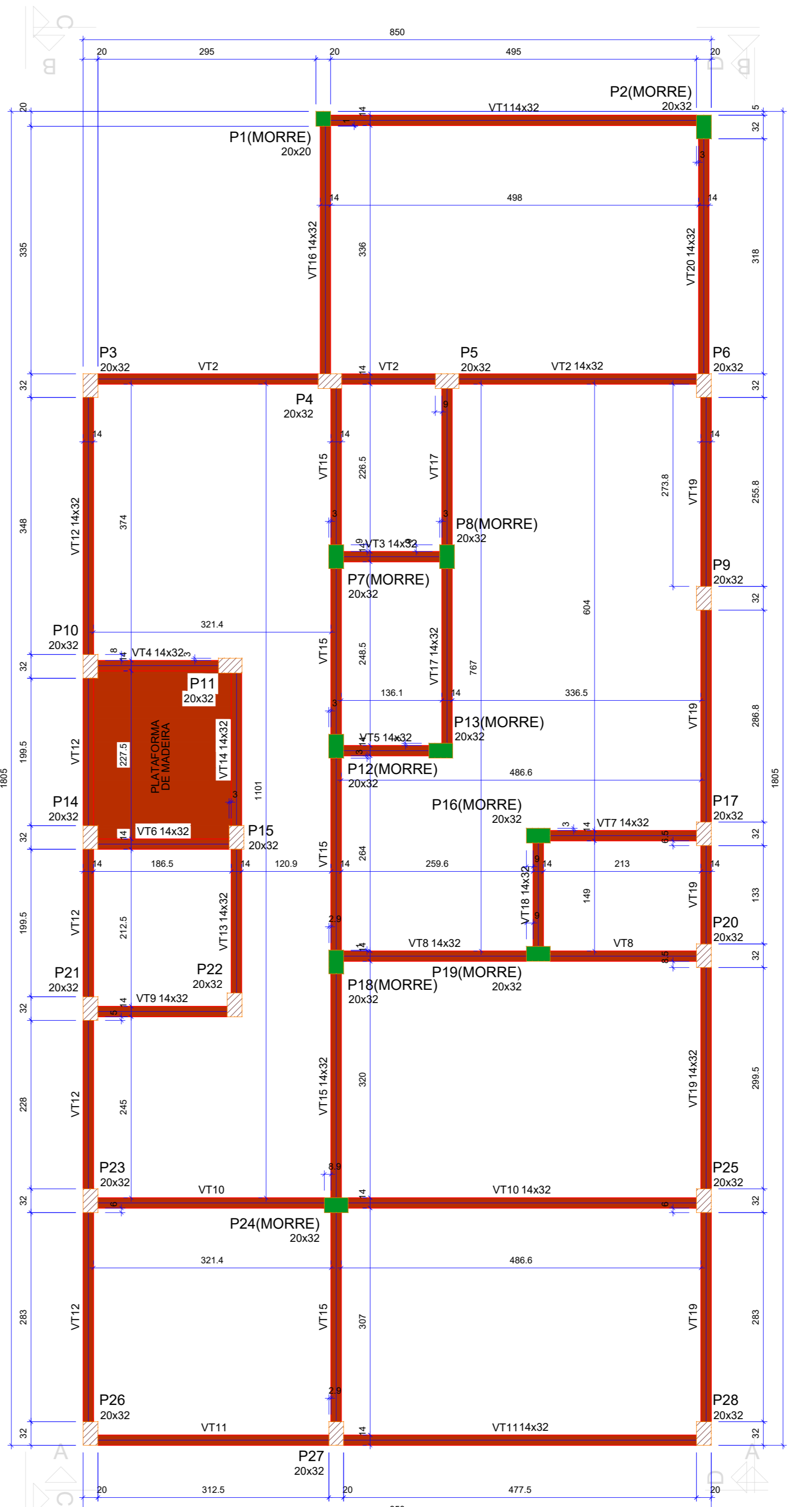
Características dos materiais			
fck (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm³)		
250	241500		

Dimensão máxima do agregado = 19 mm

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	20x32	0	90
P2	20x32	0	90
P3	20x32	0	90
P4	20x32	0	90
P5	20x32	0	90
P6	20x32	0	90
P7	20x32	0	90
P8	20x32	0	90
P9	20x32	0	90
P10	20x32	0	90
P11	20x32	0	90
P12	20x32	0	90
P13	20x32	0	90
P14	20x32	0	90
P15	20x32	0	90
P16	20x32	0	90
P17	20x32	0	90
P18	20x32	0	90
P19	20x32	0	90
P20	20x32	0	90
P21	20x32	0	90
P22	20x32	0	90
P23	20x32	0	90
P24	20x32	0	90
P25	20x32	0	90
P26	20x32	0	90
P27	20x32	0	90
P28	20x32	0	90

Propriedades dos materiais			
Nome	Descrição	Classe	Coef. de Adesão (α)
VCX1	VCX1 14x32	VCX1	0,75
VCX2	VCX2 14x32	VCX2	0,75
VCX3	VCX3 14x32	VCX3	0,75
VCX4	VCX4 14x32	VCX4	0,75
VCX5	VCX5 14x32	VCX5	0,75
VCX6	VCX6 14x32	VCX6	0,75
VCX7	VCX7 14x32	VCX7	0,75
VCX8	VCX8 14x32	VCX8	0,75
VCX9	VCX9 14x32	VCX9	0,75

FORMA DO PAVIMENTO NÍVEL 1 (NÍVEL 90)
Escala 1:50



Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
VT1	14x32	0	340
VT2	14x32	0	340
VT3	14x32	0	340
VT4	14x32	0	340
VT5	14x32	0	340
VT6	14x32	0	340
VT7	14x32	0	340
VT8	14x32	0	340
VT9	14x32	0	340
VT10	14x32	0	340
VT11	14x32	0	340
VT12	14x32	0	340
VT13	14x32	0	340
VT14	14x32	0	340
VT15	14x32	0	340
VT16	14x32	0	340
VT17	14x32	0	340
VT18	14x32	0	340
VT19	14x32	0	340
VT20	14x32	0	340

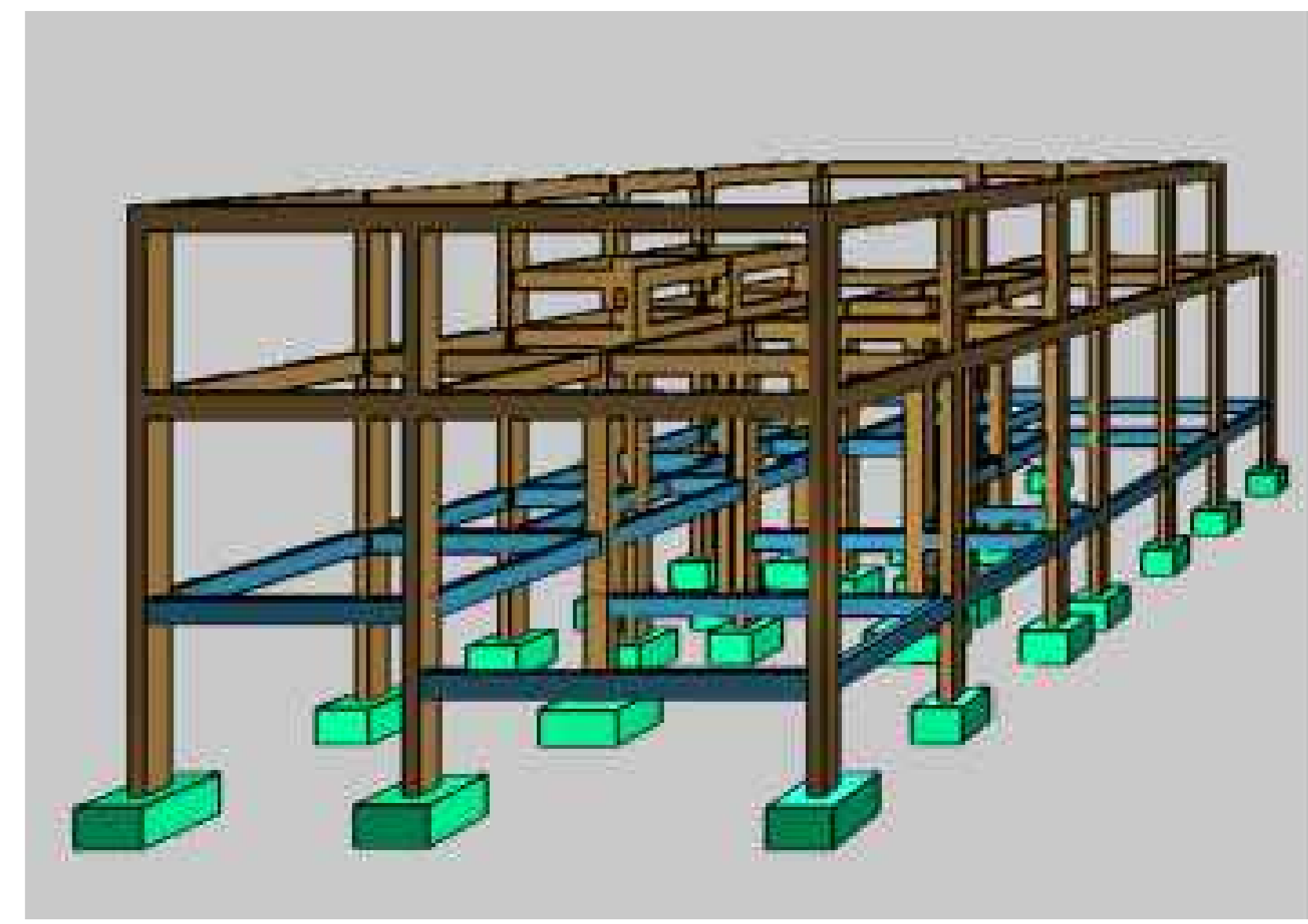
Características dos materiais			
fck (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm³)		
250	241500		

Dimensão máxima do agregado = 19 mm

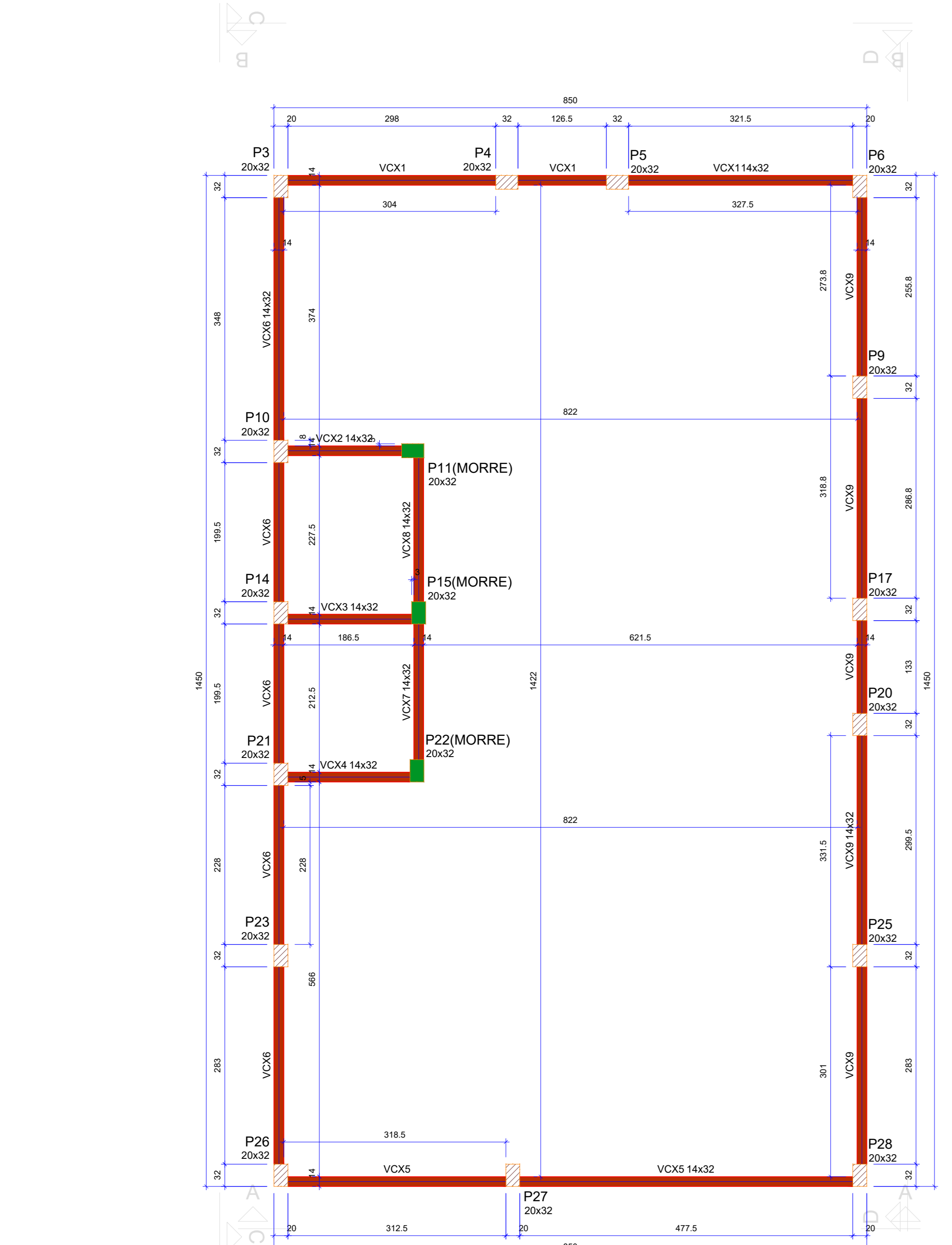
Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	20x32	0	340
P2	20x32	0	340
P3	20x32	0	340
P4	20x32	0	340
P5	20x32	0	340
P6	20x32	0	340
P7	20x32	0	340
P8	20x32	0	340
P9	20x32	0	340
P10	20x32	0	340
P11	20x32	0	340
P12	20x32	0	340
P13	20x32	0	340
P14	20x32	0	340
P15	20x32	0	340
P16	20x32	0	340
P17	20x32	0	340
P18	20x32	0	340
P19	20x32	0	340
P20	20x32	0	340
P21	20x32	0	340
P22	20x32	0	340
P23	20x32	0	340
P24	20x32	0	340
P25	20x32	0	340
P26	20x32	0	340
P27	20x32	0	340
P28	20x32	0	340

Propriedades dos materiais			
Nome	Descrição	Classe	Coef. de Adesão (α)
VCX1	VCX1 14x32	VCX1	0,75
VCX2	VCX2 14x32	VCX2	0,75
VCX3	VCX3 14x32	VCX3	0,75
VCX4	VCX4 14x32	VCX4	0,75
VCX5	VCX5 14x32	VCX5	0,75
VCX6	VCX6 14x32	VCX6	0,75
VCX7	VCX7 14x32	VCX7	0,75
VCX8	VCX8 14x32	VCX8	0,75
VCX9	VCX9 14x32	VCX9	0,75

FORMA DO PAVIMENTO TÉRREO (NÍVEL 340)
Escala 1:50



PÓRTICO 3D



Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
VCX1	14x32	0	430
VCX2	14x32	0	430
VCX3	14x32	0	430
VCX4	14x32	0	430
VCX5	14x32	0	430
VCX6	14x32	0	430
VCX7	14x32	0	430
VCX8	14x32	0	430
VCX9	14x32	0	430

