

RENAN ELIAS MENDES DE OLIVEIRA

**Elaboração e compatibilização de projetos de uma residência unifamiliar –
estudo de caso**

Renan Elias Mendes de Oliveira

**Elaboração e compatibilização de projetos de uma residência unifamiliar –
estudo de caso**

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Civil.

Orientador: João Ubiratan de Lima e Silva

O48e	Oliveira, Renan Elias Mendes de Elaboração e compatibilização de projetos de uma residência unifamiliar-estudo de caso / Renan Elias Mendes de Oliveira – Guaratinguetá, 2018. 116 f. : il. Bibliografia : f. 114-116 Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2018. Orientador: Prof. Dr. João Ubiratan de Lima e Silva 1. Habitações - Construções. 2. Projeto arquitetônico. 3. Projeto estrutural. I. Título. CDU 728.224
------	--

Luciana Máximo

Bibliotecária CRB-8/3595

RENAN ELIAS MENDES DE OLIVEIRA

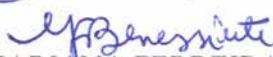
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"RENAN ELIAS MENDES DE OLIVEIRA EM ENGENHARIA CIVIL"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL


Prof.ª Dra. MÁRCIA REGINA DE FREITAS
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. JOÃO UBIRATAN DE LIMA E SILVA
Orientador/UNESP-FEG


Prof.ª Dra. MARIANA FERREIRA BENESSIUTI MOTTA
UNESP-FEG


Prof.ª Dra. DENYSE MEIRELLES NOCITI
Membro Externo

Dezembro de 2018

DADOS CURRICULARES

RENAN ELIAS MENDES DE OLIVEIRA

NASCIMENTO	18.04.1995 – Poço Fundo / MG
FILIAÇÃO	Fernando Elias de Oliveira Gilza Mara Mendes de Oliveira
2013/2018	Curso de Graduação Engenharia Civil - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus de Guaratinguetá

Dedico este trabalho aos meus pais, *Fernando e Gilza*, e às minhas irmãs *Laiza e Marília*, que sempre se esforçaram para oferecer uma educação de qualidade e me incentivaram nos momentos de dificuldade.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, pois sem ele, não seria possível chegar onde cheguei, que sempre me forneceu proteção e me abençoa todos os dias.

Agradeço também meus pais, *Fernando e Gilza*, que não mediram esforços para me ajudar a chegar ao final da graduação, que viveram e ainda vivem com a missão de proporcionar qualidade de vida aos seus filhos para em segundo plano pensar em si mesmos.

Agradeço às minhas irmãs *Laiza e Marília*, as quais sempre me proporcionaram momentos de carinho e alegria, não escondendo a torcida pela minha felicidade.

Agradeço a minha namorada *Fernanda*, que sempre me motivou a estudar para me tornar um ótimo profissional e que tanto ora pelo meu sucesso.

Agradeço ao meu orientador, *Prof. Dr. João Ubiratan* que jamais deixou de me auxiliar quando precisei. Sem a sua orientação, o estudo aqui apresentado seria impossível.

Agradeço à minha madrinha *Jasmir*, que sempre demonstrou pureza para com tudo, e que se não fosse pelas suas fortes orações, eu não teria sido abençoado durante os estudos da minha etapa universitária.

Agradeço aos moradores e ex-moradores da *República 333*, em especial meus amigos *João Pedro, Leonardo, Lucas, Matheus, Paulo, Rodrigo, Thiago e Vinícius* com os quais morei por quase todo tempo de minha graduação e me proporcionaram momentos de alegria e amizade os quais vou guardar para sempre.

Agradeço aos meus colegas de classe, em especial meus amigos *Danilo, Gustavo, Lucas, Walker e Caroline*, que estiveram juntos nos momentos de estudos e descontrações.

Agradeço aos meus tutores de estágio *Lilian, Fábio e Esdras*, que contribuíram de forma imensurável para o meu aprendizado acadêmico e com os quais guardarei a amizade.

Agradeço a *Ordem DeMolay*, que me deu ensinamentos de virtudes e espírito de liderança, em especial meus amigos *Daniel e Rubens*, que sempre me deram forças.

Agradeço às funcionárias da Biblioteca do Campus de Guaratinguetá pela dedicação, presteza e principalmente pela vontade de ajudar,

Agradeço aos funcionários da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá pela dedicação e alegria no atendimento.

Agradeço a todos os meus amigos de Minas Gerais, que apesar da distância, sempre deram apoio e se mantiveram próximos.

Agradeço a todos aqueles que aqui não foram mencionados, mas que de alguma forma foram importantes durante esse período.

“Trabalhe duro e em silêncio. Deixe que seu sucesso faça o barulho.”

Dale Carnegie

RESUMO

No cenário atual brasileiro, poucas pessoas buscam primordialmente um profissional para iniciar a elaboração de projetos residenciais com o intuito de economizar e se deparam com muitos empecilhos durante sua execução, o que a torna mais cara. Quando o projeto é contratado, muitas vezes só é feito o arquitetônico, os quais maior parte das vezes passam por problemas antes ou durante a obra, pois não houve um estudo prévio das demais ferramentas e quando todos são contratados, são feitos por profissionais diferentes, ocasionando uma falta de integração entre elementos da obra e consequentemente erros de projeto. Para atender o nível de expectativa dos contratantes, viu-se necessário realizar estudos e familiarização dos projetos que se integram para a síntese do mesmo produto, a residência. Por isso, este trabalho tem o objetivo de se realizar os projetos completos e detalhados de uma residência unifamiliar, os quais serão elaborados por um único profissional que estará familiarizado com todos os elementos de projeto, para que seja feita sua compatibilização e se possa apresentar o menor número de incompatibilidades possíveis. O intuito deste trabalho também é mostrar como esses projetos podem ser lidos e visualizados de forma que fique cada vez mais claro o modelo real dos elementos da obra, seja em sua estética, até sua funcionalidade. Todos os projetos foram feitos conforme as normas e apresentados seus detalhamentos. No modelo tridimensional foram encontradas poucas incompatibilidades pelo fato de ser feito apenas por uma pessoa, esta já familiarizada com o trabalho, essas foram ajustadas para que a obra seja feita com boa qualidade. Por fim o proprietário demonstrou grande satisfação com os elementos arquitetônicos e as funcionalidades dos projetos complementares, o que é importante para o profissional crescer no mercado de trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: Residência unifamiliar. Projeto arquitetônico. Projeto estrutural. Projeto hidrossanitário. Projeto elétrico. Compatibilização de projetos.

ABSTRACT

In the current Brazilian state, few people are primarily looking for a professional to start developing residential projects in order to save money and face many obstacles during their execution, which makes it more expensive. When the project is hired, it is often only architectonic, which most often go through problems before or during the work because there were no previous studies of the other tools and when all are hired, are made by different professionals, causing a lack of integration between elements of the construction and consequently errors of project. In order to meet the level of expectation of the contractors, it was necessary to carry out studies and familiarization of the integrated projects for the synthesis of the same product, the residence. Therefore, this work has the objective of making the complete and detailed projects of a single family dwelling, which will be elaborated by a single professional who will be familiar with all the elements of the project, so that their compatibility is made and the least amount of incompatibilities. The purpose of this term paper is also to show how these projects can be read and visualized in a way that the real model of the elements of the work becomes clearer, whether in its aesthetics or its functionality. All the projects were made according to the norms and presented their details. In the three-dimensional model, there were few incompatibilities due to the fact that it was done only by one person, who was already familiar with the work, these were adjusted so that the work was done with good quality. Finally, the owner showed great satisfaction with the architectural elements and the functionalities of the complementary projects, which is important for the professional to grow in the labor market.

KEYWORDS: Single Family Residence. Architectural project. Structural project. Hydrossanitary project. Electrical project. Compatibility of projects.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Percentual dos que utilizaram serviços de arquiteto ou engenheiro.	15
Figura 2 – Principais problemas enfrentados pela indústria da construção no 3º trimestre de 2012 (%)	19
Figura 3 – Influência do custo de uma obra ao longo de suas fases.....	22
Figura 4 – Origem de patologias e mau funcionamento das edificações	24
Figura 5 – Como é a vista da planta baixa.....	26
Figura 6 – As etapas do projeto arquitetônico	26
Figura 7 – Inclinação das tubulações.....	33
Figura 8 – Elementos sifonados.....	33
Figura 9 – Inclinação do tubo de ventilação.....	34
Figura 10 – Tipos de interruptores	39
Figura 11 – Capacidade de Corrente de Condutores	42
Figura 12 – Classificação da pesquisa.....	49
Figura 13 – Fluxograma de atividades	49
Figura 14 – Cronograma de atividades proposto.....	50
Figura 15 – Cronograma realizado	50
Figura 16 – Localização do Loteamento	52
Figura 17 – Localização do Lote	53
Figura 18 – Referências de Fachada.....	55
Figura 19 – Terreno em estudo.....	55
Figura 20 – Topografia do Terreno	56
Figura 21 – Estudo Preliminar 01 sem escala	57
Figura 22 – Estudo Preliminar 02 sem escala	58
Figura 23 – Estudo Preliminar 03 sem escala	59
Figura 24 - Volumetria da Residência.....	61
Figura 25 – Fachada	63
Figura 26 – Distribuição das cargas verticais.....	67
Figura 27 – Distribuição das cargas verticais.....	68
Figura 28 – Distribuição do custo por origem.....	70
Figura 29 – Distribuição do custo por elemento.....	71
Figura 30 – Representação em 3D da malha hidrossanitária.....	90
Figura 31 – Representação em 3D dos condutos da rede elétrica	100
Figura 32 – Pilares aparentes na edificação.....	104

Figura 33 – Vigas total ou parcialmente aparentes na edificação	105
Figura 34 – Visão geral dos elementos estruturais com a malha hidrossanitária	106
Figura 35 – Desvio da tubulação de alimentação	106
Figura 36 – Contorno da tubulação de água quente no pilar	107
Figura 37 – Desvio da tubulação de esgoto	107
Figura 38 – Compatibilização da rede de esgoto com o pilar	107
Figura 39 – Descida de água pluvial ao lado do pilar	108
Figura 40 – Pontos energizados ao lado do pilar	110
Figura 41 – Tomadas baixas compatibilizadas	110
Figura 42 – Conduítes cruzando com tubulação hidráulica	111
Figura 43 – Pontos de luz na laje	111