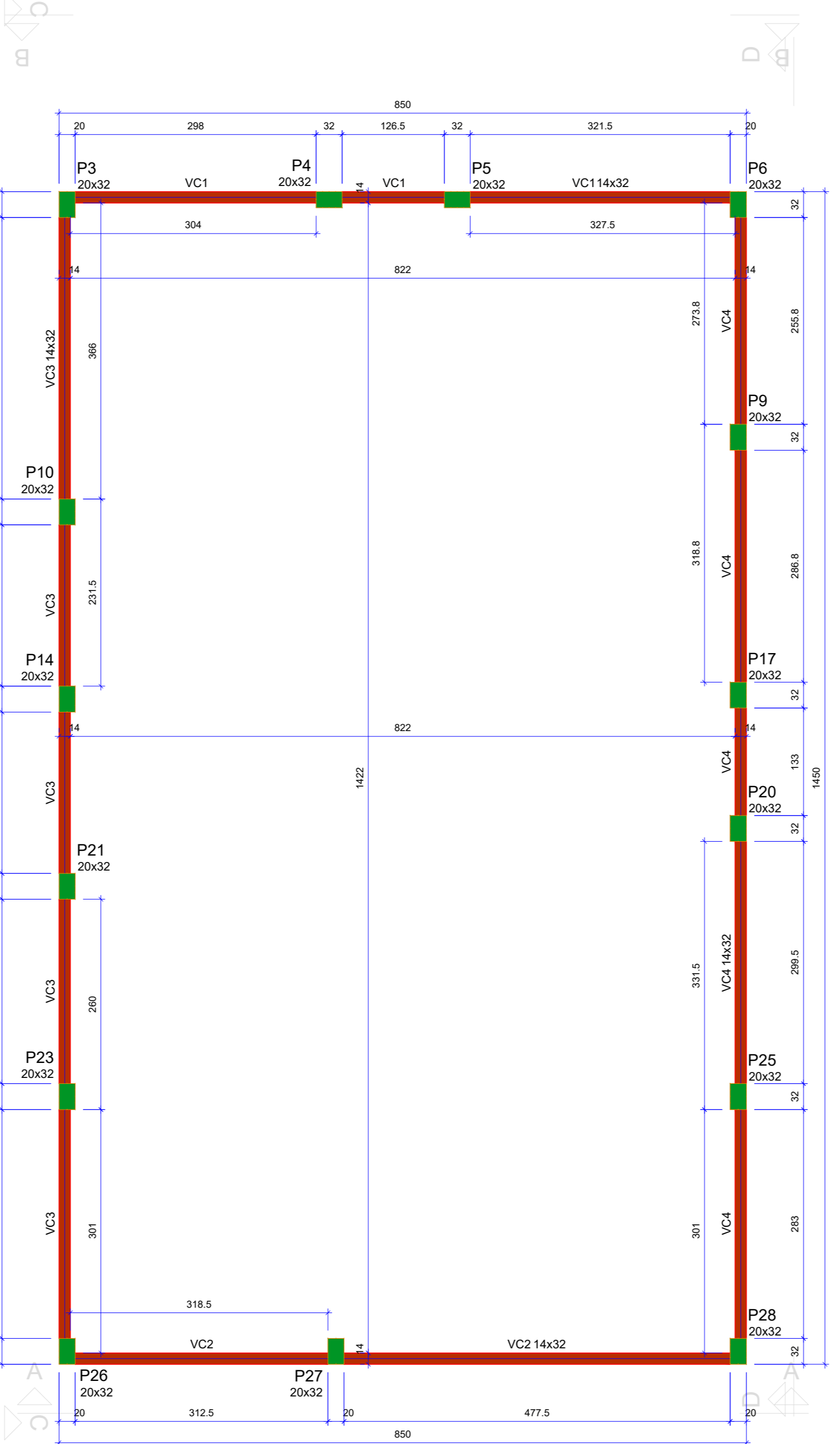
Características dos materiais			
fck (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm³)		
250	241500		

Dimensão máxima do agregado = 19 mm

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P3	20x32	0	430
P4	20x32	0	430
P5	20x32	0	430
P6	20x32	0	430
P9	20x32	0	430
P10	20x32	0	430
P11	20x32	0	430
P14	20x32	0	430
P15	20x32	0	430
P17	20x32	0	430
P20	20x32	0	430
P21	20x32	0	430
P22	20x32	0	430
P23	20x32	0	430
P25	20x32	0	430
P26	20x32	0	430
P27	20x32	0	430
P28	20x32	0	430

Propriedades dos materiais			
Nome	Descrição	Classe	Coef. de Adesão (α)
VCX1	VCX1 14x32	VCX1	0,75
VCX2	VCX2 14x32	VCX2	0,75
VCX3	VCX3 14x32	VCX3	0,75
VCX4	VCX4 14x32	VCX4	0,75
VCX5	VCX5 14x32	VCX5	0,75
VCX6	VCX6 14x32	VCX6	0,75
VCX7	VCX7 14x32	VCX7	0,75
VCX8	VCX8 14x32	VCX8	0,75
VCX9	VCX9 14x32	VCX9	0,75

FORMA DO PAVIMENTO LAJE CAIXA D'ÁGUA (NÍVEL 430)
Escala 1:50



Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
VC1	14x32	0	570
VC2	14x32	0	570
VC3	14x32	0	570
VC4	14x32	0	570

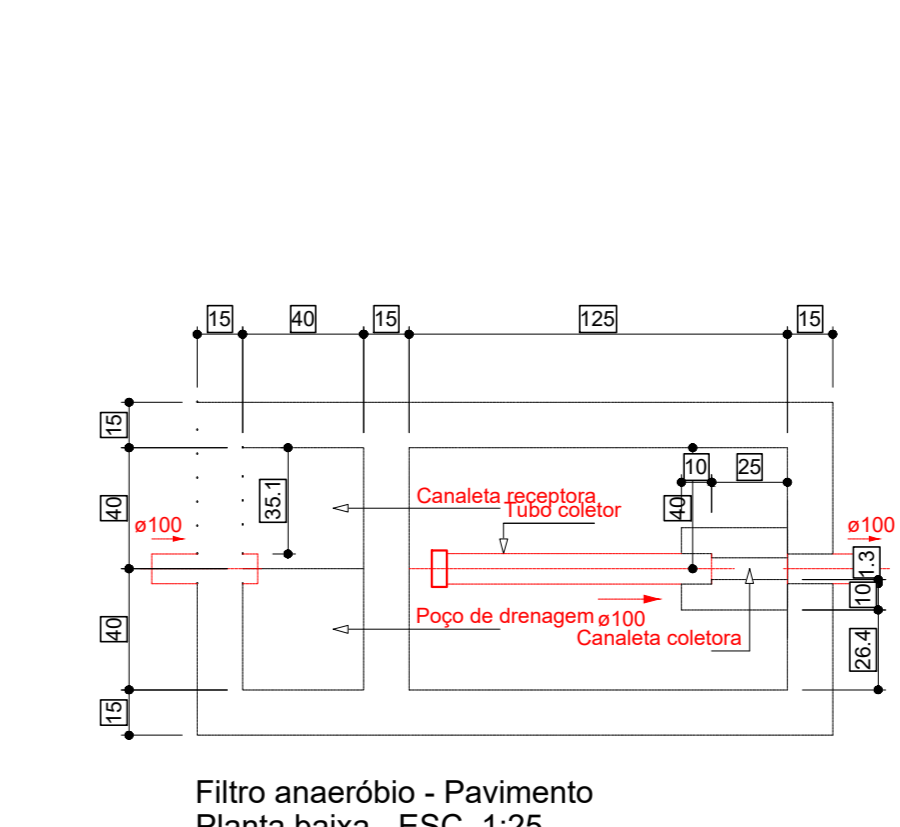
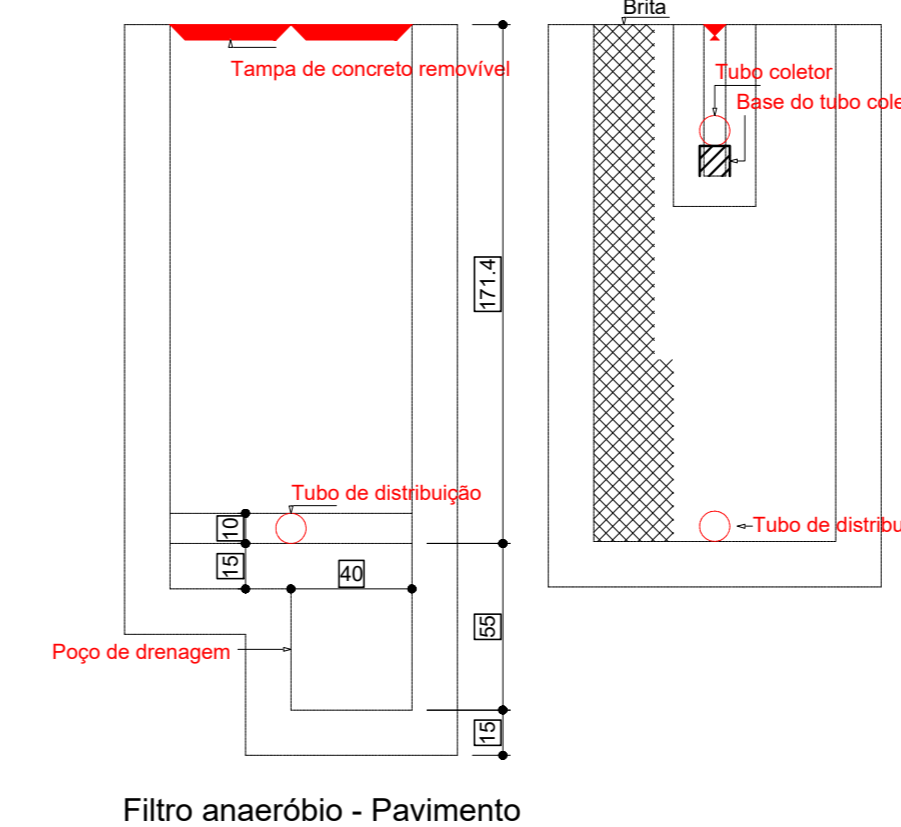
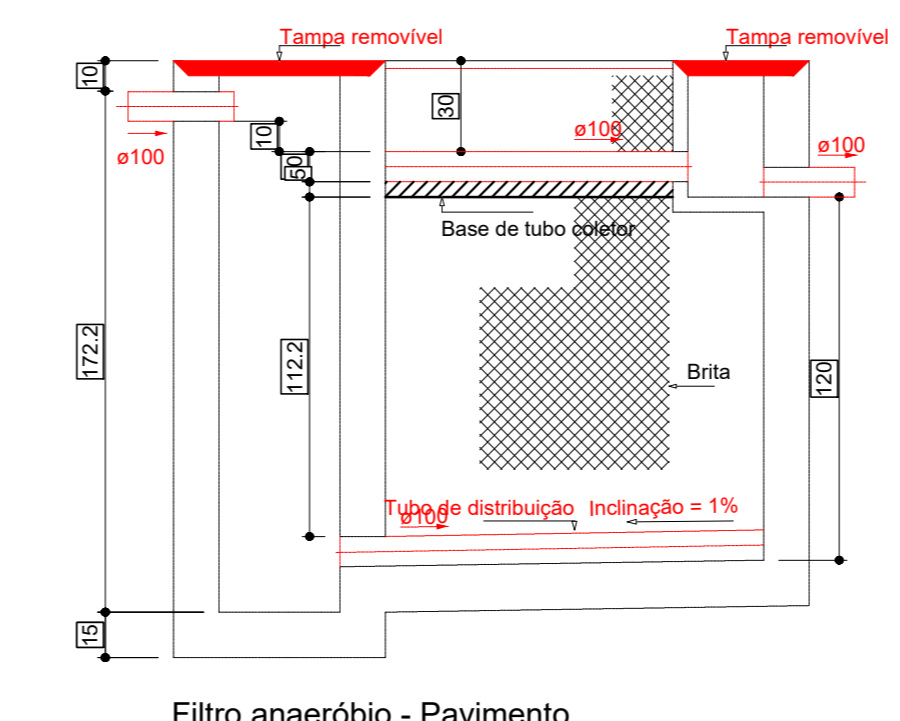
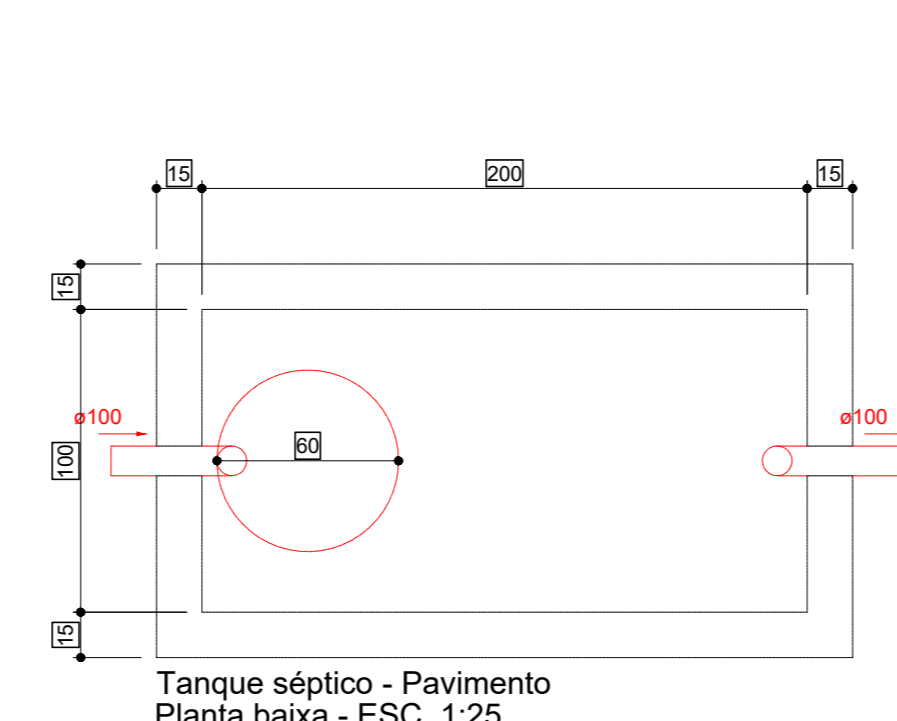
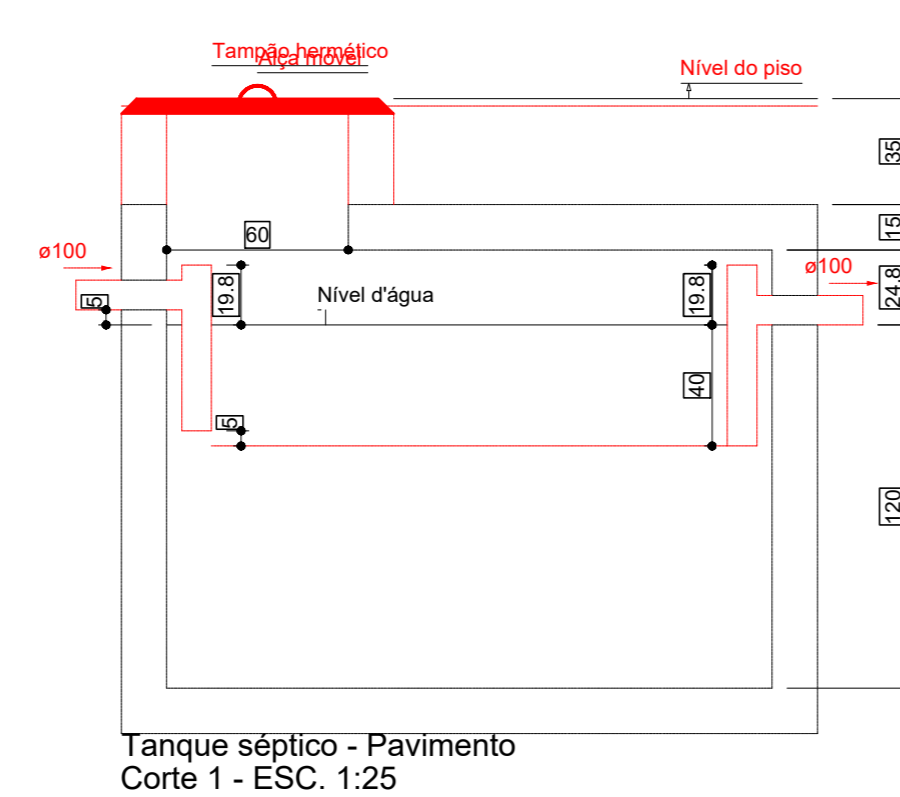
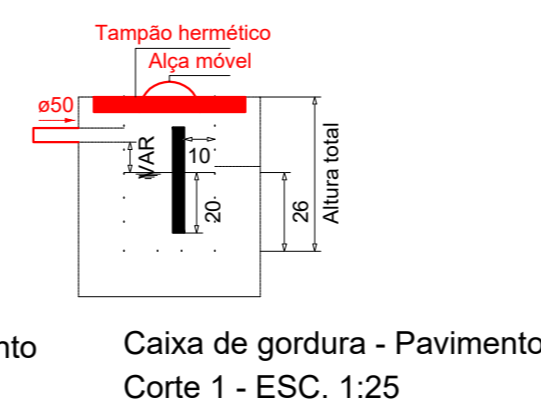
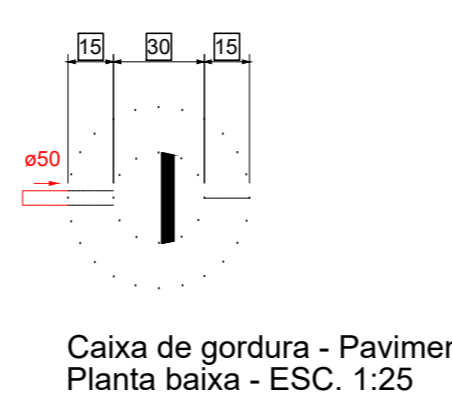
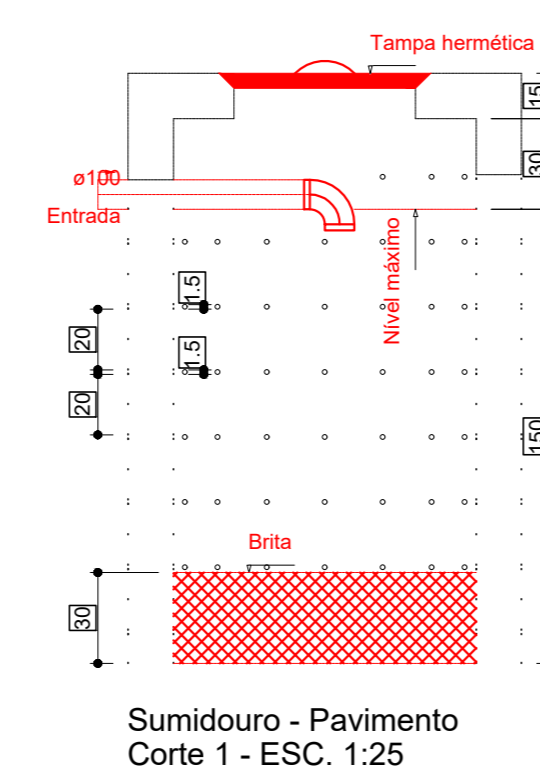
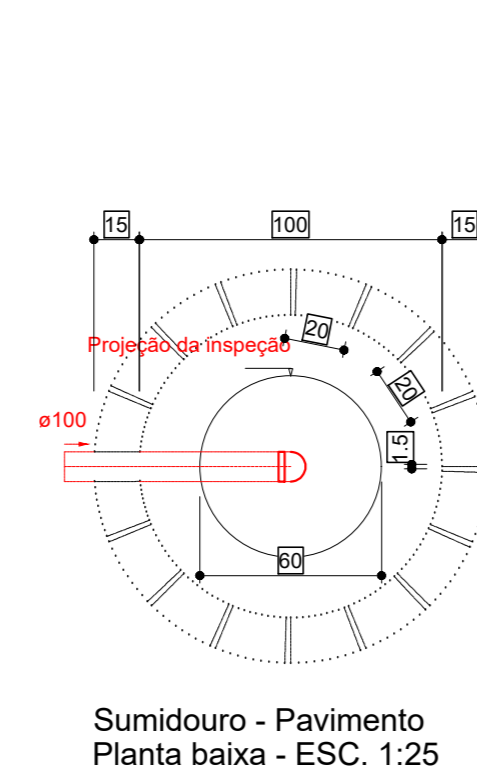
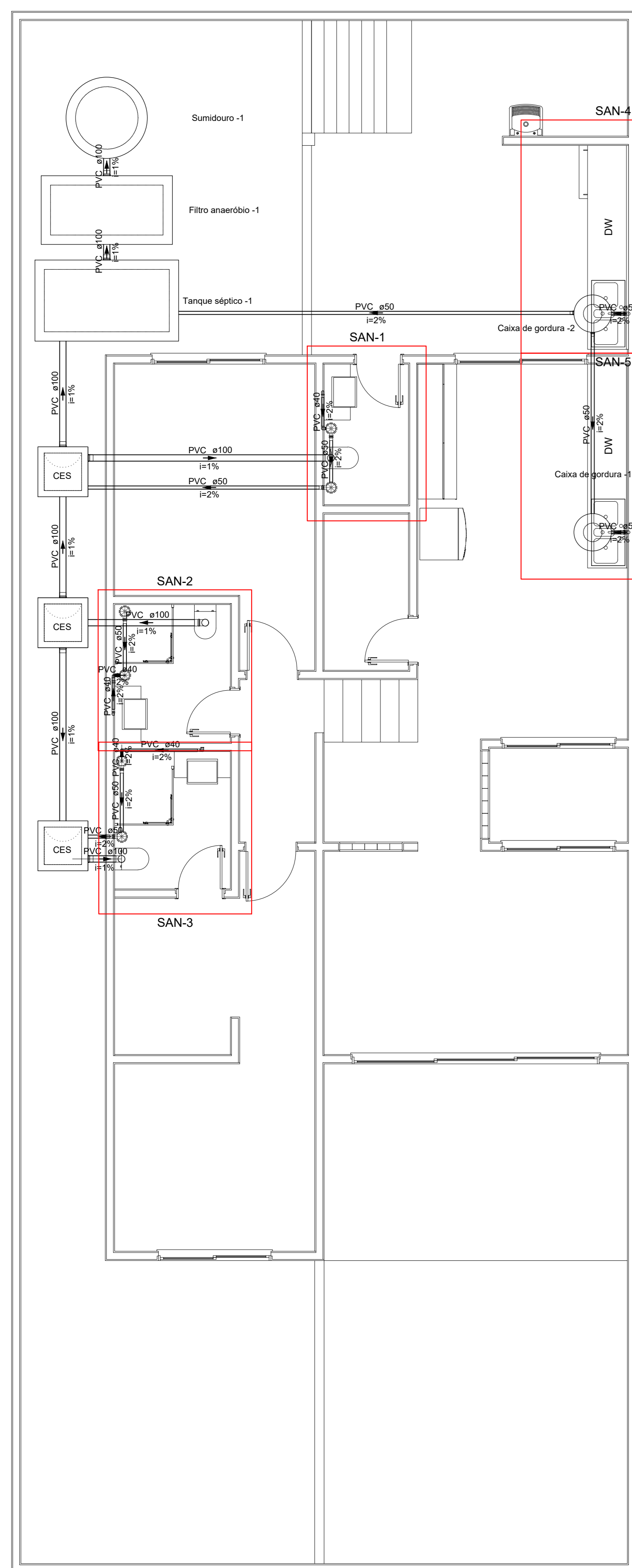
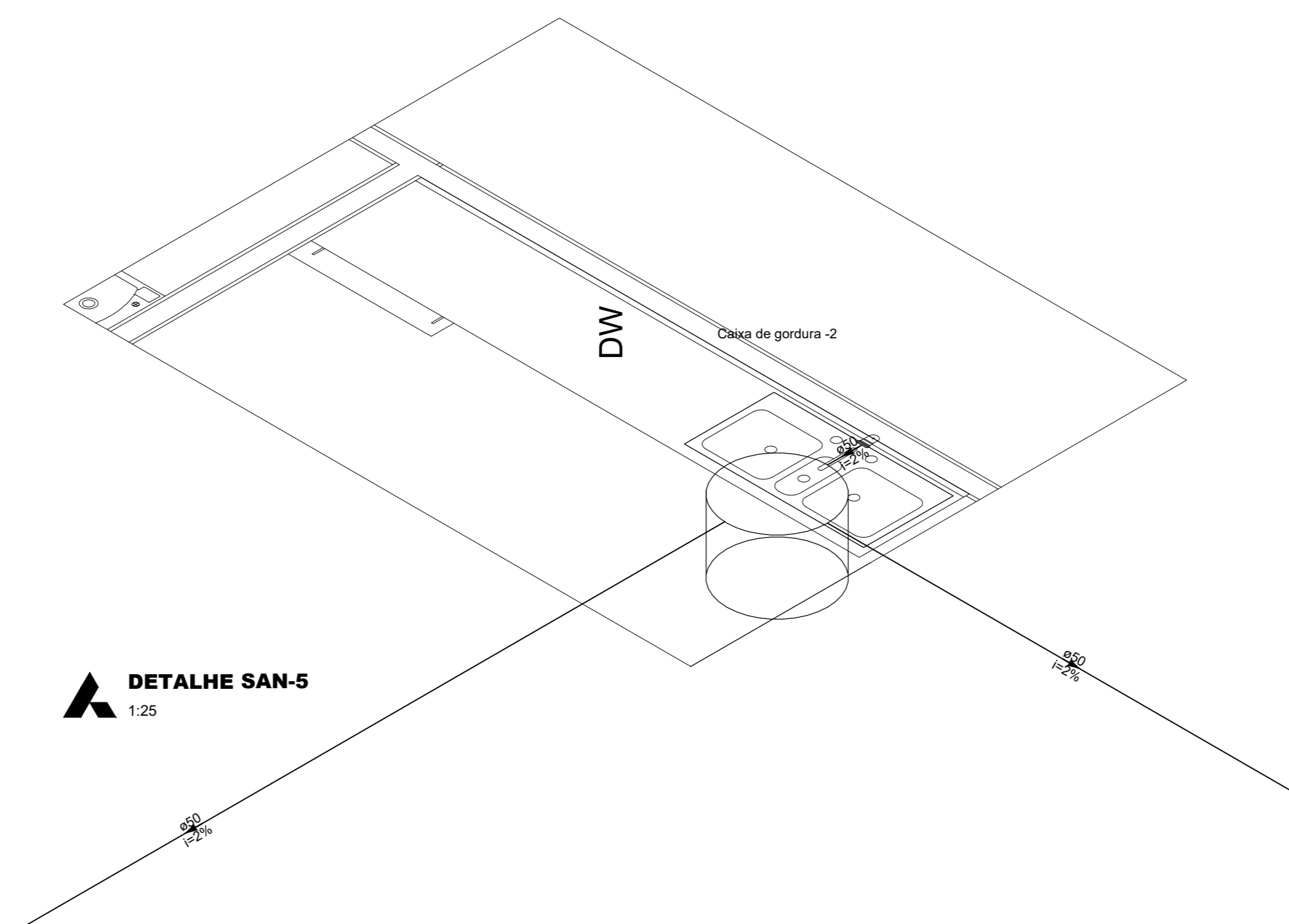
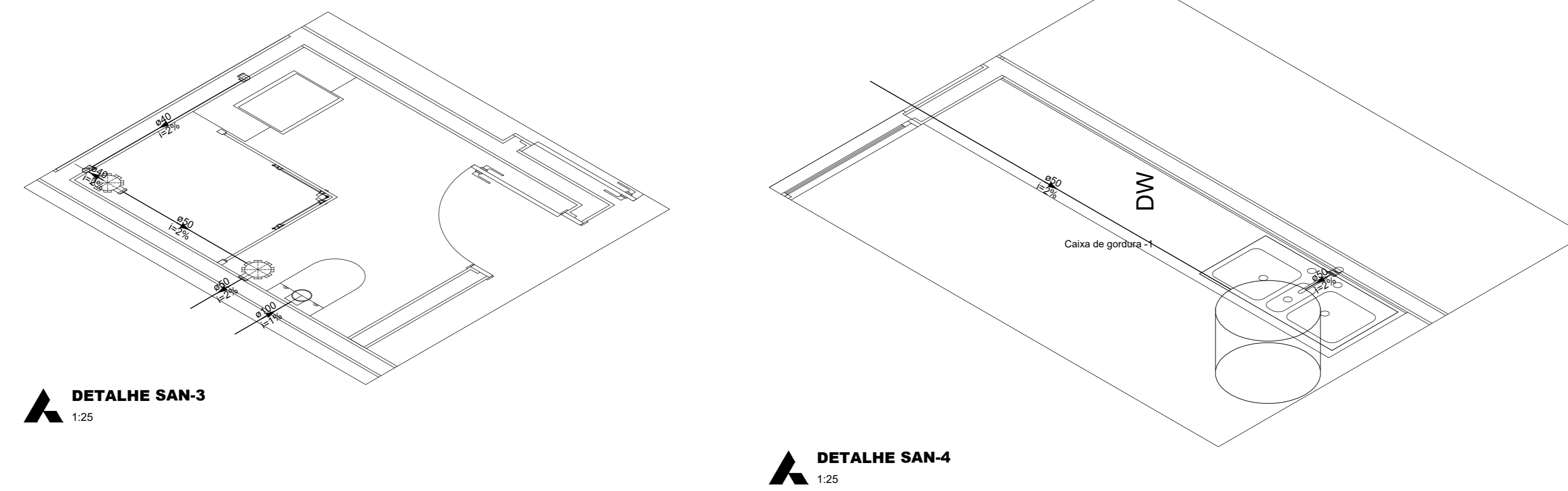
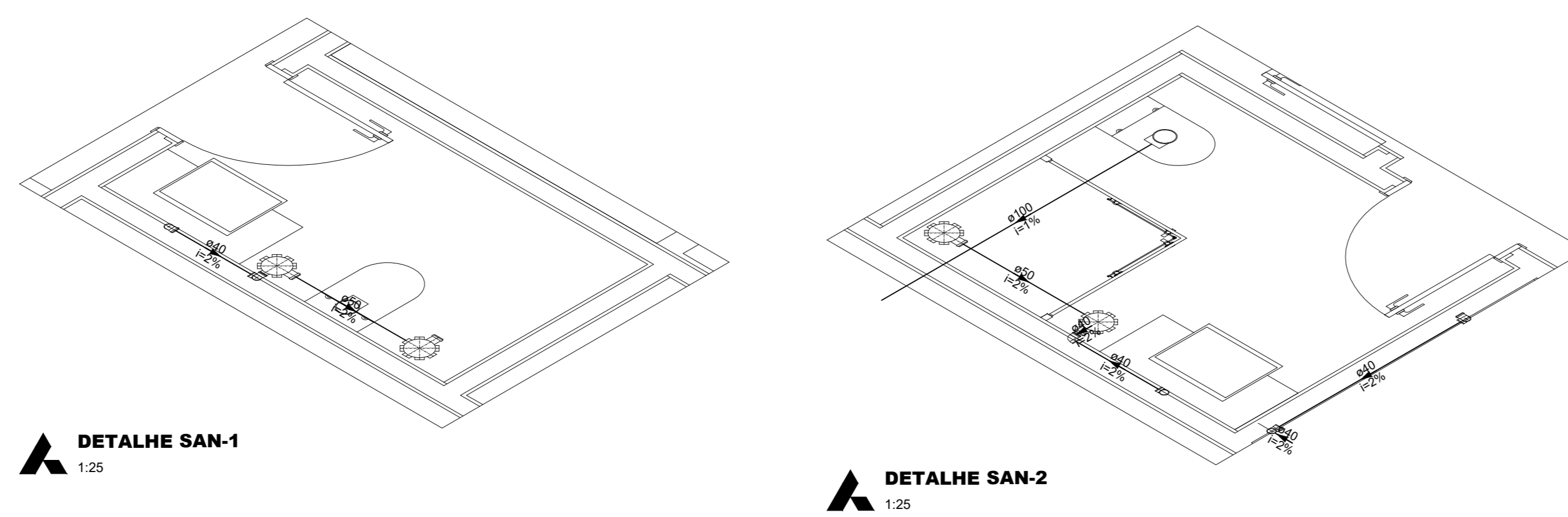
Características dos materiais			
fck (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm³)		
250	241500		

Dimensão máxima do agregado = 19 mm

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P3	20x32	0	570
P4	20x32	0	570
P5	20x32	0	570
P6	20x32	0	570
P9	20x32	0	570
P10	20x32	0	570
P11	20x32	0	570
P14	20x32	0	570
P15	20x32	0	570
P17	20x32	0	570
P20	20x32	0	570
P21	20x32	0	570
P22	20x32	0	570
P23	20x32	0	570
P25	20x32	0	570
P26	20x32	0	570
P27	20x32	0	570
P28	20x32	0	570

Propriedades dos materiais			
Nome	Descrição	Classe	Coef. de Adesão (α)
VCX1	VCX1 14x32	VCX1	0,75
VCX2	VCX2 14x32	VCX2	0,75
VCX3	VCX3 14x32	VCX3	0,75
VCX4	VCX4 14x32	VCX4	0,75

FORMA DO PAVIMENTO COBERTURA (NÍVEL 570)
Escala 1:50



Caixa Sifonada	
PVC Acessórios	
Caixa sifonada 150x150x50	1pç
PVC Esgoto	
Anel de borracha 50mm - 2"	1pç
Caixas Inspeção Esgoto Sifonada	
Caixas de Passagem	
Caixa de inspeção de esgoto sifonada CES- 60x60 cm	1pç
Curva 90 curta- coluna	
PVC Esgoto	
Curva 90 curta 40 mm	1pç
Joelho 90	
PVC Esgoto	
Joelho 90 40 mm	1pç
Joelho 90- coluna bolsa	
PVC Esgoto	
Anel de borracha 50mm - 2"	1pç
Joelho 90 50 mm	1pç
Lavatório Residencial com sifão	
PVC Acessórios	
Sifão de copo p/ pia e lavatório 1" - 1.1/2"	1pç
Válvula p/ lavatório e tanque 1"	1pç
PVC Esgoto	
Joelho 90 c/anel p/ esgoto secundário 40 mm - 1.1/2"	1pç
Tubo rígido c/ ponta lisa 40 mm	0.6m
Pia de Cozinha Residencial com Sifão 50mm	
PVC Acessórios	
Sifão de copo p/ pia e lavatório 1" - 2"	1pç
Válvula p/ pia 1"	1pç
PVC Esgoto	
Anel de borracha 50mm - 2"	2pç
Joelho 90 50 mm	2pç
Tubo rígido c/ ponta lisa 50 mm - 2"	0.6m
Vaso Sanitário c/ curva 90°	
PVC Esgoto	
Anel de borracha 100mm - 4"	1pç
Curva 90 curta 100 mm	1pç
Vedação p/ saída de vaso sanitário 100 mm	1pç