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fases do projeto	22
Quadro 2 – Vazão em L/min em função do diâmetro e declividade	35
Quadro 3 – Capacidade dos condutores horizontais (vazões em L/min)	35
Quadro 4 – Programa de Necessidades	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição das cargas verticais	67
Tabela 2 – Relação de carga por área	68
Tabela 3 – Força devido ao vento.....	68
Tabela 4 – Estabilidade Global.....	69
Tabela 5– Processo P-Delta – Deslocamento no topo da edificação.....	69
Tabela 6– Índice do consumo de materiais	69
Tabela 7 – Resumo de custos por material	70
Tabela 8 – Resumo de custos	70
Tabela 9 – Dimensionamento dos elementos	71
Tabela 10– Consumo de Água Fria	90
Tabela 11 – Consumo de Água Quente	91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	<i>Associação Brasileira de Normas Técnicas</i>
NBR	<i>Norma Brasileira</i>
PVC	<i>Policloreto de Vinila</i>
CREA	<i>Conselho Regional de Engenharia e Agronomia</i>
EPR	<i>Etileno Propileno</i>
XLPE	<i>Polietileno Reticulado</i>
2D	<i>Duas dimensões</i>
3D	<i>Três dimensões</i>
CAD	<i>Desenho Assistido por Computador</i>
AF	<i>Água Fria</i>
AQ	<i>Água Quente</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS.....	17
1.1.1	Objetivos Gerais	17
1.1.2	Objetivos Específicos.....	17
1.2	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	17
1.3	JUSTIFICATIVA	18
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	20
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
2.1	O PROJETO	21
2.1.1	Arquitetônico	25
2.1.2	Estrutural	28
2.1.3	Hidrossanitário	30
2.1.4	Elétrico.....	36
2.2	COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	44
3	MÉTODO DE PESQUISA	48
4	DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO.....	52
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO	52
4.2	PROJETO ARQUITETÔNICO	53
4.2.1	Programa de necessidades	53
4.2.2	Visita ao local	55
4.2.3	Estudo Preliminar	57
4.2.4	Anteprojeto	59
4.2.5	Projeto Legal.....	61
4.2.6	Projeto Executivo.....	63
4.3	ESTRUTURAL	67
4.4	HIDROSSANITÁRIO.....	90
4.5	ELÉTRICO.....	100
4.6	COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS	103
4.6.1	Arquitetônico x Estrutural	104
4.6.2	Arquitetônico e Estrutural x Hidrossanitário.....	105
4.6.3	Arquitetônico, Estrutural e Hidráulico x Elétrico.....	109
5	CONCLUSÃO FINAL	112
	REFERÊNCIAS	114

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que a construção civil é um dos setores que mais movimenta a economia do país, e no meio desse setor, a edificação de residências unifamiliares necessita de um alto investimento dentro da economia de muitas famílias que buscam ter a casa própria, que muitas vezes, sabem do alto valor que tem de ser desembolsado e resolvem economizar na contratação de projetos. Essa economia, posteriormente, se torna inútil devido aos imprevistos encontrados no momento da obra.

Segundo o CAU (2015), uma pesquisa encomendada para o Instituto Datafolha, mostra que mais de 80% dos brasileiros constroem sem arquiteto ou engenheiro. A distribuição dessa parcela da população que construiu pode ser evidenciada na Figura 1. Pode-se notar que na região de atuação, a contratação de profissionais chega a uma fração de apenas 16,40%.

Figura 1 – Percentual dos que utilizaram serviços de arquiteto ou engenheiro.

	TOTAL	Sudeste	Nordeste	Sul	Norte	Centro Oeste
Usaram arquiteto e urbanista OU engenheiro	14,60%	16,40%	7,10%	25,90%	10,00%	10,50%
Não usaram arquiteto e urbanista OU engenheiro	85,40%	83,60%	92,90%	74,10%	90,00%	89,50%

Fonte: CAU/BR (2015)

Ainda com base nessa pesquisa, acrescenta-se o fato das pessoas estarem construindo de forma ilegal, pois há a necessidade de um engenheiro dar a entrada, em meios formais, à prefeitura municipal em que será feita a obra, a qual emitirá o alvará de construção para iniciar a obra e o habite-se, que permite a ocupação de casa seja feita pelos moradores.

Segundo Yazigi (2014), projeto é a apresentação qualitativa e quantitativa dos atributos técnicos, econômicos e financeiros da obra ou empreendimento de engenharia e arquitetura, com base em dados, elementos, informações, estudos, especificações, discriminações técnicas, cálculos, desenhos gráficos, normas, projeções e disposições especiais. O projeto da obra de construção ou empreendimento de engenharia é a peça fundamental para sua execução.

Através do projeto, torna-se possível analisar com clareza como iniciar uma obra, fazer a contratação do número de profissionais para executá-la, definir os contornos do canteiro e

planejar, de forma racional, etapas de trabalho e compra de materiais a serem utilizados, incluindo matéria prima e equipamentos de segurança.

Segundo Callegari (2007) quando a atividade de projeto é pouco valorizada, os projetos são entregues à obra repletos de erros e de lacunas, levando a grandes perdas de eficiência nas atividades de execução, bem como ao prejuízo de determinadas características do produto que foram idealizadas antes de sua execução. Isso é comprovado pelo grande número de problemas patológicos dos edifícios atribuídos às falhas de projeto.

Para De Vries e Bruijn (1989) a compatibilização de projetos é inicialmente determinada pela competência das pessoas envolvidas. Estes autores acrescentam que um bom projeto somente é obtido com uma gestão adequada do seu processo de desenvolvimento multidisciplinar, ou seja, com uma correta coordenação das diferentes especialidades atuantes.

Em muitos casos o projeto isoladamente pode estar completo, porém, não é levado em consideração os elementos de outros projetos complementares, em que objetos de um interferem no conseguinte e acarreta em aparatos instantâneos que gera custos e inconformidades com o projeto.

A presença de vários profissionais dentro de um mesmo projeto é interessante em sua criação, porém perigoso devido à desinformação e a ausência da integração da equipe onde um profissional elabora seu produto separadamente sem formar um conjunto no desenvolvimento. Soma-se isso ao fato de um especialista desconhecer os atributos necessários responsáveis por outro, os quais são fontes de interferências.

O projeto de uma residência, quando desenvolvido inteiramente por apenas um profissional, possui uma melhor coesão pelo fato do engenheiro pensar de modo multidisciplinar, onde já é pré-definido elementos de projetos complementares enquanto se faz o anteprojeto. Dessa forma o número de retrabalhos tende a ser substancialmente pequeno em relação a um projeto que envolve vários integrantes.

Para Graziano (2003), compatibilizar projetos é verificar se os componentes dos sistemas ocupam espaços não conflitantes entre si e, além disso, garantir que os dados compartilhados tenham consciência e confiabilidade até o final do projeto garantindo que as ingerências sejam corrigidas previamente.

O uso de softwares vem sendo incessantemente feito para a realização de projetos com mais rapidez, em que auxiliam na realização de cálculos e na elaboração de desenhos técnicos. E dessa mesma forma, há softwares que podem ser utilizados para fazer a modelagem tridimensional dos elementos, facilitando a harmonização dos projetos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivos Gerais

Elaborar o projeto executivo completo de uma residência unifamiliar utilizando da integração multidisciplinar para que os elementos da obra não se perturbem a fim de evitar situações inesperadas e indesejadas durante a execução da obra.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Captar a realidade do mercado da construção na relação engenheiro e cliente;
- Elaborar o projeto arquitetônico
- Elaborar o projeto estrutural;
- Elaborar o projeto hidrossanitário;
- Elaborar o projeto elétrico;
- Compatibilização final para entrega do produto.

1.2 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Esse trabalho se delimita na elaboração de um projeto feito para uma família residente na cidade de Machado, MG. O suposto cliente foi escolhido segundo critérios de localidade, proximidade, indicação e que possuísse um terreno ao qual se fazia possuir o desejo de construir num futuro próximo, porém não de forma imediata, devido ao tempo necessário para sua elaboração. Também foi levado em consideração o fato do autor ainda não ter registro no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia pelo motivo de não possuir o diploma, ou seja, sem atribuição para assinar e dar entrada aos documentos na prefeitura municipal para emissão de alvará de construção e consequentemente dar-se início da obra. A localização e proximidade favoreceu a visita *in loco* e entrevistas semiestruturadas.

Para a síntese do projeto foram utilizados os softwares Microsoft Word, Excel, AutoCad, SketchUp, Eberick, QiHidrossanitário e QiElétrico.

1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo Ávila (2011) o meio em que se faz uma construção civil no país se modifica de acordo à competitividade do mercado. Pela procura de realizar empreendimentos de forma cada vez mais racional, o processo de produção da construção passa pela evolução do desenvolvimento do projeto, eliminando-se falhas, aperfeiçoando a construção, otimizando recursos e aumentando sua produtividade.

Para Figueiredo (2009) a indústria da construção apresenta baixa produtividade se comparada às indústrias de outros setores. Diversos fatores são responsáveis por esse problema, onde se destaca o uso de métodos ultrapassados, a baixa qualificação profissional e a falta de definição e padronização dos processos utilizados.

Essa baixa produtividade ocorre devido às dificuldades do proprietário da obra encontrar profissionais capacitados que entregue o produto com o mínimo de contato possível durante sua elaboração a fim de evitar devaneios e desassossegos para quem contrata. O indivíduo que vai construir quer evitar a visita em vários escritórios de engenharia para fazer apenas um produto, ter apenas um profissional responsável por todos os projetos é fundamental para a despreocupação daquele. Isto reforça a necessidade do engenheiro ter o conhecimento e a capacidade de elaborar todos os projetos necessários para a obra.

É possível visualizar na figura 2, as dificuldades encontradas para encontrar profissionais qualificados, entre eles um engenheiro civil que não cumpre o seu papel esperado. Acontece, demasiadamente, o proprietário, ao chegar à obra, se deparar com elementos os quais se desconhecia a necessidade de um projeto específico para realizar. Dessa forma acaba fazendo a execução sem o projeto requerido através de mão de obra desqualificada, ocasionando em mudanças tardias que atrasam o processo construtivo, compras de materiais excedentes e uma provável insatisfação com o produto final seguindo o fato de mesmo tendo contratado um profissional, não obteve sua residência com todos os elementos dentro da norma. Na prática, é visto muitos pedreiros garantindo qualidade na parte estrutural, encanadores se responsabilizando pelo funcionamento hidráulico e sanitário e eletricitas assumindo fazer uma instalação elétrica da melhor qualidade, todos esses sem os devidos projetos e consequentemente sem um responsável técnico legal vinculado ao CREA do estado onde a obra será executada.

Figura 2 – Principais problemas enfrentados pela indústria da construção no 3º trimestre de 2012 (%)

Principais problemas	Pequenas		Médias		Grandes	
	%	Posição	%	Posição	%	Posição
Elevada carga tributária	56,2	1	55,6	2	48,9	2
Falta de trabalhador qualificado	43,8	2	55,6	1	61,7	1
Alto custo da mão de obra	34,2	3	30,7	3	38,3	3
Falta de demanda	24,7	4	21,7	5	22,3	5
Competição acirrada de mercado	24,7	5	19,6	6	24,5	4
Taxas de juros elevadas	21,2	6	18,0	7	10,6	10
Inadimplência dos clientes	17,1	7	23,8	4	12,8	7
Falta de capital de giro	17,1	8	14,3	9	17,0	6
Licenciamento ambiental	14,4	9	13,2	10	12,8	7
Alto custo da matéria-prima	13,7	10	15,9	8	10,6	10
Condições climáticas	10,3	11	11,6	11	11,7	9
Falta de financiamento de longo prazo	7,5	12	6,9	12	4,3	14
Disponibilidade de terrenos	7,5	13	4,2	14	3,2	15
Outros	3,4	14	5,8	13	8,5	12
Falta de equipamentos de apoio	2,7	15	1,1	16	0,0	16
Falta de matéria-prima	2,1	16	3,7	15	7,4	13

Fonte: Adaptado da CNI (2013).

Em outras palavras, cada projeto, quando contratado, passou a ser realizado por um especialista isolado, sem haver troca de informações com demais profissionais que simultaneamente desenvolvem os outros projetos. Dessa forma, aparecem as incompatibilidades nesses, devido à falta de acesso aos complementares que envolvem a edificação. Com isso, é notória a importância da compatibilização entre os projetos arquitetônicos e os projetos complementares, com objetivo de evitar falhas na execução da obra.

Dessa maneira, foi crucial qualificar-se para poder elaborar todos os projetos, através de livros e outras ferramentas, aplicar na prática com a revisão de profissionais, para que se pudesse realizá-los já pensando em sua compatibilização de forma e evitar o maior número de mudanças, ou se possível zerar esse número. Em seguida faz-se uma exportação para um software 3D de todas as ferramentas utilizadas a fim de ter uma melhor visualização dos elementos, onde se pode observar que tubulações e eletrodutos não estejam passando por dentro dos pilares, pontos de luz não estejam postos nas vigas e que a inclinação de drenagem e esgoto sejam suficientes para passar na altura da alvenaria de embasamento.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho se divide em mais três capítulos. O segundo capítulo contém a fundamentação teórica envolvendo os conceitos e regras normativas para a elaboração de cada projeto. O Capítulo 3 apresenta o método de como foi feito cada um mostrando quais softwares foram utilizados e de que forma eles auxiliaram nos cálculos. Por fim, segue, no Capítulo 4, a proposta de desenvolvimento do projeto e os resultados esperados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O PROJETO

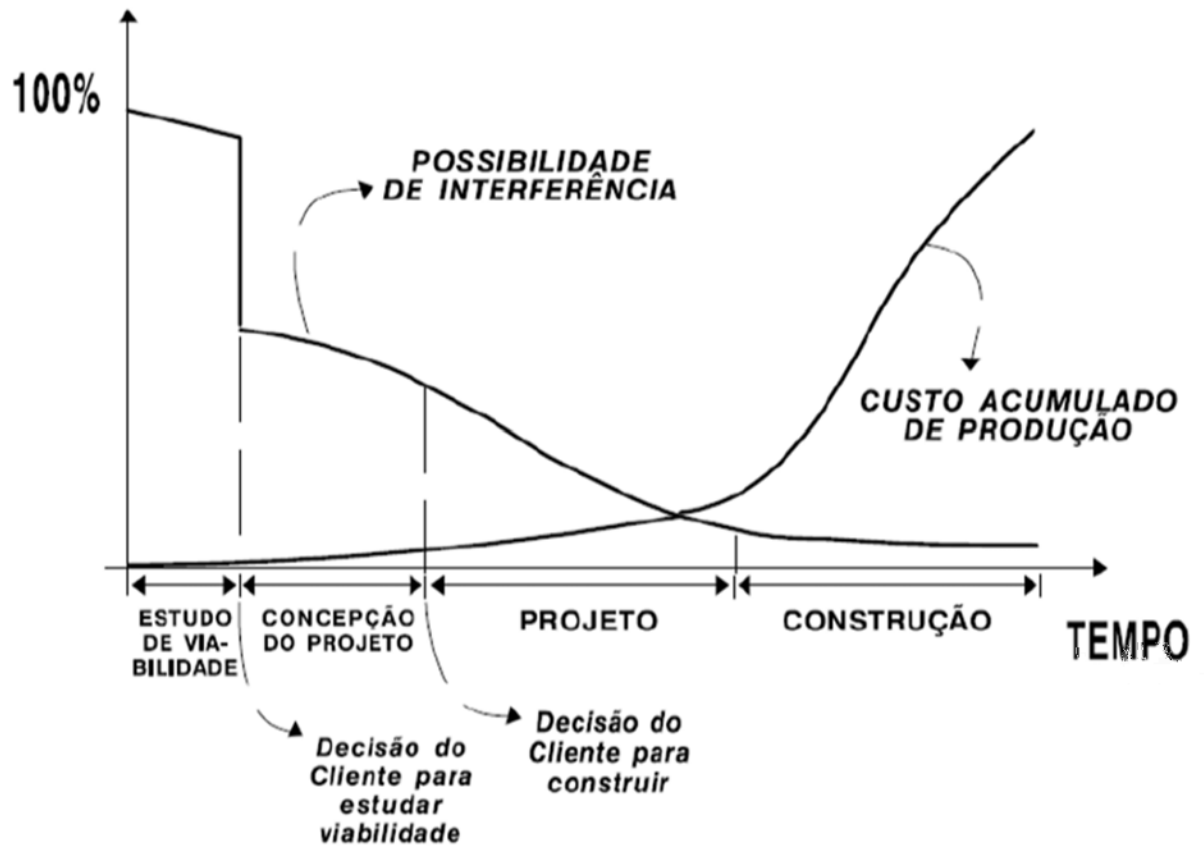
Segundo Rego (2000), suportes são utilizados para a criatividade e o pensamento do projetista nas fases de desenvolvimento do projeto arquitetônico, a fim de que possa registrar a evolução do desenvolvimento de sua ideia, manter contato e interagir com os indivíduos contratantes do produto. O suporte corriqueiramente usado neste contexto tem sido a representação gráfica que, como um instrumento mediador, alia-se aos processos cognitivos e criativos do arquiteto possibilitando ao mesmo a comunicação com sua imaginação e, também, com os projetos complementares.

Para Fabrício (2002) o processo de projeto envolve todas as formulações que tem o objetivo de dar base à criação e a produção de um empreendimento, partindo da formulação do programa de necessidades passando pelo projeto do produto e indo até o desenvolvimento da produção, faz-se também a elaboração do projeto *“as built”* ou ainda *“como construído”* que é a correção do projeto original de acordo com as mudanças que foram realizadas durante a execução da obra, para que o cliente tenha registrado, em projeto, o que foi executado na realidade. E por último deve ser feita a avaliação da satisfação dos usuários com o produto.

Um projeto tem a capacidade de influenciar de modo grosseiro nos custos totais de uma edificação. Ávila (2011) cita que “análises mais aprofundadas nas etapas iniciais do projeto tendem a gerar maior economia ao empreendimento”, pois os problemas futuros são vistos antes, com a intenção de evitar ou minimizar incompatibilidades, retrabalhos, falhas e desperdícios que seriam percebidos apenas durante a execução.

A relação do valor a ser gasto por uma mudança à medida que a obra avança é uma crescente, isso fica evidente na figura 3 que mostra essas influências dos custos do empreendimento ao longo de suas fases. Portanto, a boa estruturação do que vai ser apresentado é fundamental para que sejam evitados desperdícios além do que se pretendia gastar. Esses desperdícios da parte financeira poderiam ser aplicados na obra com revestimentos mais bonitos tornando a residência mais valorizada para uma futura venda, ou, se a obra for financiada, pode gerar problemas durante a liberação de verbas mensais e na fiscalização do cronograma físico financeiro. Por isso reforça-se que para a liberação da construção, o proprietário deve estar convicto de que decisões tomadas estão corretas e não haverá mudanças.

Figura 3 – Influência do custo de uma obra ao longo de suas fases



Fonte: Ávila (2011)

A projeção é a fase do planejamento, em que se simula a realidade do que vai ser construído, que serve de base para sua execução. Os desenhos são um método em que se torna possível ler em uma escala menor para transformá-lo num produto real em escala maior.

Podemos ilustrar as fases a serem seguidas de acordo com o Quadro 1 – , baseado na norma NBR 6492 (ABNT, 1994).

Quadro 1 – Fases do projeto

(continua)

<u>Fases do Projeto</u>	<u>Descrição da Etapa</u>
Levantamento de dados	Fase inicial de definições que compreende o objetivo da obra, o programa de necessidades do cliente, informações sobre o terreno e a consulta ao Código de Obras do Município e demais instrumentos específicos de informação que se façam necessários.