Esgoto	
Caixas de Passagem	
Caixa de inspeção de esgoto sifonada CES- 60x60 cm	3 pç
PVC Acessórios	
Caixa sifonada 150x150x50	6 pç
Sifão de copo p/ pia e lavatório 1" - 1.1/2"	4 pç
Válvula p/ lavatório e tanque 1" - 2"	1 pç
Válvula p/ pia 1"	4 pç
Válvula p/ pia 1"	1 pç
PVC Esgoto	
Anel de borracha 100mm - 4"	3 pç
50mm - 2"	10 pç
Curva 90 curta 100 mm	3 pç
40 mm	4 pç
Joelho 90 100 mm	1 pç
40 mm	1 pç
50 mm	3 pç
Joelho 90- c/anel p/ esgoto secundário 40 mm - 1.1/2"	4 pç
Tubo PVC ponta-bolsa c/ virola 100 mm - 4"	12.49 m
50 mm - 2"	16.75 m
Tubo rígido c/ ponta e bolsa soldável 40 mm	2.54 m
Tubo rígido c/ ponta lisa 100 mm - 4"	4.2 m
40 mm	2.4 m
50 mm - 2"	0.6 m
Vedação p/ saída de vaso sanitário 100 mm	3 pç
Unidades de tratamento	
Alça	
Ferro	3 pç
Argamassa	
Argamassa	0.23 m³
Brita n°3	0.24 m³
n°4	1.2 m³
Concreto	
Concreto	1.89 m³
Tampa	
Hermética	1 pç
Tijolo	
Furado	114 pç

PLANTA BAIXA-INSTALAÇÕES SANITÁRIAS
ESC. 1:50

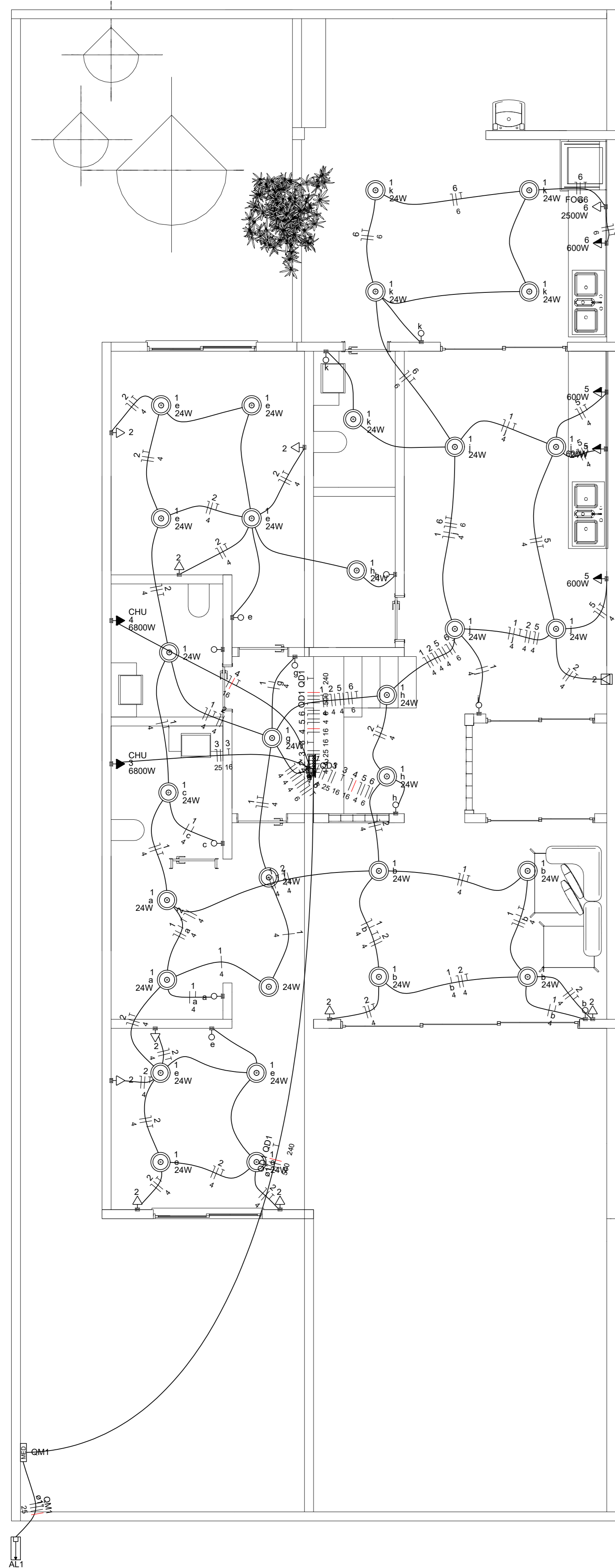
CASA SOL DO CERRADO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

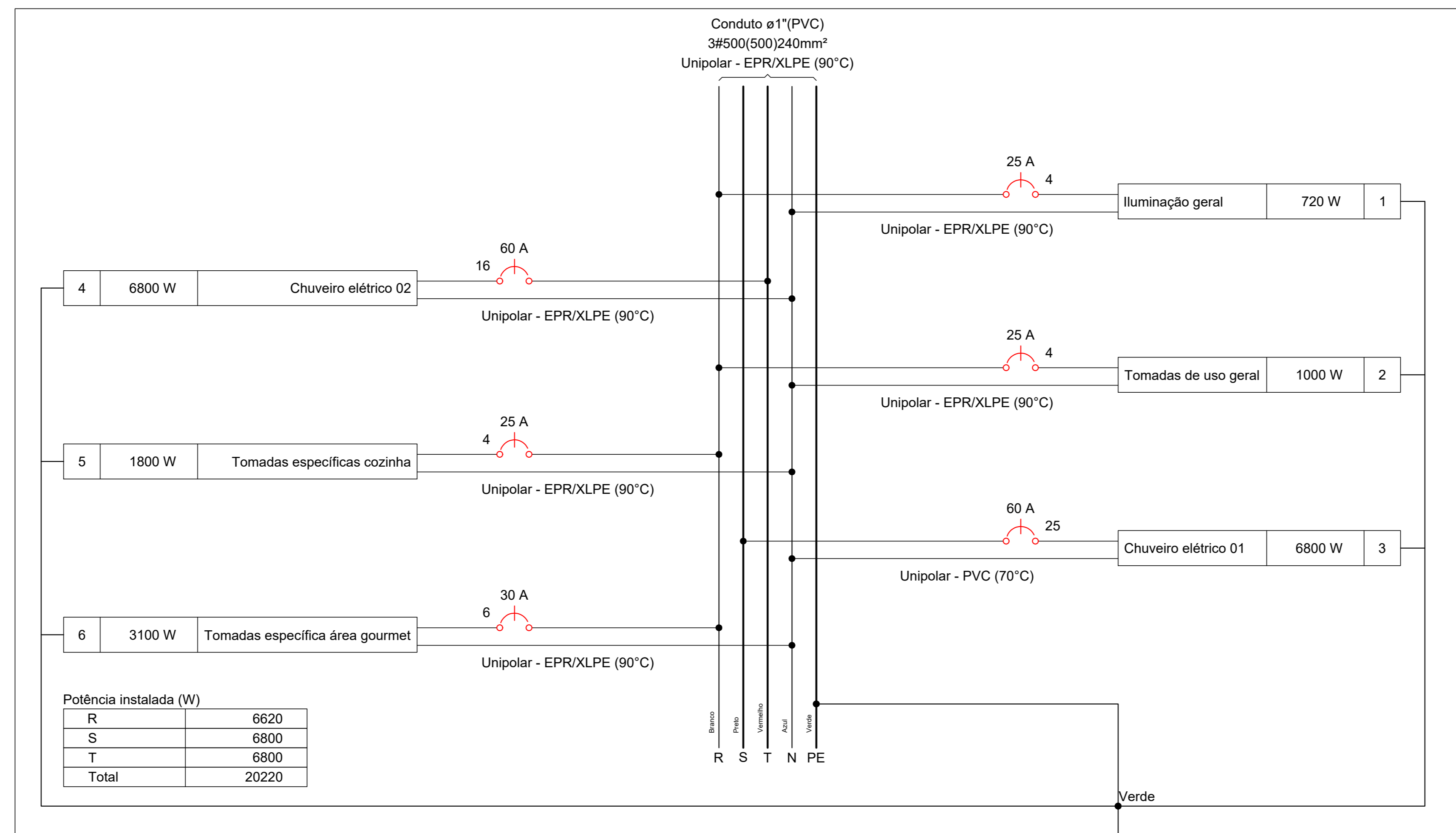
PROJETO SANITÁRIO CASA SOL DO CERRADO

ACADÊMICO	Nelson Antonio Santos Dias	ANO	2025	FOLHA	1-1
ORIENTADOR	Prof. Dr. Edis Evandro Teixeira de Carvalho	LOCAL	Palmas/TO	DATA	Indicada

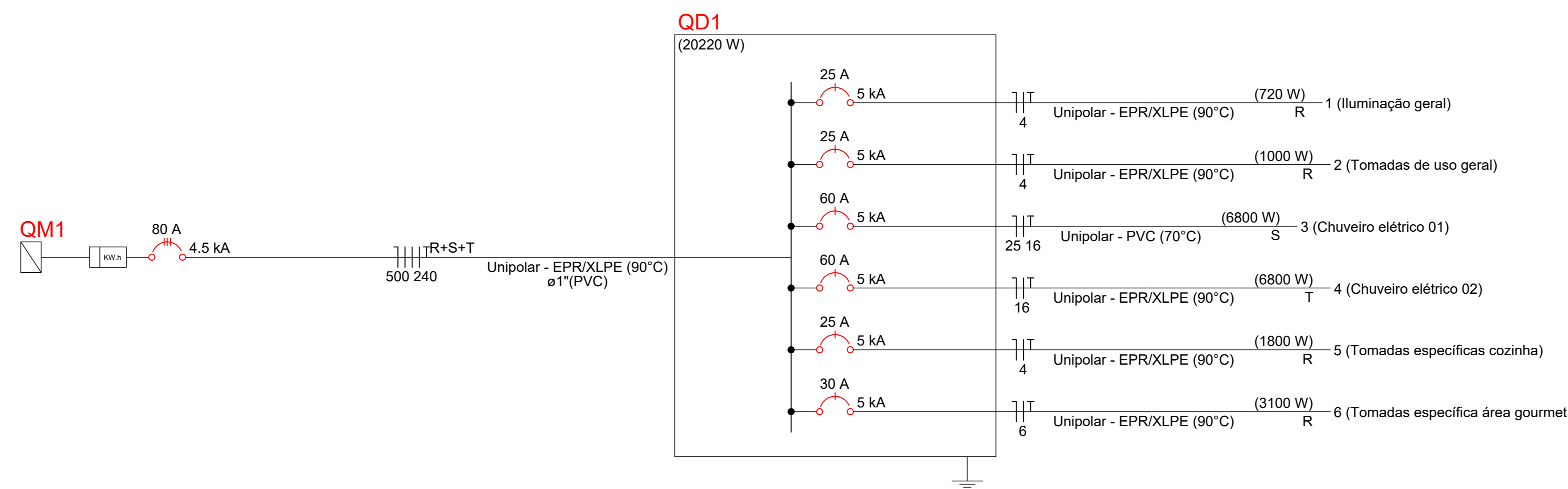


PLANTA BAIXA-INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
ESC. 1:50

QD1

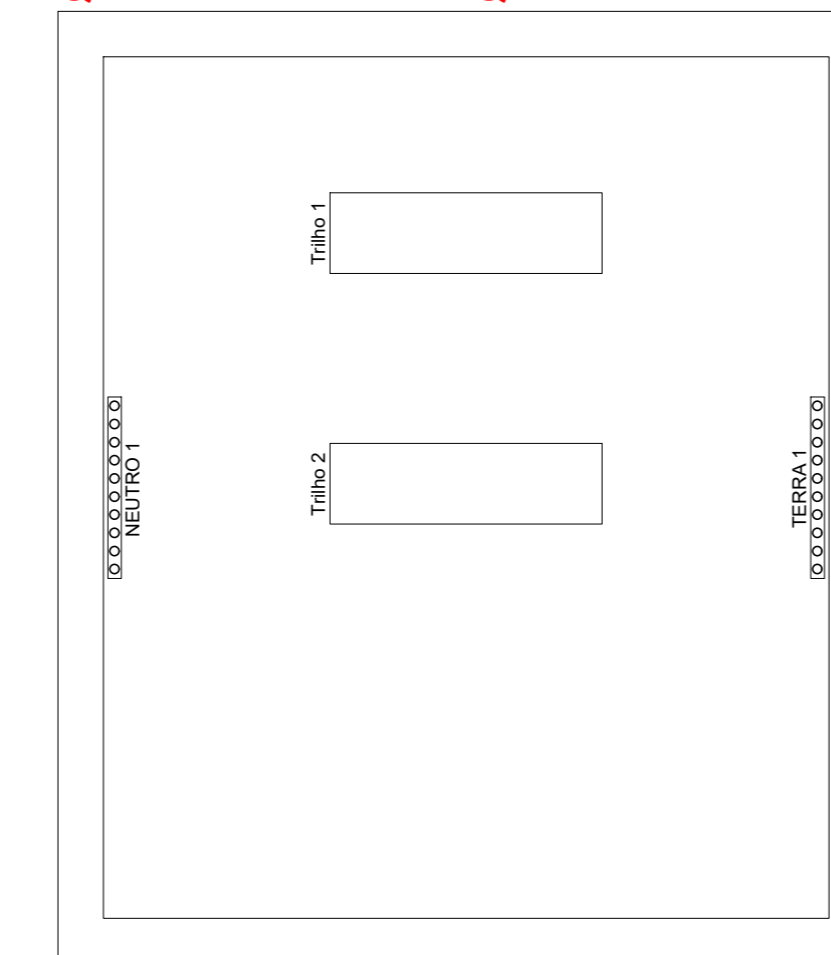


Potência instalada (W)	
R	6620
S	6800
T	6800
Total	20220



Tipo de carga	Potência instalada (kVA)	Fator de demanda (%)	Demanda (kVA)
Iluminação e TUG's (Casas e apartamentos)	1.83	75.00	1.37
Uso Especifico	19.04	100.00	19.04
TOTAL			20.42

Quadro executivo - QD1



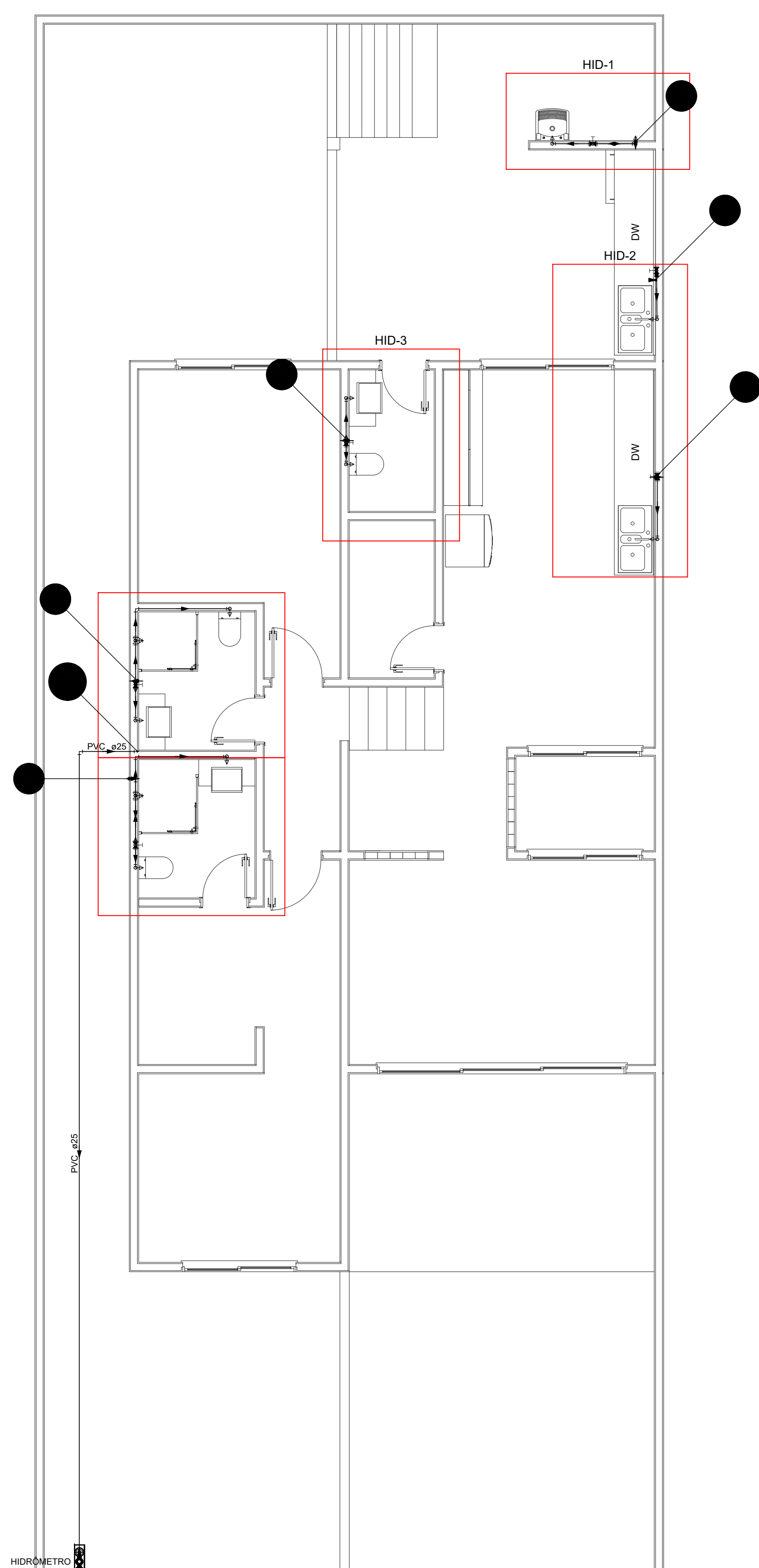
Escala 1:5

Entrada de serviço	
Accessórios p/ eletrodutos	
Arruela zamak 1"	3pc
Bucha zamak 1"	5pc
Cabeçote p/ Entrada de Energia 1"	1pc
Curva 90° aço galvanizado 1"	1pc
Fitas	1pc
Aço Inox	4pc
Luva aço galvan. leve 1"	3pc
Placa de identificação da unidade consumidora ENERGISA	1pc
Material p/ entrada serviço	
Caixa de passagem concreto/alvenaria	1pc
CP01	2pc
Isolador roldana 76x79mm	2pc
Poste concreto armado Comprimento 7,5m	1pc
Tube aço galvan. vara 6,0m 1"	2pc
Interruptor simples 1 tecla - 1,20m do piso	
Accessórios p/ eletrodutos	
Caixa PVC 4x2"	1pc
Dispositivo Elétrico - embutido	
Placa 2x4"	1pc
Interruptor simples - 1 tecla	1pc
Ponto genérico de luz 24W	
Accessórios p/ eletrodutos	
Caixa PVC octogonal 4"x 4"	1pc
Quadro de distribuição	
Quadro distrib. chapa pintada - embutir	
Barr. bif. no Fusedisj. geral - UL	1pc
Cap. 12 disj. unip. - In barr. 100 A	1pc
Quadro de medição	
Quadro de medição - AMPLA	
Unidade consumidora individual	1pc
Caixa para medidor trifásico	1pc
Tomada alta a 2,20m do piso	
Accessórios p/ eletrodutos	
Caixa PVC 4x2"	1pc
Dispositivo Elétrico - embutido	
Placa 2x4"	1pc
Placa c/ furo	1pc
Tomada baixa a 0,30m do piso	
Accessórios p/ eletrodutos	
Caixa PVC 4x2"	1pc
Dispositivo Elétrico - embutido	
Placa 2x4"	1pc
Placa p/ 1 função	1pc
S/ placa	1pc
Tomada hexagonal (NBR 14136) 2P+T 20A	1pc
Tomada média a 1,20m do piso	
Accessórios p/ eletrodutos	
Caixa PVC 4x2"	1pc
Dispositivo Elétrico - embutido	
Placa 2x4"	1pc
Placa p/ 1 função	1pc
S/ placa	1pc
Tomada hexagonal (NBR 14136) 2P+T 10A	1pc
Tomada no piso	
Accessórios p/ eletrodutos	
Caixa alumínio 4"x2"	1pc
3x4"	1pc
Dispositivo Elétrico - embutido	
Placa 2x4"	1pc
Tomada hexagonal (NBR 14136) 2P+T 10A	1pc

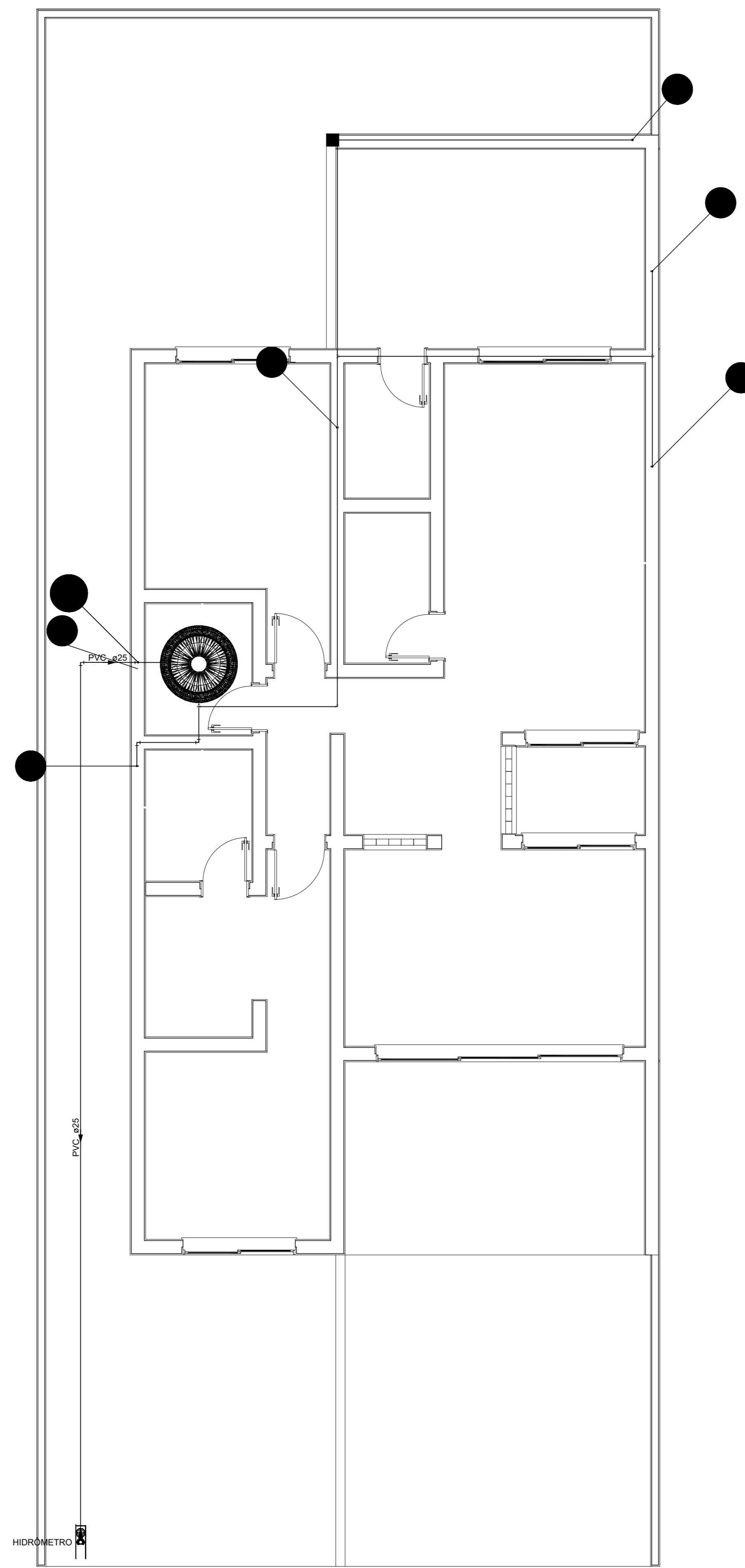
Elétrica	
Accessórios p/ eletrodutos	
Arruela zamak 1"	3 pc
Bucha zamak 1"	5 pc
Cabeçote p/ Entrada de Energia 1"	1 pc
Curva 90° aço galvanizado 1"	1 pc
Fitas	1 pc
Aço Inox	4 pc
Luva aço galvan. leve 1"	3 pc
Placa de identificação da unidade consumidora ENERGISA	1 pc
Cabo Unipolar (cobrir)	
Isol HEPR - ench.PVC flexível - 0,6/1kV	
16 mm² - Azul claro	6,87 m
16 mm² - Verde-amarelo	6,87 m
16 mm² - Vermelho	6,87 m
240 mm² - Verde-amarelo	15,77 m
4 mm² - Amarelo	27,71 m
4 mm² - Azul claro	115,64 m
4 mm² - Branco	121,05 m
4 mm² - Verde-amarelo	83,64 m
500 mm² - Azul claro	15,77 m
500 mm² - Branco	15,77 m
500 mm² - Preto	15,77 m
500 mm² - Vermelho	15,77 m
6 mm² - Azul claro	19,97 m
6 mm² - Branco	19,97 m
6 mm² - Verde-amarelo	19,97 m
Isol PVC - 450/750V	
16 mm² - Verde-amarelo	5,97 m
25 mm² - Azul claro	11,51 m
25 mm² - Branco	5,54 m
25 mm² - Preto	11,51 m
25 mm² - Vermelho	5,54 m
Dispositivo Elétrico - embutido	
Placa 2x4"	12 pc
Interruptor simples - 1 tecla	2 pc
Placa c/ furo	14 pc
Tomada hexagonal (NBR 14136) 2P+T 10A	1 pc
S/ placa	4 pc
Tomada hexagonal (NBR 14136) 2P+T 10A	10 pc
Tomada hexagonal (NBR 14136) 2P+T 20A	10 pc
Dispositivo de Proteção	
Disjuntor bipolar termomagnético (380 V/220 V) - DIN (Curva C)	1 pc
80 A - 4.5 kA	1 pc
Disjuntor unipolar termomagnético (220 V/127 V) - norma UL	3 pc
25 A - 5 kA	1 pc
60 A - 5 kA	2 pc
Eletroduto PVC flexível	
Eletroduto leve 1"	23,48 m
3/4"	161,27 m
Material p/ entrada serviço	
Caixa de passagem concreto/alvenaria	
CP01	2 pc
Isolador roldana 76x79mm	2 pc
Poste concreto armado Comprimento 7,5m	1 pc
Tube aço galvan. vara 6,0m 1"	2 pc
Quadro de medição - AMPLA	
Unidade consumidora individual	1 pc
Caixa para medidor trifásico	1 pc
Quadro distrib. chapa pintada - embutir	
Barr. bif. no Fusedisj. geral - UL	1 pc
Cap. 12 disj. unip. - In barr. 100 A	1 pc

Circuito	Descrição	Esquema	Método de inst.	Tensão (V)	Iluminação (W)	Tomadas (W)			Pot. total (VA)	Pot. total (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	Pot. - T (W)	FCT	FCA	In' (A)	Ip (A)	Seção (mm²)	Ic (A)	Icc (kA)	Dsj (A)	dV parc (%)	dV total (%)	Status	
1	Iluminação geral	F+N+T	B1	127 V	30				720	720	R	720			1,00	0,60	4,4	5,7	4	42,0	5	25	0,18	0,51	ERRO	
2	Tomadas de uso geral	F+N+T	B1	127 V		10			1111	1000	R	1000			1,00	0,60	14,6	8,7	4	42,0	5	25	0,52	0,85	OK	
3	Chuveiro elétrico 01	F+N+T	B1	127 V				1	6800	6800	S		6800		1,00	0,60	89,2	53,5	25	101,0	5	60	0,36	0,69	OK	
4	Chuveiro elétrico 02	F+N+T	B1	127 V				1	6800	6800	T			6800		1,00	0,60	89,2	53,5	16	100,0	5	60	0,64	0,97	OK
5	Tomadas específicas cozinha	F+N+T	B1	127 V			3		2000	1800	R	1800			1,00	0,60	26,2	15,7	4	42,0	5	25	1,13	1,46	OK	
6	Tomadas específica área gourmet	F+N+T	B1	127 V			1	1	3444	3100	R	3100			1,00	0,60	45,2	27,1	6	54,0	5	30	2,46	2,79	ERRO	
TOTAL					30	10	4	1	2	20876	20220	R+S+T	6620	6800	6800											

Elétrica	
_____	Teto
_____	Piso



PLANTA BAIXA-INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
ESC. 1:50



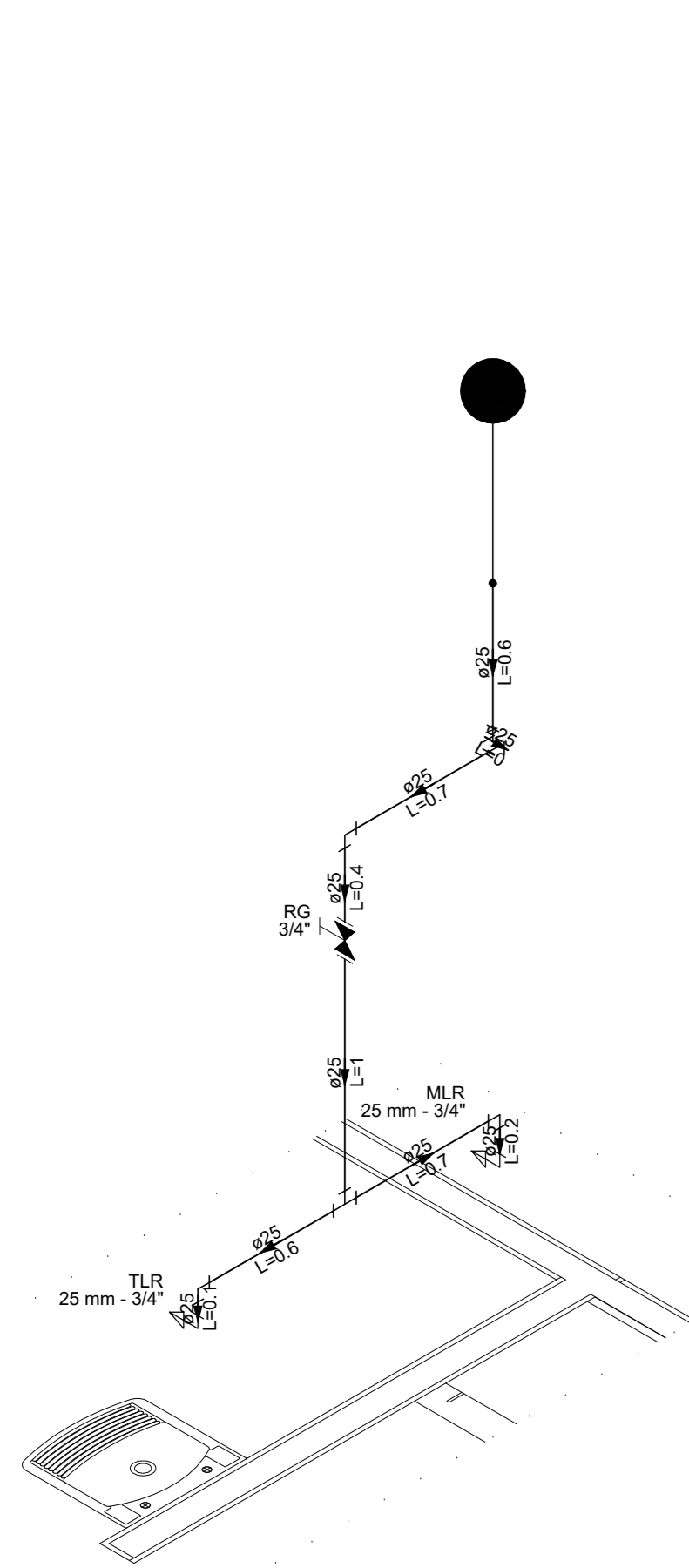
PLANTA DE COBERTURA
ESC. 1:50

Registro de Pressão com F° G°	
Ferro maleável classe 10	
Luva macho - fêmea 1/2"	2pç
União ass. cônico de bronze/ferro 1/2"	1pç
Metais	
Registro de pressão c/ canopla cromada 1/2"	1pç
Registro de gaveta c/canopla cromada c/ F° G°	
Ferro maleável classe 10	
Niple duplo 3/4"	2pç
Metais	
Registro de gaveta c/ canopla cromada 3/4"	1pç