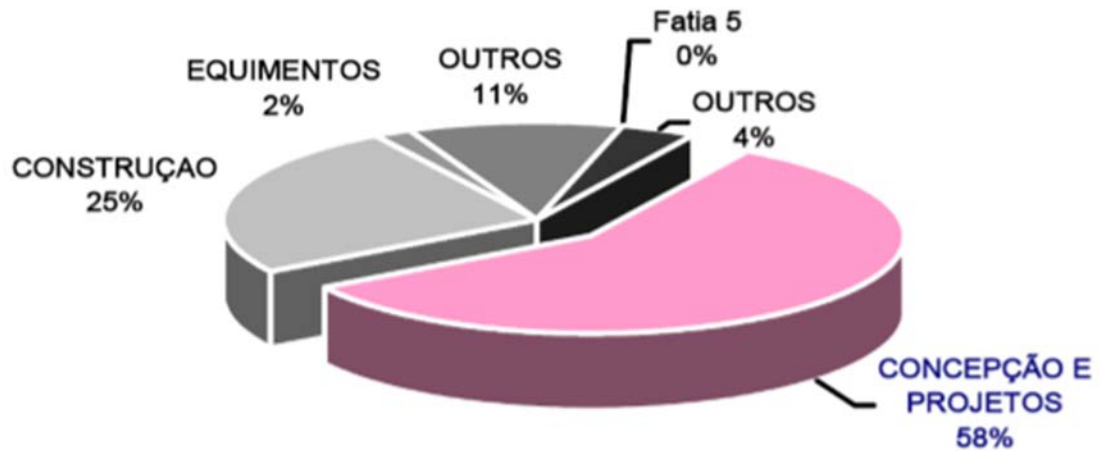
Quadro 1 – Fases do projeto

(conclusão)	
Estudo preliminar	Apresenta o partido arquitetônico adotado, a configuração da edificação e a respectiva implantação no terreno, incorporando as exigências definidas no programa de necessidades do cliente.
Anteprojeto	Nesta fase o desenho deve apresentar a solução adotada para o projeto, com as respectivas especificações técnicas. São considerados os aspectos de tecnologia construtiva, pré-dimensionamento estrutural e concepção básica das instalações, permitindo uma primeira avaliação de custo e prazo.
Projeto legal	Constitui no projeto arquitetônico proposto considerando todas as exigências contidas no programa de necessidades, no estudo preliminar e no anteprojeto aprovado pelo cliente, nos requisitos legais e nas normas técnicas.
Projeto pré-executivo	Consiste no desenvolvimento do anteprojeto arquitetônico de forma a permitir a verificação das interferências com os anteprojetos complementares (fundações, estrutura, instalações, etc.).
Projeto executivo	Constitui a solução desenvolvida já compatibilizada com todos os projetos complementares, com todas as informações necessárias à execução da obra. Compõe-se dos desenhos de arquitetura devidamente compatibilizados com os projetos complementares.
Projeto de detalhamento	Complementação do projeto executivo com detalhes Construtivos, em escala apropriada, necessários a um melhor entendimento da obra.

Fonte: Adaptado NBR 6492/ABNT (1994)

Mostra-se bastante relevante uma atenção maior a fase de projeção, devido à grande influência que esta imprime sobre a obra. Quanto maior o tempo dedicado na síntese de cada projeto, seja ele primário ou complementar, menores serão as falhas ou retrabalhos, diminuindo, dessa maneira, o custo de produção do prédio em questão. Pesquisas mostram que a origem de patologias nas construções está ligada principalmente com erros da concepção do prédio, relacionado a projetos com ausência de informações ou tecnicamente mal elaborados como demonstra a figura 4. Os erros somados da fase de projeção, abrangem mais da metade das causas em relação a todos os outros motivos, e portanto, essa é uma fase que deve ser analisada e revisada para que nada possa interferir na qualidade do produto final entregue.

Figura 4 – Origem de patologias e mau funcionamento das edificações



Fonte: Melhado (1998)

A integração entre os projetos geralmente é feita pela representação gráfica, através de papéis ou arquivos digitais, onde é usado predominantemente o software AutoCad. Permite-se assim a transmissão das informações técnicas para a execução correta do edifício. Costumeiramente as trocas de informações entre projetos são imprescindíveis para uma posterior compatibilização dos complementares.

A adoção das tecnologias da Computação Gráfica, desenvolvidas de forma desenfreada nos anos recentes, pode ser caracterizada como um sistema terciário da representação gráfica com extrema participação no processo projetual arquitetônico. A mais importante destas tecnologias tem sido as ferramentas CAD, que mesmo incorporando conceitos das sistematizações anteriores da perspectiva e da geometria descritiva, apresenta conceitos próprios e caracteriza-se por uma maneira completamente diferente de interação entre o indivíduo e o instrumento (REGO, 2001).

Acrescenta-se reiterando que os recursos da ferramenta CAD são de imensa relevância na compatibilização dos desenhos 2D, com a facilidade de se incorporar os dados dos projetos complementares sobre o desenho de arquitetura, em diferentes layers, verificando pontos importantes como posicionamento de pilares e vigas, prumadas, instalações hidráulicas e elétricas, shafts, etc. Os elementos podem ser sobrepostos a fim de evidenciar os locais em que deve se tomar a devida atenção na hora de verificar os projetos complementares que acompanham o arquitetônico

2.1.1 Arquitetônico

O projeto arquitetônico pode ser definido como o início da concepção. No pensamento de Rauber (2005), a elaboração do projeto arquitetônico é laborioso, visto que é de atribuição do arquiteto ou engenheiro avaliar os aspectos técnicos que abordam o prédio. Após desenvolvido o projeto arquitetônico procedem os complementares, visto dessa forma, os projetos complementares são dependentes da qualidade do projeto arquitetônico.

Segundo o mesmo autor, a peculiaridade de um projeto arquitetônico está relacionada com a função designada a um arquiteto, o qual indicará as qualidades de cada projeto, como o sistema construtivo, disposição dos ambientes, previsão dos pontos de instalações elétricas e hidrossanitárias, além de prévia alocação dos elementos estruturais e acabamentos.

Em suma, o profissional deve ter conhecimentos básicos dos projetos complementares para conseguir dar as condições necessárias para a elaboração dos mesmos. Com isso, o responsável conseguirá fazer o projeto arquitetônico de forma harmônica aos projetos complementares.

Pode-se definir Projeto Arquitetônico como a montagem da ideia, do ambiente imaginado. Através dele é possível entender a melhor maneira de idealizar as necessidades dos usuários e a melhor maneira de evitar todos os problemas envolvidos nesse processo. Assim a objetivo do projeto arquitetônico é prevenir possíveis problemas de elaboração do projeto e garantir que a obra saia como planejada.

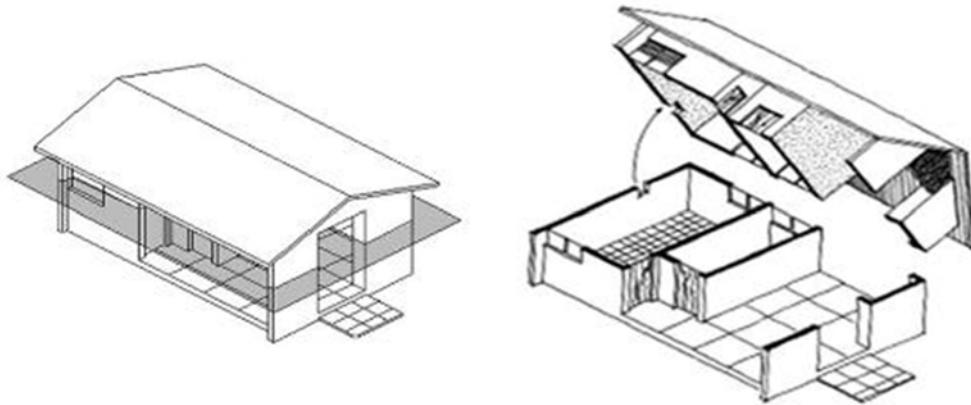
Hoje a tecnologia contribui para excelentes representações, como as imagens e modelagem em três dimensões através de maquete eletrônica. Diversos softwares permitem que o cliente tenha uma visão mais realista do seu produto, mesmo antes de iniciar as obras.

De acordo com a NBR 13532 (ABNT, 1995) as fases de um projeto arquitetônico contempla levantamento de dados, programa de necessidades, estudo de viabilidade, estudo preliminar, anteprojeto, projeto para aprovação legal e projeto para execução.

O projeto arquitetônico é constituído basicamente de planta baixa cotada dos pavimentos da edificação a ser construída, que corresponde à vista superior de um corte horizontal de 1,50 metros de altura como consta na figura 5, que deve constar o nome dos ambientes, indicação das esquadrias, assim como suas dimensões, elevação frontal (fachada), corte transversal e longitudinal, detalhe de escadas e degraus, se houver, contendo a dimensão do piso e espelho. Também é importante conter a planta de cobertura, indicando as caídas das águas dos telhados, implantação, contendo as distâncias dos limites do lote. Além desses, é

imprescindível a mesma planta de layout, que contém a disposição prévia dos móveis a ser utilizado na residência.

Figura 5 – Como é a vista da planta baixa



Fonte: Montenegro (1997)

Segundo Penna, pode-se enumerar o projeto arquitetônico em seis etapas como mostrado na figura 6.

Figura 6 – As etapas do projeto arquitetônico



Fonte: Penna (2017)

A primeira etapa é a definida como Programa de Necessidades, em que o cliente informa os seus anseios e objetivos criando condições iniciais para sua elaboração. Será definida a quantidade e dimensões dos pavimentos, salas e demais ambientes. Ainda é discutido sobre orçamento para a obra e a previsão de entrega. Por fim, é acertado o que é viável fazer dentro do que o cliente almeja ou se há a necessidade de sugerir um financiamento.

No Levantamento de dados, É realizada uma visita no local do terreno que será o objeto de trabalho, para que se verifique a topografia e as arquiteturas vizinhas. São anotadas ainda a posição em relação ao sol, e verificação das medidas em relação à escritura do imóvel.