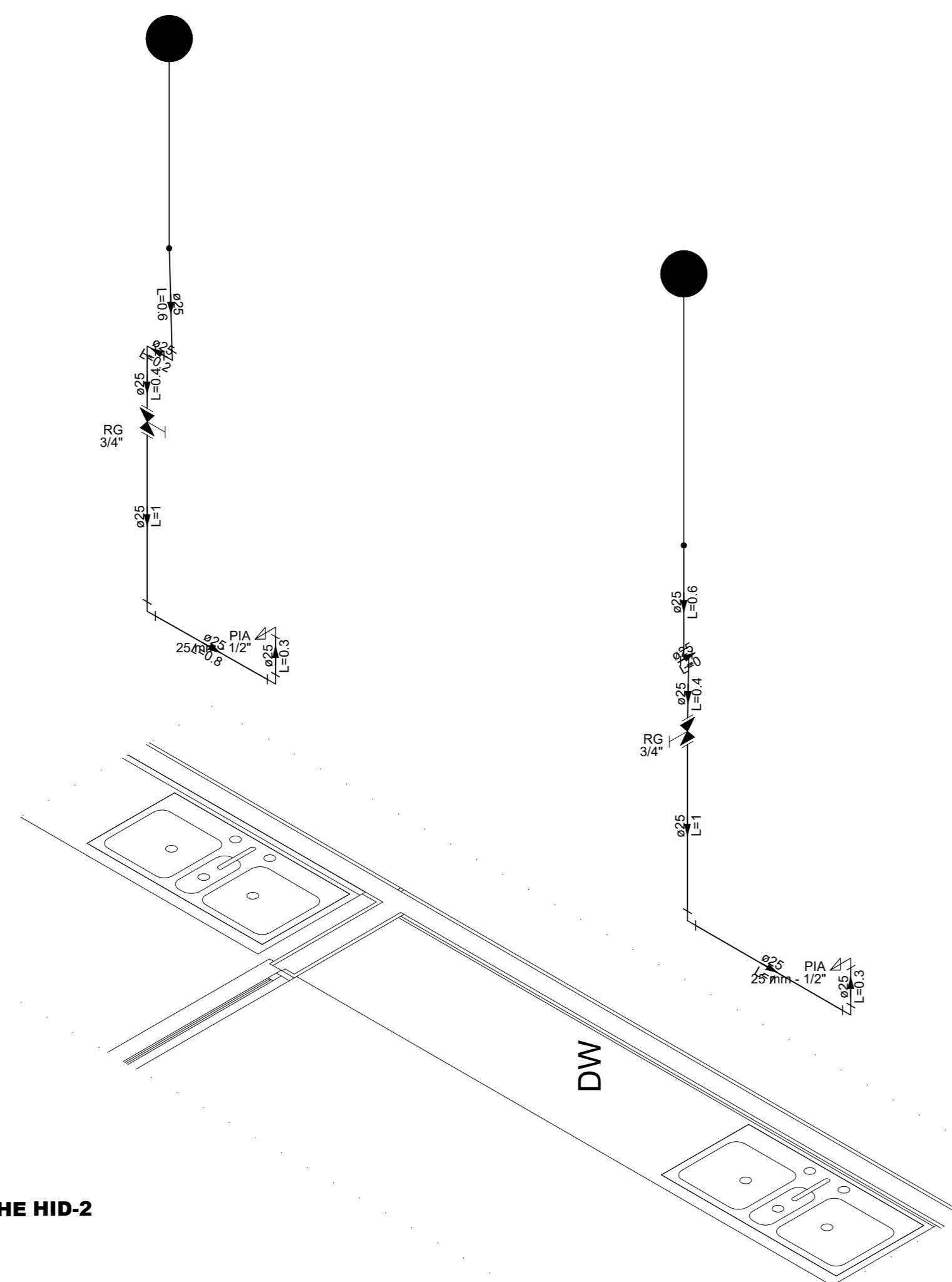
Alimentação	
Hidômetro	
Caixa Hidômetro	1 pç
Caixa hidômetro c/ tampa em acrílico	1 pç
Kit de hidômetro cavalete 1"	1 pç
PVC rígido soldável	
Tubos 25 mm	13,67 m
Água fria	
Aparelho	
Chuveiro 15mm x 1/2"	2 pç
Máquina de Lavar Roupa 25mm x 3/4"	1 pç
Torneira de Pia de Cozinha 25 mm - 1/2"	2 pç
Torneira de Tanque de Lavar 25mm x 3/4"	1 pç
Torneira de lavatório 15 mm - 1/2"	3 pç
Vaso Sanitário c/ cx. acoplada 1/2"	3 pç
Ferro maleável classe 10	
Bucha de redução 3/4" x 1/2"	3 pç
1/2"	3 pç
3/4"	5 pç
Cotovelo de redução 1" x 3/4"	2 pç
Luva macho - fêmea 1/2"	8 pç
3/4"	2 pç
Luva macho - fêmea alongada 1/2"	3 pç
Niple duplo 3/4"	12 pç
Tubo de aço galvanizado 15 mm - 1/2"	7 m
20 mm - 3/4"	12,32 m
25 mm - 1"	10,6 m
Tê de redução 3/4 x 1/2"	1 pç
União ass. cônico de bronze/ferro 1/2"	2 pç
Metais	
Registro de gaveta c/ canopla cromada 3/4"	6 pç
Registro de pressão c/ canopla cromada 1/2"	2 pç
PVC Acessórios	
Bolsa de ligação p/ vaso sanitário 1.1/2"	3 pç
Engate flexível cobre cromado com canopla 1/2 - 30cm	6 pç
Tubo de ligação latão cromado c/ canopla p/ vaso Sa 38 mm	3 pç

Água fria	
Alimentação	

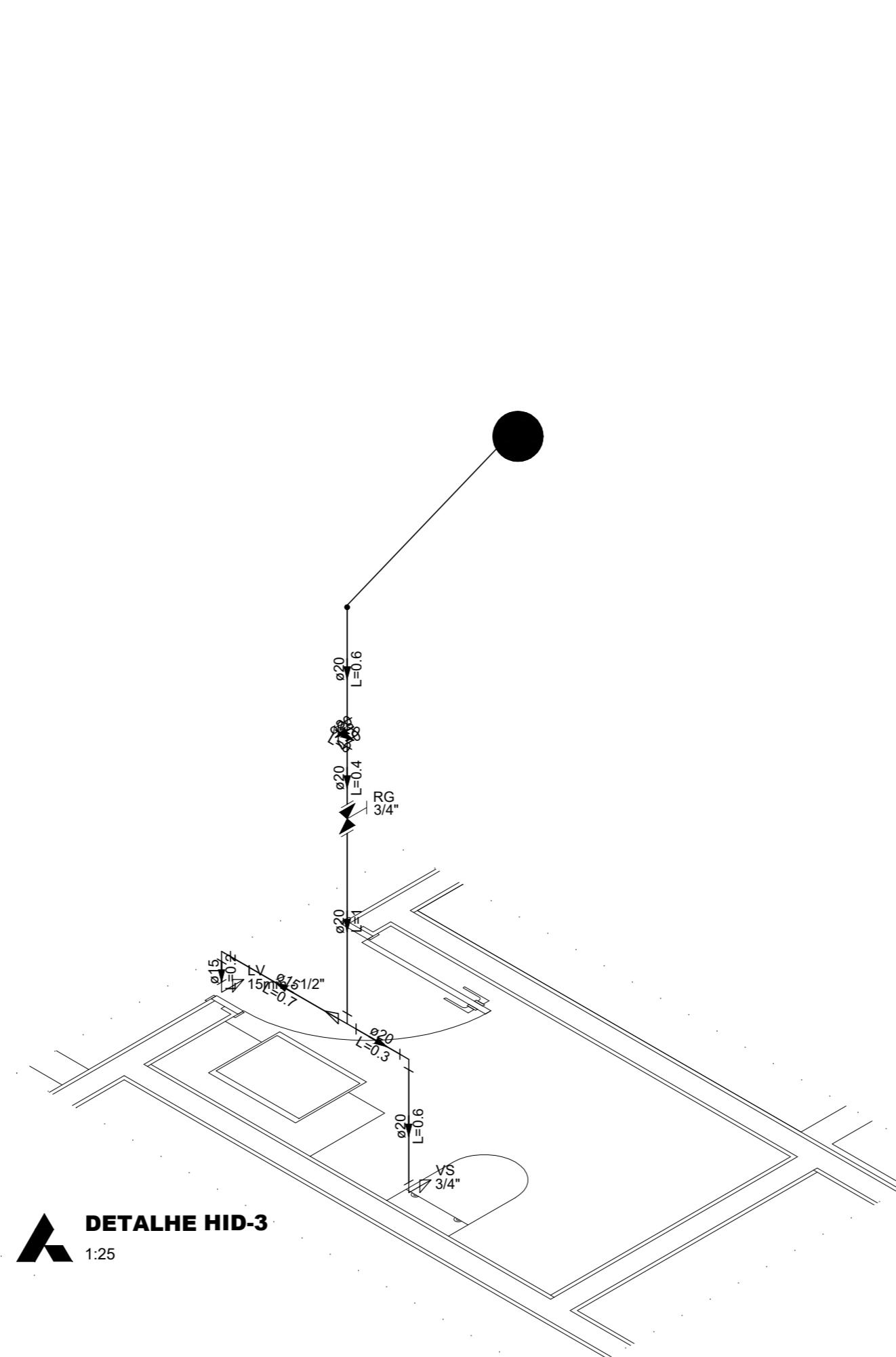
Registro de Pressão com F° G°	
Ferro maleável classe 10	
Luva macho - fêmea 1/2"	2pç
União ass. cônico de bronze/ferro 1/2"	1pç
Metais	
Registro de pressão c/ canopla cromada 1/2"	1pç
Registro de gaveta c/canopla cromada c/ F° G°	
Ferro maleável classe 10	
Niple duplo 3/4"	2pç
Metais	
Registro de gaveta c/ canopla cromada 3/4"	1pç



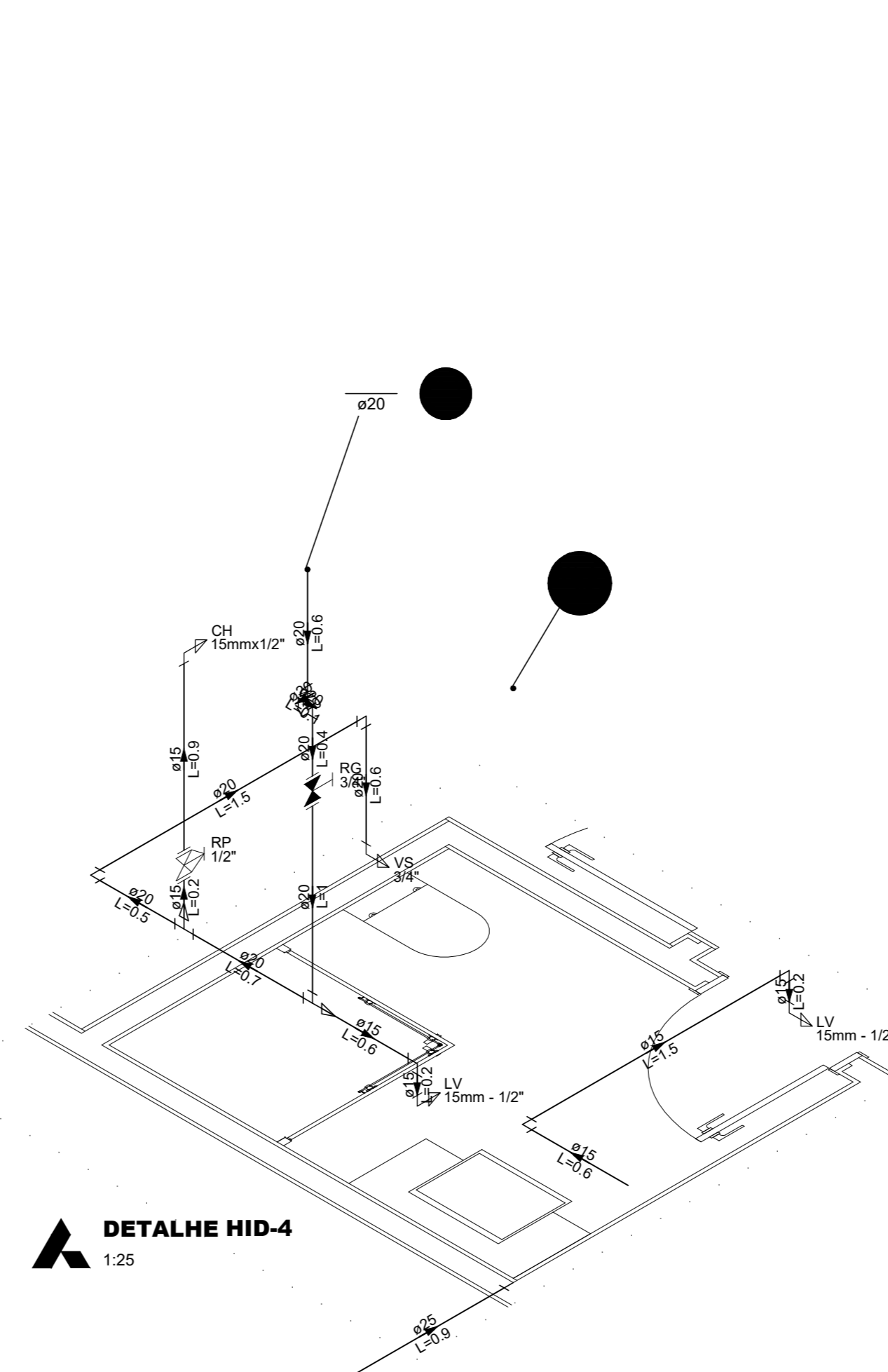
DETALHE HID-1
1:25



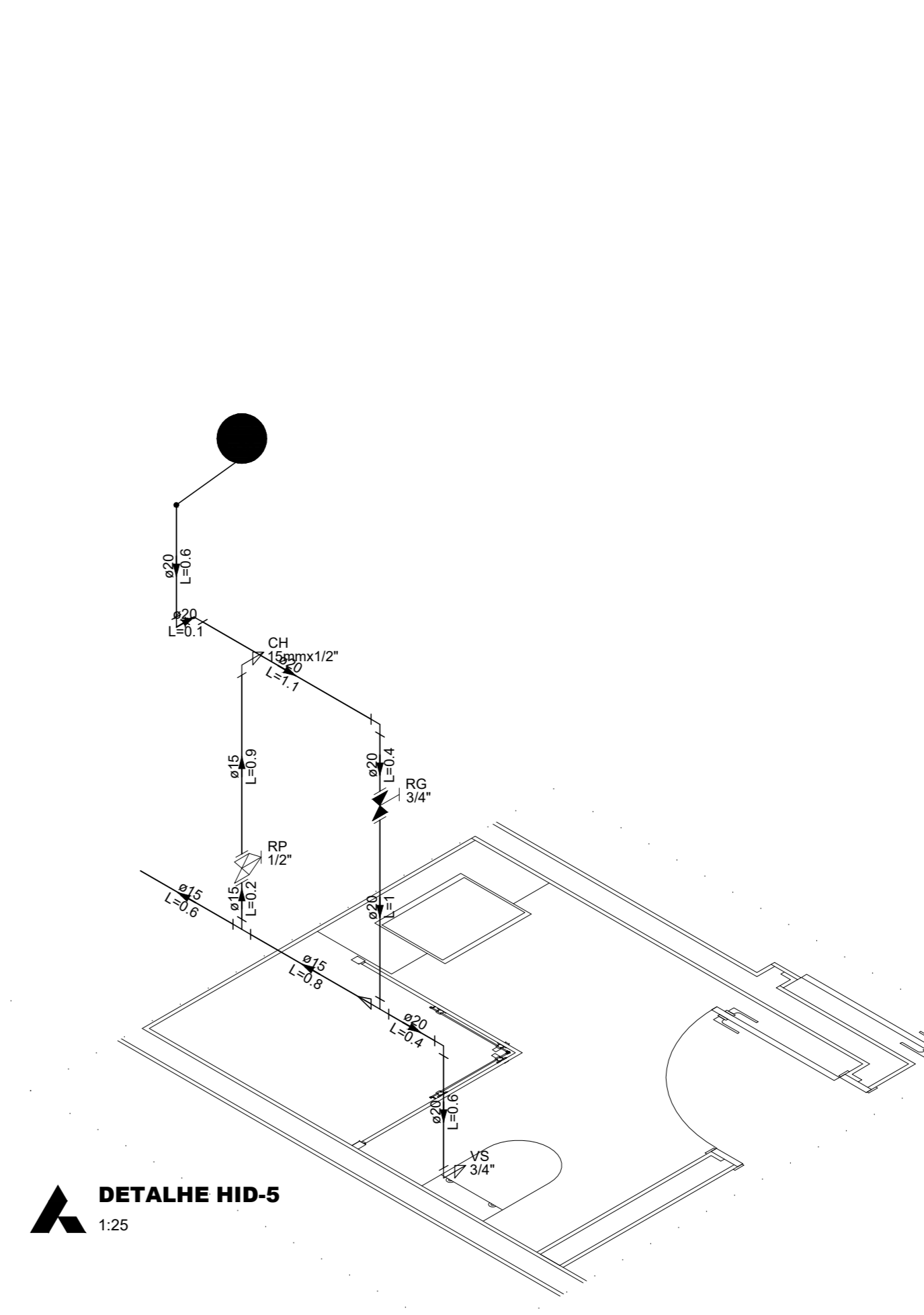
DETALHE HID-2
1:25



DETALHE HID-3
1:25



DETALHE HID-4
1:25



DETALHE HID-5
1:25

CASA SOL DO CERRADO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETO HIDRAULICO CASA SOL DO CERRADO

ACADÊMICO Nelson Antonio Santos Dias

ORIENTADOR Prof. Dr. Edis Evandro Teixeira de Carvalho

ANO 2025

CIDADE Palmas/TO

FOLHA 1-1

SITUAÇÃO Indicada

**ORÇAMENTO ANALÍTICO - CASA DE ALVENARIA TRADICIONAL
(PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)**

Responsável pelo orçamento:		NELSON ANTONIO SANTOS DIAS		CREDENCIALIZAÇÃO:		MERCADO LOCAL				
Endereço da obra (rua, número, bairro):		PALMAS/TO		Coordenadas geodésicas da obra:						
Descrição sucinta da obra:		Construção de uma residência com alvenaria convencional								
Regime de contratação da obra:		indireta		Opção encargos sociais:		desonerada				
						BDI: 25,00%				
VALOR TOTAL DA OBRA:							R\$ 552.856,69			
ITEM	BASE REFERÊNCIA	DATA BASE	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	und	QUANT	PREÇO unit (S/ BDI)	PREÇO unit (C/ BDI)	PREÇO TOTAL	OBS.:
1				OBRA RESIDENCIAL					R\$ 552.856,69	
				SERVIÇOS PRELIMINARES					R\$ 9.236,19	
1.1.1	MERCADO	out/25	COMP_01	Planos técnicos (projetos, especificações, orçamento, cronograma)	vb	1,00	R\$ 4.000,00	R\$ 5.000,00	R\$ 9.000,00	
1.1.2	MERCADO	out/25	COMP_02	Despesas iniciais (cópia, licenças, taxas e impostos)	vb	1,00	R\$ 1.862,82	R\$ 2.328,53	R\$ 2.328,53	
1.1.3	MERCADO	out/25	COMP_03	Instalações provisórias (barraca, água, luz)	vb	1,00	R\$ 1.236,13	R\$ 1.532,66	R\$ 1.532,66	
1.1.4	MERCADO	out/25	4813	Placa da obra	m²	1,20	R\$ 250,00	R\$ 312,50	R\$ 375,00	
1.2	MERCADO	out/25	90777	ADMINISTRAÇÃO LOCAL DA OBRA	horas	220,00	R\$ 60,00	R\$ 75,00	R\$ 16.500,00	
1.3	MERCADO	out/25	101114	MOVIMENTAÇÃO DE TERRA					R\$ 24.480,00	
1.3.1	MERCADO	out/25	101114	Escavação manual de vala para viga baldrame	m³	200,00	R\$ 97,92	R\$ 122,40	R\$ 24.480,00	
1.4				INFRAESTRUTURA					R\$ 96.240,91	
1.4.1	MERCADO	out/25	98524	Limpieza do terreno	m²	250,00	R\$ 4,36	R\$ 5,48	R\$ 1.368,75	
1.4.2	MERCADO	out/25	94319	Aterro e alinhamento	m²	62,79	R\$ 76,30	R\$ 95,38	R\$ 5.989,00	
1.4.3	MERCADO	out/25	99059	Locação da obra	m	117,00	R\$ 64,00	R\$ 80,00	R\$ 9.360,00	
1.4.4				Fundações superficiais						
1.4.4.1	MERCADO	out/25	94965	Concreto armado (sapata e viga baldrame)	m³	28,78	R\$ 498,99	R\$ 623,74	R\$ 17.951,17	
1.4.4.2	MERCADO	out/25	92296	Forma para concreto	m²	200,00	R\$ 181,40	R\$ 226,75	R\$ 45.230,00	
1.4.4.3	MERCADO	out/25	92759	Armação aço CA 50 de 5,0 mm	kg	448,18	R\$ 13,44	R\$ 16,80	R\$ 7.433,66	
1.4.4.4	MERCADO	out/25	96545	Armação aço CA 50 de 8,00 mm	kg	94,94	R\$ 15,33	R\$ 19,16	R\$ 1.819,29	
1.4.4.5	MERCADO	out/25	96546	Armação aço CA 50 de 10,0 mm	kg	220,58	R\$ 13,43	R\$ 16,79	R\$ 3.702,99	
1.4.4.6	MERCADO	out/25	98557	Impermeabilização das fundações	m²	70,20	R\$ 37,22	R\$ 46,53	R\$ 3.266,06	
1.5				SUPERESTRUTURA					R\$ 80.486,53	
1.5.1	MERCADO	out/25	92266	Forma para estruturas de concreto (pilares, vigas, laje)	m²	200,00	R\$ 181,40	R\$ 226,75	R\$ 45.230,00	
1.5.2	MERCADO	out/25	92759	Armação aço CA 60 de 5,0 mm	kg	442,48	R\$ 13,44	R\$ 16,80	R\$ 7.433,66	
1.5.3	MERCADO	out/25	96545	Armação aço CA 50 de 8,00 mm	kg	594,70	R\$ 15,33	R\$ 19,16	R\$ 11.395,94	
1.5.4	MERCADO	out/25	96546	Armação aço CA 50 de 10,0 mm	kg	911,20	R\$ 13,43	R\$ 16,79	R\$ 15.296,77	
1.5.5	MERCADO	out/25	92763	Armação aço CA 50 de 12,5 mm	kg	60,70	R\$ 9,99	R\$ 11,24	R\$ 682,12	
1.5.6	MERCADO	out/25	99431	Laje de concreto armado	m²	0,36	R\$ 735,10	R\$ 916,89	R\$ 329,04	
1.6				COBERTURA					R\$ 35.265,16	
1.6.1				Estrutura para telhado						
1.6.1.1	MERCADO	out/25	92542	Estrutura de madeira	m²	184,84	R\$ 105,49	R\$ 131,86	R\$ 24.373,46	
1.6.2				Telhos						
1.6.2.1	MERCADO	out/25	94446	Telha cerâmica	m²	184,84	R\$ 47,14	R\$ 58,93	R\$ 10.891,70	
1.7				PAREDES E DIVISÓRIAS					R\$ 24.151,60	
1.7.1	MERCADO	out/25	103356	Alvenaria de vedação com blocos cerâmico furado, esp=9 cm	m²	299,02	R\$ 55,17	R\$ 68,96	R\$ 20.621,17	
1.7.2				Vergas e contravergas de concreto						
1.7.3	MERCADO	out/25	93187	Verga das portas	m	25,47	R\$ 74,58	R\$ 93,23	R\$ 2.374,44	
1.7.4	MERCADO	out/25	93187	Vergas e contravergas das janelas	m	12,40	R\$ 74,58	R\$ 93,23	R\$ 1.155,99	
1.8				FORRO					R\$ 14.205,32	
1.8.1	MERCADO	out/25	96486	PVC amadeirado	m²	149,51	R\$ 76,01	R\$ 95,01	R\$ 14.205,32	
1.9				IMPERMEABILIZAÇÃO					R\$ 132,53	
1.9.1	MERCADO	out/25	98558	Papel de graxa molhadas (banheiros)	m²	10,04	R\$ 10,56	R\$ 13,20	R\$ 132,53	
1.10				VIDROS					R\$ 10.219,87	
1.10.1	MERCADO	out/25	99841	Box de vidro	m²	7,52	R\$ 1.087,22	R\$ 1.359,03	R\$ 10.219,87	
1.11				ESQUADRIAS					R\$ 81.440,21	
1.11.1	MERCADO	out/25	5028	P 01	m²	10,92	R\$ 706,18	R\$ 882,73	R\$ 9.639,36	
1.11.2	MERCADO	out/25	5028	P 02	m²	7,92	R\$ 706,18	R\$ 882,73	R\$ 6.991,18	
1.11.3	MERCADO	out/25	5028	P 03	m²	5,25	R\$ 706,18	R\$ 882,73	R\$ 4.634,31	
1.11.4	MERCADO	out/25	5028	P 04	m²	22,68	R\$ 706,18	R\$ 882,73	R\$ 20.020,20	
1.11.5	MERCADO	out/25	5028	P 05	m²	15,65	R\$ 706,18	R\$ 882,73	R\$ 13.814,65	
1.11.6	MERCADO	out/25	5028	P 06	m²	29,20	R\$ 706,18	R\$ 882,73	R\$ 25.775,57	
1.11.17	MERCADO	out/25	3428	J 01	m²	0,64	R\$ 706,18	R\$ 882,73	R\$ 564,94	
1.12				PINTURA					R\$ 15.073,75	
1.12.1	MERCADO	out/25	88494	Emassamento	m²	250,00	R\$ 19,73	R\$ 24,66	R\$ 6.165,63	
1.12.2	MERCADO	out/25	95625	Pintura interna	m²	150,00	R\$ 27,61	R\$ 34,51	R\$ 5.176,88	
1.12.3	MERCADO	out/25	88429	Pintura externa	m²	100,00	R\$ 29,85	R\$ 37,31	R\$ 3.731,25	
1.13				REVESTIMENTOS INTERNOS					R\$ 96.346,46	
1.13.1	MERCADO	out/25	87892	Chapisco	m²	550,00	R\$ 13,30	R\$ 16,63	R\$ 9.143,75	
1.13.2	MERCADO	out/25	87528	Emboço	m²	180,00	R\$ 40,54	R\$ 50,68	R\$ 9.121,50	
1.13.3	MERCADO	out/25	C2110	Reboco	m²	370,00	R\$ 41,65	R\$ 52,06	R\$ 19.261,34	
1.13.6	MERCADO	out/25	mercado	Porcelanato 0,60x0,60m	m²	149,51	R\$ 90,00	R\$ 112,50	R\$ 16.819,88	
1.14				REVESTIMENTOS EXTERNOS					R\$ 3.325,00	
1.14.1	MERCADO	out/25	87892	Chapisco	m²	200,00	R\$ 13,30	R\$ 16,63	R\$ 3.325,00	
1.13.6	MERCADO	out/25	C2110	Reboco	m²	200,00	R\$ 41,65	R\$ 52,06	R\$ 10.411,53	
1.15				PISOS					R\$ 14.951,00	
1.15.1	MERCADO	out/25	101747	Contrapiso	m²	149,51	80,00	R\$ 100,00	R\$ 14.951,00	
1.16				ACABAMENTOS					R\$ 15.432,14	
1.16.1	MERCADO	out/25	96888	Rodapé em porcelanato	m	117,00	R\$ 63,86	R\$ 79,83	R\$ 9.339,53	
1.16.2	MERCADO	out/25	96889	Soleira granito	m	38,34	R\$ 119,54	R\$ 149,43	R\$ 5.728,95	
1.16.3	MERCADO	out/25	101965	Pelotril	m	1,60	R\$ 181,83	R\$ 227,29	R\$ 363,66	
1.17				INSTALAÇÕES					R\$ 37.496,35	
1.17.1				INSTALAÇÕES ELÉTRICAS					R\$ 16.302,56	
1.17.1.1				Tubulações e caixas em alvenarias						
1.17.1.1.1	MERCADO	out/25	91941	Caixa de passagem de embutir elétrica 4x2"	und	50,00	R\$ 12,36	R\$ 15,45	R\$ 772,50	
1.17.1.1.4	MERCADO	out/25	91834	Eletroduto flexível 25mm	m	100,00	R\$ 18,19	R\$ 22,74	R\$ 2.273,75	
1.17.1.1.5	MERCADO	out/25	93008	Eletroduto rígido 50mm	m	50,00	R\$ 17,89	R\$ 22,36	R\$ 1.118,13	
1.17.1.1.6	MERCADO	out/25	91871	Eletroduto rígido 25mm	m	50,00	R\$ 13,69	R\$ 17,11	R\$ 855,63	
1.17.1.2				Enfiteco						
1.17.1.2.2	MERCADO	out/25	91927	Isol. HEPR - ench. EVA - 0,6/1KV (Pirell Afumex) 2,5mm²	m	250,00	R\$ 4,55	R\$ 5,69	R\$ 1.421,88	
1.17.1.2.3	MERCADO	out/25	91929	Isol. HEPR - ench. EVA - 0,6/1KV (Pirell Afumex) 4,0mm²	m	150,00	R\$ 6,71	R\$ 8,39	R\$ 1.258,13	
1.17.1.2.4	MERCADO	out/25	91930	Isol. HEPR - ench. EVA - 0,6/1KV (Pirell Afumex) 6,0mm²	m	50,00	R\$ 8,78	R\$ 10,98	R\$ 548,75	
1.17.1.3				Quadros de distribuição						
1.17.1.3.1	MERCADO	out/25	101881	Quadro de distribuição para 36 disjuntores	und	1,00	R\$ 870,13	R\$ 1.087,66	R\$ 1.087,66	
1.17.1.4				Tomadas, interruptores e disjuntores						
1.17.1.4.1	MERCADO	out/25	91953	Interruptor simples 1 tecla	und	5,00	R\$ 29,95	R\$ 37,44	R\$ 187,19	
1.17.1.4.2	MERCADO	out/25	91959	Interruptor simples 2 teclas	und	2,00	R\$ 45,78	R\$ 57,23	R\$ 114,45	
1.17.1.4.5	MERCADO	out/25	91991	Tomada simples 20 A	und	3,00	R\$ 35,60	R\$ 44,50	R\$ 133,50	
1.17.1.4.6	MERCADO	out/25	91996	Tomada simples 10 A	und	2,00	R\$ 34,73	R\$ 43,41	R\$ 86,83	
1.17.1.4.8	MERCADO	out/25	92005	Tomada dupla 20a	und	10,00	R\$ 60,95	R\$ 76,19	R\$ 761,88	
1.17.1.4.9	MERCADO	out/25	92004	Tomada dupla 10a	und	5,00	R\$ 56,19	R\$ 70,24	R\$ 351,19	
1.17.1.4.13	MERCADO	out/25	93673	Disjuntor tripolar 50A	und	1,00	R\$ 97,49	R\$ 109,36	R\$ 109,36	
1.17.1.4.14	MERCADO	out/25	93653	Disjuntor unipolar 10A	und	5,00	R\$ 10,34	R\$ 12,93	R\$ 64,63	
1.17.1.4.15	MERCADO	out/25	93656	Disjuntor monopolar 25 A	und	2,00	R\$ 12,18	R\$ 15,23	R\$ 30,45	
1.17.1.4.16	MERCADO	out/25	93655	Disjuntor monopolar 20 A	und	1,00	R\$ 12,18	R\$ 15,23	R\$ 15,23	
1.17.1.5				Quadro de entrada de energia						
1.17.1.5.1	MERCADO	out/25	101512	Caixa de medição	und	1,00	R\$ 2.279,07	R\$ 2.848,84	R\$ 2.848,84	
1.17.1.6				Acessórios						
1.17.1.6.1	MERCADO	out/25	91911	Curva 90° PVC longa rosca 2"	und	50,00	R\$ 17,59	R\$ 21,99	R\$ 1.099,38	
1.17.1.6.2	MERCADO	out/25	93014	Luva PVC rosca 2"	und	40,00	R\$ 20,70	R\$ 25,88	R\$ 1.035,00	
1.17.1.6.3	MERCADO	out/25	39997	Porca sextavada galvan. 1/4"	und	80,00	R\$ 0,32	R\$ 0,40	R\$ 32,00	
1.17.1.6.4	MERCADO	out/25	11267	Armuta lisa galvan. 3/8" e 1/4"	und	50,00	R\$ 1,54	R\$ 1,93	R\$ 96,25	
1.17.2				INSTALAÇÕES HIDRAULICAS</						