No Estudo preliminar, é feito um esboço inicial da residência para que o projetista tenha um parecer do cliente quanto ao caminho a ser seguido no desenho. São levados em conta os principais desejos contidos no programa de necessidades. É realizado o lançamento das ideias através de croquis e plantas. Muitas vezes podem ser utilizadas referências, ou seja, ideias de plantas ou fachadas que o cliente tenha gostado. Ao se chegar a uma planta final definida pelo projetista, essa deve ser aprovada pelo cliente para que se possa prosseguir às etapas seguintes.

Em seguida tem-se o Anteprojeto, onde as dimensões e disposição dos ambientes são finalmente definidas. Será feito o projeto com a criação da planta-baixa de cada pavimento, com suas devidas informações, entre elas a sua volumetria, cobertura e instalações gerais. Nesta etapa o cliente possui uma grande participação para que resultado final seja como desejado. Todas as alterações devem ser feitas nesse nível de projeto, pois se as mudanças forem ocorrer posteriormente, será gerado retrabalho e, portanto custo adicional na execução.

O Projeto legal é o quinto passo em que consiste na verificação do projeto estar de acordo com as normas do local onde será instalada a obra. É o processo de aprovação junto à Prefeitura Local, atendendo, além das exigências contidas no programa de necessidades, as restrições do estado, município e condomínio, quando for o caso. As folhas de rosto devem ser feitas nos padrões que a Prefeitura do Município para que a obra seja autorizada e possa ser executada.

Por fim, tem-se o Projeto executivo que engloba o desenvolvimento detalhado de todo o projeto dando plenas condições à execução da obra. Em outras palavras, significa tornar real o que está no pape. Trata-se de uma coleção de desenhos técnicos necessários à execução (construção, montagem, fabricação) dos elementos prediais. É nessa fase que o profissional especifica dimensões, acabamentos, materiais utilizados, sistemas construtivos, tipologias, pontos hidráulicos e estruturas gerais. .Nesse momento, obtêm-se o resultado dos projetos complementares e é executada a compatibilização entre eles. Todos os desenhos são revisados e incorporam a posição e dimensão exatas dos elementos construtivos (pilares, vigas, lajes, etc.). As pranchas detalhadas do projeto são enviadas para o canteiro de obras que ficam sob tutela do engenheiro responsável pela execução ou do mestre de obras. Não se pode iniciar a obra sem que todas as plantas do projeto executivo estejam sob conhecimento da equipe responsável pela execução. (Penna, 2017)

2.1.2 Estrutural

A estrutura da casa tem a função de dar sustentação para a residência, responsável por combater todos os tipos de esforços para que a unidade se mantenha de pé. O projeto estrutural envolve tanto a infraestrutura (parte abaixo do nível do solo, como fundações, arranque dos pilares e vigas baldrame) como a superestrutura (elementos estruturais localizados acima do nível do solo como pilares, vigas e lajes). Quando se trata de concreto armado subentende-se que a estrutura está para a residência assim como o esqueleto está para o corpo humano. Este projeto é fundamental para que efeitos estéticos possam ser alcançados.

Segundo Rauber (2005) o projeto estrutural está diretamente ligado ao projeto arquitetônico através da disposição dos elementos estruturais nos espaços. A interferência se acontece pela locação de pilares, alturas de vigas e vãos máximos de lajes, conhecidos por panos de lajes. Este projeto compreende o lançamento da estrutura e sua conferência com base no combate aos esforços e ao deslocamento da mesma.

Segundo Rebello (2007), o lançamento da estrutura é a locação das fundações, pilares, vigas e lajes, estas por sua vez irão receber as cargas da edificação e transferindo-as pelo caminho inverso até o solo. Para realizar esse projeto, objetiva-se o fato dessa estrutura ter uma disposição em que complemente a arquitetura de forma para que essa não seja prejudicada.

Retoma-se a ideia de que a sincronia entre esses projetos depende de um prévio pensamento da locação desses elementos ao se fazer o projeto arquitetônico, o qual deve ser elaborado de forma que fique adaptável e permita uma estrutura econômica. Contudo, infelizmente, quando executado por diferentes profissionais isso nem sempre ocorre. Diversas vezes os elementos estruturais têm de ficar expostos na planta prejudicando sua estética, ou também, o arquitetônico tem de ser alterado para que se possa realizar uma estrutura discreta, modificando a funcionalidade inicial.

De acordo com Rebello (2007), o projeto estrutural tem início com o pré-dimensionamento da estrutura e, com o intuito de avaliar as dimensões necessárias para posteriormente calculá-la. O pré-dimensionamento proporciona ao profissional a representação mais próxima da realidade da edificação.

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014) o projeto estrutural deve ser composto por desenho, especificações e critérios de projeto, estas podem ser apresentadas nos próprios desenhos ou em outro documento, além de informações pertinentes para a execução da estrutura da edificação.

Segundo Libânio (2005) A concepção estrutural, também chamada de lançamento da estrutura, consiste em adotar um sistema estrutural que seja a parte resistente do edifício. Essa fase, primordial dentro do projeto estrutural, implica em definir os elementos a serem utilizados e escolher suas posições, de modo a formar um sistema estrutural eficiente, que seja capaz de absorver as cargas originadas de ações atuantes e transmiti-las ao solo. A solução estrutural adotada no projeto deve atender aos requisitos de qualidade estabelecidos nas normas técnicas, que esteja de acordo com a capacidade resistente, ao desempenho em serviço e à durabilidade da estrutura.

A estruturação deve levar em conta o objetivo da construção e atender, às condições impostas pela arquitetura. O projeto arquitetônico reproduz o suporte para a síntese do projeto estrutural. Este deve futurar a locação dos elementos de forma e atender o arranjo dos ambientes distintos nos diferentes pavimentos. Não deve ser esquecido que a estrutura deve também estar de acordo com as características do solo no qual ela se apoia.

Segundo Libânio (2005) O projeto estrutural deve ser harmônico com os demais projetos, entre eles, instalações elétricas, hidráulicas, telefonia, segurança, som, televisão, ar condicionado, computador e outros, de modo a permitir a coexistência, com qualidade, de todos os sistemas. No caso de edificações em repetição de pavimentos, parte-se da estruturação dos andares superiores, seguindo na direção dos inferiores. A definição da forma estrutural se inicia da localização dos pilares e segue com o posicionamento das vigas e das lajes, nessa ordem, sempre levando em conta a compatibilização com o projeto arquitetônico.

Existem várias formas de sistemas estruturais que podem ser usados. Usualmente utiliza-se lajes parcialmente pré-fabricadas ou maciças, que são moldadas *in situ*, ainda são feitas as lajes nervuradas e pré-moldadas, mais utilizadas em obras de grande porte. A pré-tensão pode ser usada para melhorar o desempenho da estrutura nos casos de grandes vãos, em termos de resistência e para controle de deformações ou de fissuração. A definição do tipo de estrutura depende de fatores técnicos e financeiros em que pode ser citada disposição de mão de obra para elaborar o projeto e para executar a obra, e também o custo dos materiais na região, assim como aluguéis de equipamentos. Este trabalho tratará dos sistemas estruturais constituídos por lajes parcialmente pré-fabricadas e maciças de concreto armado, moldadas no local e apoiadas sobre vigas. Posteriormente, serão consideradas também vigas e pilares de concreto armado.

Segundo Cunha (2014) O projeto deve ser planejado para que resista não somente a esforços verticais, mas também aos esforços horizontais que possam trazer efeitos expressivos em meio à vida útil da estrutura. Os esforços verticais englobam o peso próprio da estrutura,

pesos de revestimentos e de alvenarias, além de algumas cargas permanentes. Também estão presentes as ações acidentais provindas da utilização, em que os valores vão depender da finalidade de cada ambiente, e por último estão presentes as cargas específicas, como por exemplo, o peso de equipamentos. Os esforços horizontais englobam a ação do vento e do empuxo em subsolos. O percurso das ações verticais tem início nas lajes, que recebem, além de seus pesos próprios, outras cargas permanentes e onde também pode estar presente o peso de paredes que se apoiem diretamente sobre elas. As lajes transmitem essas ações para as vigas, através das reações de apoio. As vigas, assim como as lajes, suportam seus pesos próprios, as reações provenientes das lajes, o peso de paredes e, ainda, ações de outros elementos que nelas se apoiem, como, por exemplo, as reações de apoio de outras vigas. Pode-se dizer que as vigas trabalham à flexão, torção e ao cisalhamento e transmitem as ações para os pilares. Os pilares resistem às reações das vigas que neles se apoiam, as quais, somadas ao seu peso próprio transmitem para a fundação que por sua vez, se deposita no solo. As ações horizontais também precisam ser absorvidas pela estrutura e transmitidas para o solo, no caso do vento, o caminho dessas ações tem início nas paredes externas e pilares, os quais transmitem para a fundação. Assim como o empuxo do solo é reagido pela parede de contenção, que por sua vez, também transmite aos pilares e para a fundação.

2.1.3 Hidrossanitário

O Projeto Hidrossanitário é constituído de dois estudos diferentes, são eles o projeto hidráulico e o projeto sanitário. O primeiro é formado pela ramificação de redes de água fria e quente, formando em vários ramais em ambientes distintos. Também está presente nesse projeto a alimentação que advém do alimentador predial. O segundo corresponde a destinar os efluentes, popularmente chamados de esgoto e águas pluviais, para coletor urbano ou unidade de tratamento individual.

Segundo SINDUSCON-PR (1995), é de competência desse projeto, o dimensionamento dos sistemas e locação das prumadas e tubos de queda nos compartimentos adequados, como shafts, alvenaria e rebaixo de forros. O dimensionamento do volume de reservatório de acordo com a reserva pré-definida pelo número de dias desejado, barrilete, posição dos medidores, drenagem do solo, verificações das inclinações, dos fluxos e de pressões.

Segundo BERNARDO (1981), O projeto hidráulico tem as seguintes funções:

- Fornecimento contínuo de água aos usuários e em quantidade suficiente, amenizando ao máximo os problemas decorrentes da interrupção do funcionamento do sistema público de abastecimento;
- Limitação de certos valores de pressão e velocidades, impostos pela norma, assegurando-se dessa forma o bom funcionamento da instalação e, evitando-se assim, consequentes vazamentos e ruídos nas canalizações e aparelhos;
- Preservação da qualidade da água através de técnicas de distribuição e reservas coerentes e adequadas propiciando aos usuários boas condições de higiene, saúde e conforto.