**ORÇAMENTO ANALÍTICO - CASA DE ALVENARIA TRADICIONAL
(PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)**

Responsável pelo orçamento:	NELSON ANTONIO SANTOS DIAS	PREÇOS REFERÊNCIAS:	MERCADO LOCAL
Endereço da obra (rua, número, bairro):	PALMAS/TO	Coordenadas geodésicas da obra:	
Descrição sucinta da obra:	Construção de uma residência com alvenaria convencional		
Regime de contratação da obra:	indireta	Opção encargos sociais:	desonerada
			BDI: 25,00%
VALOR TOTAL DA OBRA:			R\$ 552.856,69

ITEM	BASE REFERÊNCIA	DATA BASE	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	und	QUANT	PREÇO unit (S/ BDI)	PREÇO unit (C/ BDI)	PREÇO TOTAL	OBS.:
1.18.6	MERCADO	out/25	95546	Kit de Acessorios	und	2,00	R\$ 233,29	R\$ 291,61	R\$ 583,23	
1.19				OUTROS SERVIÇOS					R\$ 4.038,13	
1.19.1	MERCADO	out/25	C1628	Limpeza final	m²	250,00	R\$ 12,92	R\$ 16,15	R\$ 4.038,13	
1.20									TOTAL GERAL	R\$ 552.856,69
									Custo/m² [R\$]	3.697,79

Imperatriz-MA, 27 de novembro de 2025

AE Engº Responsável Técnico
Nome: NELSON ANTONIO SANTOS DIAS

ORÇAMENTO ANALÍTICO - CASA DE ADOBE

Responsável pelo orçamento:		NELSON ANTONIO SANTOS DIAS			PREÇOS REFERÊNCIAS:		MERCADO LOCAL			
Endereço da obra:		PALMAS/TO			Coordenadas geodésicas:					
Descrição sucinta da obra:		Construção de uma residência em Terra Crua (Adobe)			Opção encargos sociais:		desonerada		BDI:	25,00%
Regime de contratação da obra:		índireta			VALOR TOTAL DA OBRA:		R\$ 313.423,34			
ITEM	BASE REFERENCIAL	DATA BASE	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	und	QUANT	PREÇO unit (S/ BDI)	PREÇO unit (C/ BDI)	PREÇO TOTAL	OBS.:
1				OBRA RESIDENCIAL					R\$ 313.423,34	
1.1				SERVÍCIOS PRELIMINARES					R\$ 9.236,19	
1.1.1	MERCADO	out/25	COMP_01	Serviços técnicos (projéto, especificações, orçamento, cronograma)	vb	1,00	R\$ 4.000,00	R\$ 5.000,00	R\$ 9.236,19	
1.1.2	MERCADO	out/25	COMP_02	Despesas iniciais (cópias, licenças, taxas e impostos)	vb	1,00	R\$ 1.862,82	R\$ 2.328,53	R\$ 2.328,53	
1.1.3	MERCADO	out/25	COMP_03	Instalações provisórias (barracão, água, luz)	vb	1,00	R\$ 1.236,13	R\$ 1.532,66	R\$ 1.532,66	
1.1.4	MERCADO	out/25	4813	Placa da obra	m²	1,20	R\$ 250,00	R\$ 312,50	R\$ 375,00	
1.2				ADMINISTRAÇÃO LOCAL DA OBRA					R\$ 16.500,00	
1.2.1	MERCADO	out/25	90777	Engenheiros	horas	220,00	R\$ 60,00	R\$ 75,00	R\$ 16.500,00	
1.3				MOVIMENTAÇÃO DE TERRA					R\$ 7.956,00	
1.3.1	MERCADO	out/25	101114	Escavação manual de vala para viga baldrame	m³	65,00	R\$ 97,92	R\$ 122,40	R\$ 7.956,00	
1.4				INFRAESTRUTURA					R\$ 36.130,82	
1.4.1	MERCADO	out/25	98524	Limpeza do terreno	m²	250,00	R\$ 4,38	R\$ 5,48	R\$ 1.368,75	
1.4.2	MERCADO	out/25	94319	Atérrio e apilamento	m³	82,79	R\$ 78,30	R\$ 95,38	R\$ 9.689,00	
1.4.3	MERCADO	out/25	99059	Locação da obra	m	117,00	R\$ 35,00	R\$ 43,75	R\$ 5.118,75	
1.4.4				Fundações superficiais						
1.4.4.1	MERCADO	out/25	94965	Concreto armado (sapata e viga baldrame)	m³	15,00	R\$ 498,99	R\$ 623,74	R\$ 9.356,06	
1.4.4.2	MERCADO	out/25	92286	Fôrma para concreto	m²	20,00	R\$ 181,40	R\$ 226,75	R\$ 4.535,00	
1.4.4.3	MERCADO	out/25	92759	Armação aço CA 50 de 5,0 mm	kg	91,80	R\$ 13,44	R\$ 16,80	R\$ 1.542,24	
1.4.4.4	MERCADO	out/25	96545	Armação aço CA 50 de 8,00 mm	kg	250,00	R\$ 15,33	R\$ 19,16	R\$ 4.790,63	
1.4.4.5	MERCADO	out/25	96546	Armação aço CA 50 de 10,0 mm	kg	160,00	R\$ 13,43	R\$ 16,79	R\$ 2.686,00	
1.4.4.6	MERCADO	out/25	98557	Impermeabilização das fundações	m²	16,00	R\$ 37,22	R\$ 46,53	R\$ 744,40	
1.5				SUPERESTRUTURA					R\$ 35.285,16	
1.6				COBERTURA					R\$ 3.000,00	
1.6.1				Estrutura para telhado					R\$ 24.373,46	
1.6.1.1	MERCADO	out/25	92542	Estrutura de madeira	m²	184,84	R\$ 105,49	R\$ 131,86	R\$ 24.373,46	
1.6.2				Telhas					R\$ 10.891,70	
1.6.2.1	MERCADO	out/25	94446	Telha cerâmica	m²	184,84	R\$ 47,14	R\$ 58,93	R\$ 10.891,70	
1.7				PAREDES E DIVISÓRIAS					R\$ 11.005,93	
1.7.1	MERCADO	out/25	103356	Terra crua	m²	299,02	R\$ 20,00	R\$ 25,00	R\$ 7.475,50	
1.7.2				Vergas e contravergas de concreto						
1.7.3	MERCADO	out/25	93187	Vergas das portas	m	25,47	R\$ 74,58	R\$ 93,23	R\$ 2.374,44	
1.7.4	MERCADO	out/25	93187	Vergas e contravergas das janelas	m	12,40	R\$ 74,58	R\$ 93,23	R\$ 1.155,89	
1.8				FORRO					R\$ 14.205,32	
1.8.1	MERCADO	out/25	96486	PVC amadeirado	m²	149,51	R\$ 76,01	R\$ 95,01	R\$ 14.205,32	
1.9				IMPERMEABILIZAÇÃO					R\$ 132,53	
1.9.1	MERCADO	out/25	98558	Pisos áreas molhadas (banheiros)	m²	10,04	R\$ 10,56	R\$ 13,20	R\$ 132,53	
1.10				VIDROS					R\$ 10.219,87	
1.10.1	MERCADO	out/25	99841	Box de vidro	m²	7,52	R\$ 1.087,22	R\$ 1.359,03	R\$ 10.219,87	
1.11				ESQUADRIAS					R\$ 61.623,03	
1.11.1	MERCADO	out/25	5028	P 01	m²	8,00	R\$ 706,18	R\$ 882,73	R\$ 7.061,80	
1.11.2	MERCADO	out/25	5028	P 02	m²	7,92	R\$ 706,18	R\$ 882,73	R\$ 6.991,18	
1.11.3	MERCADO	out/25	5028	P 03	m²	5,25	R\$ 706,18	R\$ 882,73	R\$ 4.634,31	
1.11.4	MERCADO	out/25	5028	P 04	m²	18,00	R\$ 706,18	R\$ 882,73	R\$ 15.889,05	
1.11.5	MERCADO	out/25	5028	P 05	m²	12,00	R\$ 706,18	R\$ 882,73	R\$ 10.592,70	
1.11.6	MERCADO	out/25	5028	P 06	m²	18,00	R\$ 706,18	R\$ 882,73	R\$ 15.889,05	
1.11.17	MERCADO	out/25	3428	J 01	m²	0,64	R\$ 706,18	R\$ 882,73	R\$ 564,94	
1.12				PINTURA					R\$ 0,00	
1.12.1	MERCADO	out/25	88494	Emassamento	m²	-00	R\$ 19,73	R\$ 24,66	R\$ 0,00	
1.12.2	MERCADO	out/25	95625	Pintura interna	m²	-00	R\$ 27,61	R\$ 34,51	R\$ 0,00	
1.12.3	MERCADO	out/25	88429	Pintura externa	m²	-00	R\$ 29,85	R\$ 37,31	R\$ 0,00	
1.13				REVESTIMENTOS INTERNOS					R\$ 35.085,13	
1.13.1	MERCADO	out/25	87892	Chapisco	m²	550,00	R\$ 13,30	R\$ 16,63	R\$ 9.143,75	
1.13.2	MERCADO	out/25	87528	Emboço	m²	180,00	R\$ 40,54	R\$ 50,68	R\$ 9.121,50	
1.13.3	MERCADO	out/25	C2110	Reboco	m²	-00	R\$ 41,65	R\$ 52,06	R\$ 0,00	
1.13.6	MERCADO	out/25	mercado	Porcelanato 0,60x0,60m	m²	149,51	R\$ 90,00	R\$ 112,50	R\$ 16.819,88	
1.14				REVESTIMENTOS EXTERNOS					R\$ 13.736,53	
1.14.1	MERCADO	out/25	87892	Chapisco	m²	200,00	R\$ 13,30	R\$ 16,63	R\$ 3.325,00	
1.13.6	MERCADO	out/25	C2110	Reboco	m²	200,00	R\$ 41,65	R\$ 52,06	R\$ 10.411,53	
1.15				PISOS					R\$ 14.951,00	
1.15.1	MERCADO	out/25	101747	Contrapiso	m²	149,51	80,00	R\$ 100,00	R\$ 14.951,00	
1.16				ACABAMENTOS					R\$ 15.432,14	
1.16.1	MERCADO	out/25	98688	Rodapé em porcelanato	m	117,00	R\$ 63,86	R\$ 79,83	R\$ 9.339,53	
1.16.2	MERCADO	out/25	98689	Soleira granito	m	39,34	R\$ 119,54	R\$ 149,43	R\$ 5.728,95	
1.16.3	MERCADO	out/25	101965	Peitoris	m	1,60	R\$ 181,83	R\$ 227,29	R\$ 363,66	
1.17				INSTALAÇÕES					R\$ 22.481,53	
1.17.1				INSTALAÇÕES ELÉTRICAS					R\$ 16.302,56	
1.17.1.1				Instalações e caixas nas alvenarias						
1.17.1.1.1	MERCADO	out/25	91941	Caixa de passagem de embutir elétrica 4x2"	und	50,00	R\$ 12,36	R\$ 15,45	R\$ 772,50	
1.17.1.1.4	MERCADO	out/25	91834	Eletroduto flexível 25mm	m	100,00	R\$ 18,19	R\$ 22,74	R\$ 2.273,75	
1.17.1.1.5	MERCADO	out/25	93008	Eletroduto rígido 50mm	m	50,00	R\$ 17,89	R\$ 22,36	R\$ 1.118,13	
1.17.1.1.6	MERCADO	out/25	91871	Eletroduto rígido 25mm	m	50,00	R\$ 13,69	R\$ 17,11	R\$ 855,63	
1.17.1.2				Enlaxo						
1.17.1.2.2	MERCADO	out/25	91927	Isol. HEPR - ench. EVA - 0,6/1KV (Pirell Afumex) 2,5mm²	m	250,00	R\$ 4,55	R\$ 5,69	R\$ 1.421,88	
1.17.1.2.3	MERCADO	out/25	91929	Isol. HEPR - ench. EVA - 0,6/1KV (Pirell Afumex) 4,0mm²	m	150,00	R\$ 6,71	R\$ 8,39	R\$ 1.258,13	
1.17.1.2.4	MERCADO	out/25	91930	Isol. HEPR - ench. EVA - 0,6/1KV (Pirell Afumex) 6,0mm²	m	50,00	R\$ 8,78	R\$ 10,98	R\$ 548,75	
1.17.1.3				Quadros de distribuição						
1.17.1.3.1	MERCADO	out/25	101881	Quadro de distribuição para 36 disjuntores	und	1,00	R\$ 870,13	R\$ 1.087,66	R\$ 1.087,66	
1.17.1.4				Tomadas, interruptores e disjuntores						
1.17.1.4.1	MERCADO	out/25	91953	Interruptor simples 1 tecla	und	5,00	R\$ 29,95	R\$ 37,44	R\$ 187,19	
1.17.1.4.2	MERCADO	out/25	91959	Interruptor simples 2 teclas	und	2,00	R\$ 45,78	R\$ 57,23	R\$ 114,45	
1.17.1.4.5	MERCADO	out/25	91991	Tomada simples 20 A	und	3,00	R\$ 35,60	R\$ 44,50	R\$ 133,50	
1.17.1.4.6	MERCADO	out/25	91996	Tomada simples 10 A	und	2,00	R\$ 34,73	R\$ 43,41	R\$ 86,83	
1.17.1.4.8	MERCADO	out/25	92005	Tomada dupla 20a	und	10,00	R\$ 60,95	R\$ 76,19	R\$ 761,88	
1.17.1.4.9	MERCADO	out/25	92004	Tomada dupla 10a	und	5,00	R\$ 56,19	R\$ 70,24	R\$ 351,19	
1.17.1.4.13	MERCADO	out/25	93673	Disjuntor tripolar 50A	und	1,00	R\$ 87,49	R\$ 109,36	R\$ 109,36	
1.17.1.4.14	MERCADO	out/25	93653	Disjuntor unipolar 10A	und	5,00	R\$ 10,34	R\$ 12,93	R\$ 64,63	
1.17.1.4.15	MERCADO	out/25	93656	Disjuntor monopolar 25 A	und	2,00	R\$ 12,18	R\$ 15,23	R\$ 30,45	
1.17.1.4.16	MERCADO	out/25	93655	Disjuntor monopolar 20 A	und	1,00	R\$ 12,18	R\$ 15,23	R\$ 15,23	
1.17.1.5				Quadro de entrada de energia						
1.17.1.5.1	MERCADO	out/25	101512	Caixa de medição	und	1,00	R\$ 2.279,07	R\$ 2.848,84	R\$ 2.848,84	
1.17.1.6				Acessórios						
1.17.1.6.1	MERCADO	out/25	91911	Curva 90° PVC longa rosca 2"	und	50,00	R\$ 17,59	R\$ 21,99	R\$ 1.099,38	
1.17.1.6.2	MERCADO	out/25	93014	Luva PVC rosca 2"	und	40,00	R\$ 20,70	R\$ 25,88	R\$ 1.035,00	
1.17.1.6.3	MERCADO	out/25	39997	Porca sextavada galvan. 1/4"	und	80,00	R\$ 0,32	R\$ 0,40	R\$ 32,00	
1.17.1.6.4	MERCADO	out/25	11267	Arruela lisa galvan. 3/8" e 1/4"	und	50,00	R\$ 1,54	R\$ 1,93	R\$ 96,25	
1.17.2				INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS					R\$ 3.951,88	
1.17.2.1				Cavalete e hidrômetro						
1.17.2.1.1	MERCADO	out/25	95673	Hidrômetro	und	1,00	R\$ 113,16	R\$ 141,45	R\$ 141,45	
1.17.2.1.2	MERCADO	out/25	95689	Kit cavalete para medição de água	und	1,00	R\$ 374,46	R\$ 468,08	R\$ 468,08	
1.17.2.2				Tubulação de água fria						
1.17.2.2.1	MERCADO	out/25	89401	Tubo PVC soldável 20 mm	m	10,00	R\$ 10,12	R\$ 12,65	R\$ 126,50	
1.17.2.2.2	MERCADO	out/25	89402	Tubo PVC soldável 25mm	m	50,00	R\$ 11,64	R\$ 14,5		

ORÇAMENTO ANALÍTICO - CASA DE ADOBE

Responsável pelo orçamento:	NELSON ANTONIO SANTOS DIAS		PREÇOS REFERÊNCIAS:	MERCADO LOCAL
Endereço da obra:	PALMAS/TO		Coordenadas geodésicas:	
Descrição sucinta da obra:	Construção de uma residência em Terra Crua (Adobe)			
Regime de contratação da obra:	indireta	Opção encargos sociais:	desonerada	BDI: 25,00%
VALOR TOTAL DA OBRA:				R\$ 313.423,34

ITEM	BASE REFERÊNCIA	DATA BASE	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	und	QUANT	PREÇO unit (S/ BDI)	PREÇO unit (C/ BDI)	PREÇO TOTAL	OBS.:
------	-----------------	-----------	--------	---------------	-----	-------	---------------------	---------------------	-------------	-------