Segundo Silva (2016) Um projeto de instalações hidrossanitárias é composto pelas redes hidráulicas destacando água fria, água quente e a alimentação, que se resume no abastecimento dos reservatórios, e pelas redes sanitárias, que englobam as tubulações e elementos de esgoto, ventilação e rede pluvial. O que difere as redes hidráulicas das sanitárias é o fato das redes hidráulicas funcionarem sobre a ação de pressões que proporcionam o abastecimento dos pontos hidráulicos, já no caso das redes sanitárias o escoamento é livre ocorrendo pela ação da gravidade, sendo assim dependendo totalmente da declividade dos condutos.

Segundo Bernardo (1981) O sistema de distribuição pode ser direto ou indireto. Quando direto, a alimentação de aparelhos, torneiras e peças é feita diretamente através da rede de distribuição, o que apresenta maior pressão e menores gastos com equipamentos devido à desnecessidade de uma torre de caixa d'água, o próprio reservatório, e boia, porém em caso de interrupção do sistema de abastecimento, o usuário ficará sem água. Haverá também grandes variações de pressões ao longo do dia, possíveis golpe de aríete e maior consumo devido a grande pressão.

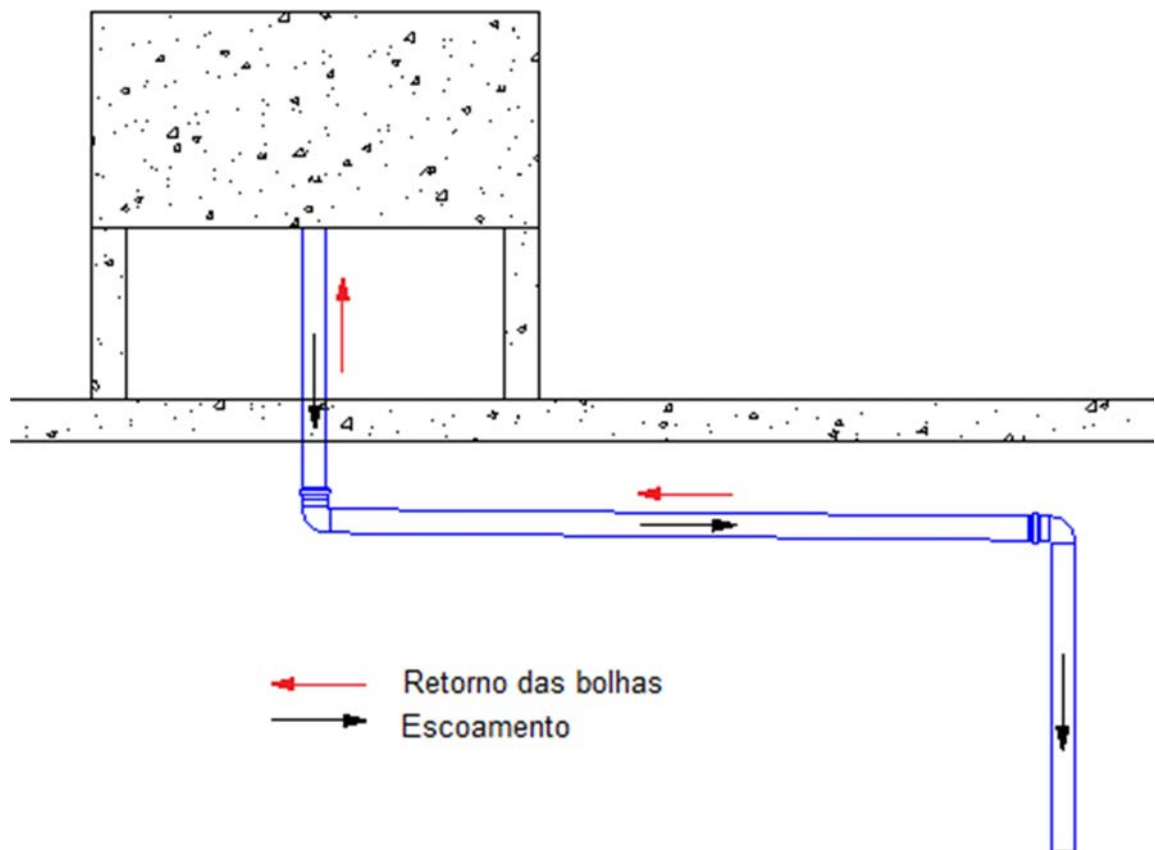
Ainda segundo o mesmo autor, quando o sistema é indireto, a alimentação dos aparelhos, torneiras e peças de utilização é feita por meio de reservatórios, predominantemente utilizando a distribuição por gravidade, esse é alimentado pela água contida na via pública e armazenado em um reservatório superior. Tem como característica o fornecimento de água de forma contínua, pois em caso de interrupções no fornecimento, tem-se um volume de água de reserva. Há também pequenas variações de pressões durante o dia, permite a instalação de válvula de descarga e o consumo é menor. Faz-se necessário haver uma manutenção desse reservatório para que este esteja sempre limpo e dando condições de potabilidade à água. Ainda é possível ter um sistema misto, onde se tem pontos de distribuição direta e indireta.

O projeto hidráulico, regido pela NBR 5626 (ABNT, 1998), assim como o sanitário, deve apresentar projeto executivo, memoriais descritivos, especificações técnicas e quantitativo de materiais. Este projeto deve ser composto por plantas baixas de todos os níveis, inclusive cobertura, indicando as colunas de água e seus respectivos diâmetros, assim como detalhes isométricos, para melhor compreensão do sistema de modo que facilite a sua execução, contendo informações como distribuição do sistema de água, diâmetros, peças de utilização e cotas. O detalhe do alimentador predial e seu caminho até a caixa d'água é facultativo desde que fique claro em planta, como a ligação será feita. Vê-se como imprescindível a representação da distribuição do barrilete para as colunas e dispositivos necessários.

O projeto sanitário, de acordo com a NBR 8160 (ABNT, 1999), é constituído pelo projeto executivo, memoriais descritivos e especificações técnicas, assim como o quantitativo de materiais. Esse projeto deve dispor de plantas baixas dos diferentes níveis, indicando os tubos de quedas, ramais e desvios e colunas de ventilação. Quando houver mais de um pavimento, o traçado e localização dos subcoletores, coletores prediais, dispositivos de inspeção e local de lançamento do esgoto sanitário deve ficar na planta do pavimento inferior. É importante elaborar o esquema vertical ou fluxograma geral das tubulações, sem escala, indicando os componentes do sistema e suas interligações; É aconselhada a criação de detalhes para os ambientes sanitários, em escala adequada, contendo também a indicação do encaminhamento das tubulações.

Segundo a NBR 5626 (ABNT, 1998) é recomendado que a rede hidráulica seja instalada com uma leve declividade em relação ao fluxo da água, pelo fato de ocasionalmente haver acumulação de bolhas de ar na tubulação, as mesmas serão pressionadas para o início da rede, no caso o reservatório. As bolhas presentes na tubulação reduzem a seção de escoamento, provocando problemas na vazão do sistema. Na figura 7 é ilustrado um exemplo onde a inclinação do conduto faz com que as bolhas retornem ao reservatório. A norma ainda recomenda que se não for possível direcionar as bolhas para o reservatório, a inclinação deve ser feita para possibilitar o escoamento das bolhas para as peças de utilização mais elevadas tais como os chuveiros, ou para um dispositivo de eliminação de ar.

Figura 7 – Inclinação das tubulações



Fonte: AltoQi(2016)

Segundo Silva (2016) A rede de ventilação tem o objetivo manter a pressão atmosférica dentro das tubulações sanitárias, visando evitar problemas de sobrepressões e depressões que podem influenciar na variação do nível dos fechos hídricos dos elementos sifonados, tais como vasos sanitários e caixas sifonadas evidenciados na figura 8.

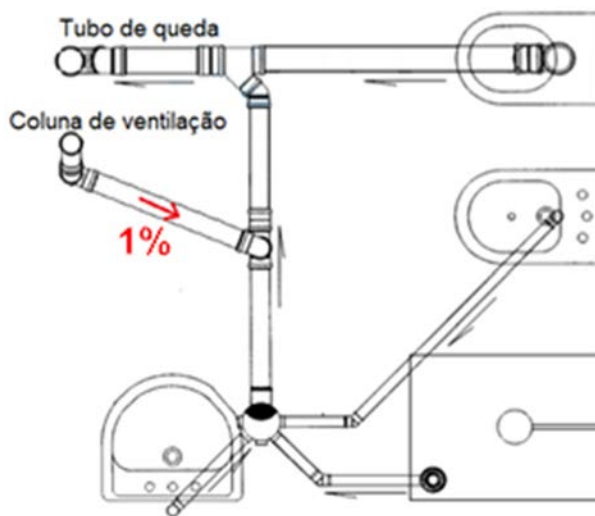
Figura 8 – Elementos sifonados



Fonte: AltoQi. (2016)

Desse modo, como o objetivo da rede de ventilação é a circulação de ar, pode-se prever que a aplicação da declividade nestes condutos fosse desprezada, todavia a NBR 8160/1999 recomenda que toda a rede de ventilação deve ser instalada com um aclave mínimo de 1%, fazendo com que qualquer líquido que venha a ser introduzido nesta rede seja escoado para os ramais da rede de esgoto, evitando assim acúmulo de água nos condutos de ventilação, como mostrado na figura 9.

Figura 9 – Inclinação do tubo de ventilação



Fonte: AltoQi. (2016)

A rede de esgoto tem o objetivo de transportar as contribuições dos pontos de consumo de água de uma edificação. Esta rede funciona através de um escoamento livre, assim seu bom funcionamento depende das declividades aplicadas nos condutos. A NBR 8160/1999 recomenda padrões de declividades a serem adotados de acordo com as características dos ramais. Para os ramais de descarga e esgoto deve ser adotado 2% para diâmetro nominal igual ou menor que 75 mm e 1% para diâmetro nominal igual ou maior que 100 mm. Tratando-se de subcoletores e coletor predial, a declividade não deve ser inferior ao indicado para os ramais de descarga e esgoto, somando-se ao fato da declividade máxima ter um valor de 5%.

O dimensionamento dos subcoletores e coletores prediais também são influenciados pela declividade definida, sendo que quanto maior for a declividade, maior será a capacidade de condução de um determinado conduto com a mesma bitola. No quadro 2, são apresentadas as vazões (em litros por minuto) de acordo com o diâmetro adotado em função da declividade usada na tubulação.

Quadro 2 – Vazão em L/min em função do diâmetro e declividade

Diâmetro interno DN	Declividade		
	0,5%	1%	2%
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1167	1634

Fonte: NBR 6180 (1999)

Assim como a rede de esgoto, a rede pluvial é realizada através de escoamento livre, e é baseado na NBR 10844. Essa norma estabelece parâmetros de declividade para as calhas e para os condutores horizontais de seção circular. Um ponto importante quando se considera a declividade nas redes de escoamento livre, é o desnível gerado entre o ponto inicial e o ponto final da rede, sendo necessário verificar se a altura final resultante da inclinação definida é compatível com a altura da rede de drenagem urbana. No Quadro 3 é apresentado as declividade que são aplicadas nas calhas e suas respectivas dimensões.

Quadro 3 – Capacidade dos condutores horizontais (vazões em L/min)

Diâmetro interno (D) (mm)	0,5%	1%	2%	4%
50	29	41	59	83
75	87	122	172	245
100	187	264	372	527
125	339	478	674	956
150	552	777	1100	1550
200	1190	1670	2360	3350
250	2150	3030	4280	6070
300	3500	4930	6960	9870

Fonte: AltoQi (2016)

As considerações das declividades nos projetos de instalações hidrossanitárias são calculadas, porém na pratica, é necessário também considerar o desnível resultante entre o

início e o final da rede, para poder prever a profundidade em que as tubulações serão instaladas assim como as cotas das caixas de inspeção.

2.1.4 Elétrico

O projeto de instalação elétrica tem como objetivo a preservação dos usuários da edificação, através do funcionamento preciso do sistema. Com esse propósito, deve ser elaborado por profissionais qualificados, seja por um engenheiro civil ou por um engenheiro eletricista, dependendo da complexidade do sistema a ser dimensionado.

Para Macintyre e Niskier (2000), ao se iniciar um projeto elétrico o profissional deve conferir as normas, prescrições e regulamentos que abrangem informações pertinentes ao fornecimento de energia da concessionária que controla a região em que será construída a edificação.

Rauber (2005) demonstra que o projeto elétrico é formado pelo cálculo das cargas instaladas, dimensionamento da demanda, definição da entrada de serviço, posição de quadros medidores e caixas de passagem, marcação dos pontos de utilização, prumadas e posições de tomadas e interruptores, sistema de recepção de TV, sistema de segurança e seção de condutores.

De acordo com a NBR 5410 (ABNT, 2004), o projeto de instalações elétricas deve ser composto por plantas, esquemas unifilares e multifilares, detalhes de montagem, quando necessário, memoriais descritivos da instalação, especificação dos componentes, como descrição, características nominais e as normas correspondentes que cada item deve atender, parâmetros de projeto, conforme correntes de curto-circuito; queda de tensão; fatores de demanda considerados, entre outros.

A criação de um projeto de instalações elétricas pode ser desmembrada nas seguintes partes principais:

- Alocação dos pontos de consumo: consiste na disposição de tomadas de uso geral e específico, bem como dos pontos de luz;
- Alocação do Quadro de Distribuição: consiste na localização do quadro de distribuição na planta;
- Traçado de eletrodutos: consiste na distribuição de eletrodutos, para a alimentação dos pontos de consumo;
- Caixas de passagem: consiste na distribuição de caixas de passagem para a instalação, para permitir conexões de condutores e sua manutenção futura;

- Definição de circuitos parciais: consiste na definição de circuitos parciais, monofásicos ou bifásicos, que suprirão os diversos blocos de carga, nos quais a carga total será dividida;

- Atribuição de cargas a circuitos parciais: consiste na definição de quais pontos de consumo pertencem a cada um dos circuitos pré-definidos, de forma que cada circuito seja dimensionado, controlado e protegido independentemente;

- Distribuição de condutores: consiste na distribuição dos condutores (fase, neutro e proteção/terra) para cada um dos circuitos parciais, que alimentam os pontos de consumo, através dos eletrodutos;

- Cálculo das correntes e dimensionamento dos condutores: consiste no cálculo da corrente de cada um dos circuitos parciais, a partir da demanda dos pontos de consumo que atende, possibilitando o dimensionamento dos condutores da instalação, por critérios de carregamento e queda de tensão;

- Definição da proteção: que consiste no dimensionamento dos disjuntores de baixa tensão a serem utilizados no quadro de distribuição.

O estabelecimento dos pontos de consumo deve ser feito na planta baixa, entre eles, os pontos de iluminação, as tomadas de uso geral, as tomadas de uso específico e os interruptores. Os pontos de luz devem ser previstos com base no projeto luminotécnico do ambiente. No caso de instalações simples, onde o número de luminárias é reduzido, esse projeto pode ser dispensado, servindo-se apenas da experiência do projetista e do arquiteto. Desse modo, para a determinação das cargas de iluminação em unidades residenciais pode ser adotado o seguinte critério:

- em apartamentos com área igual ou menor que 6m^2 deve ser colocado no mínimo de uma lâmpada incandescente de 100 W;

- em ambientes com área superior a 6m^2 deve ser posto uma lâmpada incandescente de 100 W para os primeiros 6m^2 , acrescentando 60 W para cada aumento de 4m^2 inteiros.

As tomadas de uso específico são aquelas destinadas a determinados aparelhos, geralmente não portáteis como chuveiros, condicionadores de ar, forno elétrico etc. As outras tomadas destinadas à ligação de aparelhos com cargas menores são chamadas de uso geral. Nas residências e acomodações de hotéis, motéis e análogos, o número de tomadas de uso geral deve ser fixado de acordo com o seguinte critério:

- em banheiros, pelo menos uma tomada junto ao lavatório;

- em copas e cozinhas, no mínimo uma tomada para cada 3,5 m, ou fração de perímetro, sendo que acima de cada bancada com largura igual ou superior a 0,30 m deve ser prevista pelo menos uma tomada;

- em subsolos, varandas, garagens e sótãos, pelo menos uma tomada;

- nos demais repartimentos, se a área for menor ou igual a 6m², pelo menos uma tomada e se a área for maior que 6m², pelo menos uma tomada para cada 5m ou fração de perímetro, espaçadas uniformemente quando possível.

As tomadas de uso específico devem ser instaladas no máximo 1,5 m distante do local previsto para o equipamento a ser alimentado. Devem ser atribuídas as seguintes potências para as tomadas:

- para as tomadas de uso específico, a potência nominal do equipamento a ser alimentado;

- para as tomadas de uso geral em banheiros, copas, cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600 VA por tomada, até 3 tomadas e 100 VA por tomada, para as excedentes;

- para as tomadas de uso geral nos demais cômodos ou dependências, no mínimo 100 VA por tomada.

Os locais dos interruptores deve levar em conta a posição das portas, a circulação das pessoas e devem ser estudados previamente com o cliente. Fundamentalmente há três tipos de interruptores:

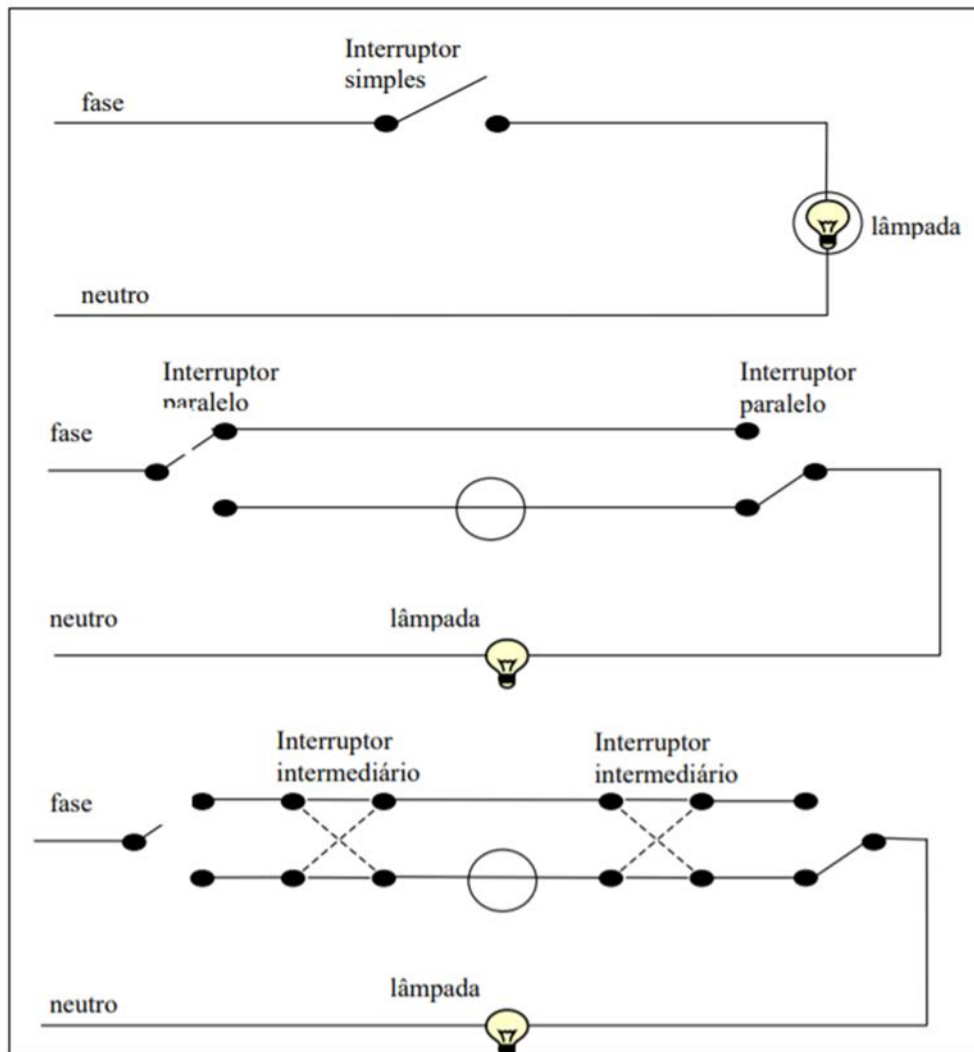
- simples, que apresenta dois estados (aberto/fechado) e 2 terminais. São utilizados para promover a descontinuidade ou a continuidade de um circuito elétrico, conforme esteja na posição aberto ou fechado;

- paralelo, que apresenta duas posições e três terminais, um central e dois auxiliares. Quando acionado, conecta o terminal central ao outro terminal auxiliar ao qual não estava conectado. Este interruptor é utilizado em circuitos, ditos “paralelos”, onde se comanda uma carga (usualmente de iluminação) de 2 pontos, como por exemplo nas extremidades de uma escada;

- intermediário, que apresenta duas posições e quatro terminais, que se ligam 2 a 2, alternando-se essa ligação ao comando do usuário. Esse interruptor é utilizado para acionar uma carga comandada por um circuito “paralelo”, de um local diferente daqueles onde os interruptores paralelos se situam.

A Figura 10 apresenta circuitos com aplicações dos interruptores simples, paralelo e intermediário.

Figura 10 – Tipos de interruptores



Fonte: SOUZA (2013).

O quadro de distribuição deve ser alocado o mais próximo possível do centro de carga da instalação, considerando aspectos estéticos e de acesso.

O traçado dos eletrodutos deve ser feito de forma a minimizar as quantidades de materiais a serem utilizados, evitando-se interferências com elementos estruturais da construção. Deve-se também atentar para os problemas de execução e manutenção, evitando-se, por exemplo, o excesso de eletrodutos e de condutores em caixas de passagem, reduzindo-se os cruzamentos de eletrodutos no interior das paredes e lajes, posicionando as caixas em lugares de fácil acesso, etc.

Após a fixação das cargas nos pontos de consumo, adotam-se os seguintes critérios para a divisão das cargas entre os circuitos elétricos:

- Prever circuitos individualizados em função do tipo de aparelhos que alimentam, como por exemplo, circuitos distintos para iluminação, tomadas, motores, etc;
- Dividir a carga de iluminação em vários circuitos, que atendem diversos ambientes da edificação;
- Prever condutores compatíveis com os terminais e com as cargas dos aparelhos e tomadas que irão ser atendidas;
- Agrupar cargas nos circuitos de modo a respeitar a máxima capacidade de condução de corrente dos condutores, bem como a sua queda de tensão admissível, prevendo-se ainda uma margem de segurança para acréscimos de carga.

No caso de quartos de hotéis, residências e análogos, é aceitável o agrupamento, em um mesmo circuito de cargas de iluminação e tomadas, exceto em cozinhas, copas e áreas de serviço, onde as tomadas devem ser supridas por circuitos exclusivos. Devem ser previstos circuitos independentes para as cargas acima de 1500 VA (porém as de mesmo tipo podem ser alimentadas pelo mesmo circuito). É usual fixar-se a carga máxima de 1500 VA nos circuitos em 110/127 V, objetivando-se o uso de condutor de 1,5 mm², que é a bitola mínima utilizada em instalações prediais.

A distribuição de condutores de uma instalação deve ser realizada para cada um dos circuitos parciais pré-definidos, respeitando-se as cargas monofásicas (alimentadas com uma fase e um neutro) e as cargas bifásicas (alimentadas com duas fases), o fio terra que deve estar presente em todas as tomadas, bem como o balanceamento de carga, sempre que possível, entre as fases da instalação.

O dimensionamento dos circuitos parciais de uma instalação especifica a seção dos condutores da fase e do neutro que constituem os circuitos parciais, bem como a especificação das características gerais dos seus equipamentos de proteção (disjuntores de baixa tensão). Para o dimensionamento dos eletrodutos, devem ser assistidos os elementos:

- Diagrama unifilar dos circuitos parciais;
- Tabela de cargas por circuito;
- Tabela de capacidade de corrente dos condutores, adequada para os tipos de instalações utilizadas;
- Tabela de correção de capacidade de condução de corrente em função do número de condutores em um mesmo eletroduto (fator de agrupamento) e da temperatura ambiente, quando for o caso;
- Tabela de queda de tensão em função da carga e do comprimento dos circuitos;
- Tabela de dimensionamento de eletrodutos;

- Tabela de características gerais de disjuntores de baixa tensão.

A partir dos resultados atingidos nesse dimensionamento, possivelmente, terá de fazer a reavaliação de alguns dados definidos anteriormente como quantidade de condutores em um mesmo eletroduto, caminho de eletrodutos e a redistribuição de cargas.

Há dois critérios básicos que devem ser obedecidos no dimensionamento elétrico dos circuitos de uma instalação predial:

- capacidade de corrente,
- queda de tensão admissível.

Estes dois itens estão explicitados em norma e em características técnicas dos materiais. Em relação ao tipo dos condutores, para instalações prediais residenciais e comerciais, são frequentemente utilizados condutores isolados de cobre instalados em eletrodutos embutidos na parede. Os tipos de isolamento usualmente utilizados são PVC/70° C e EPR/XLPE.

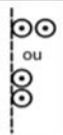
A primeira providência a ser tomada para o dimensionamento de um circuito parcial é identificar o tipo de carga que atende e, calcular a corrente total correspondente. Em seguida deve-se calcular a corrente de carga do circuito, o que é feito a partir da soma das potências nominais (instaladas) correspondentes às instalações que são atendidas pelo circuito.

Quando o fator de potência não é o mesmo para todas as cargas do circuito, calcula-se inicialmente as potências ativa e reativa totais do circuito, obtendo-se o fator de potência pela relação $Q_{\max} = P_{\max} \tan \phi$.

Conhecendo-se a corrente do circuito, deve-se determinar a seção adequada dos condutores do circuito, através da pesquisa do cabo de menor seção que suporta a corrente da carga, consultando-se a tabela Capacidade de Corrente de Condutores, da Norma NBR 5410, para eletrodutos embutidos em alvenaria. São apresentadas as capacidades para cabos com isolamento de PVC e de XLPE, operando à temperatura ambiente de 30° C, instalados em eletrodutos contendo 2 ou 3 cabos carregados.

Analogamente ao prescrito para circuitos parciais, o dimensionamento do alimentador principal da residência inicia-se pela determinação da carga que atende. Entretanto neste caso, a consideração simplesmente da soma das potências das cargas que o alimentador atende pode provocar o seu superdimensionamento, uma vez que a demanda simultânea, correspondente a um grupo de cargas de funcionamento não contínuo, é estatisticamente inferior a essa soma.

Figura 11 – Capacidade de corrente de condutores

Seções nominais dos condutores mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares ¹⁾				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
	Método E	Método E	Método F	Método F		Horizontal	Vertical
			 ou 		 ou 		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Cobre							
0,5	13	12	13	10	10	15	12
0,75	17	15	17	13	14	19	16
1	21	18	21	16	17	23	19
1,5	26	23	27	21	22	30	25
2,5	36	32	37	29	30	41	35
4	49	42	50	40	42	56	48
6	63	54	65	53	55	73	63
10	86	75	90	74	77	101	88
16	115	100	121	101	105	137	120
25	149	127	161	135	141	182	161

Fonte: NBR 5410 (ABNT, 2004)

Esse aspecto da não simultaneidade da ocorrência da demanda máxima é levado em conta através da consideração do fator de diversidade. Assim sendo, a demanda de um alimentador se determina através da soma das potências de todas as cargas que o alimentador atende considerando os correspondentes fatores de diversidade, que são grandezas empíricas, menores ou iguais a um, associadas a grupos de cargas de mesma natureza, estabelecidos por norma ou por Concessionárias de Energia Elétrica.

De posse da demanda máxima correspondente às cargas atendidas pelo alimentador, procede-se de modo análogo ao dimensionamento de circuitos parciais para se selecionar a seção do condutor mais adequado. Além desses apresentarem a suficiente capacidade de corrente para atender a sua carga, o suprimento deve ser feito respeitando limites adequados de tensão, estabelecidos por norma.

As quedas de tensão dos alimentadores e dos circuitos correspondentes parciais devem ser compostas para a obtenção da queda de tensão resultante. Caso os níveis de tensão não forem respeitados com a utilização do condutor definido pelo critério de dimensionamento por carregamento, deve-se escolher outro condutor de seção maior de modo que esta condição seja satisfeita.

Devem ser previstos dispositivos de proteção em cada circuito parcial e em cada alimentador, de modo que níveis de correntes que poderiam causar danos aos condutores

sejam interrompidos em período adequado. Há duas condições que devem provocar a atuação dos dispositivos de proteção, sobrecargas e curto circuito.

Os dispositivos de proteção são usualmente constituídos por disjuntores termomagnéticos ou por fusíveis, devendo garantir valores aceitáveis de corrente nominal (I_n), corrente que efetivamente assegura a operação do dispositivo (I_2) durante sobrecargas ou curto-circuito e tempo de atuação(t) quando ocorrem sobrecargas ou curto-circuito.

A escolha do dispositivo de proteção contra sobrecarga, para um determinado circuito ou alimentador, se baseia em critérios estabelecidos por norma, que pressupõem o conhecimento de corrente de projeto (I_b), que é a corrente máxima que a carga pode solicitar, capacidade máxima de condução do condutor (I_z), o tipo de dispositivo que será utilizado (fusível ou disjuntor), correntes nominal (I_n) e corrente de atuação (I_2) do tipo de dispositivo a ser utilizado. A norma NBR 5410 impõe 3 condições para a coordenação:

- $I_b \leq I_n$, o que normalmente acontece, pois a corrente de carga tem que necessariamente ser inferior ou igual à corrente máxima suportada pelo condutor.
- $I_n \leq I_z$, o que assegura que potencialmente o dispositivo de proteção atua antes que se atinja a corrente máxima suportada pelo condutor.
- $I_2 \leq 1.45 I_z$, o que representa uma margem de segurança, que garanta que o dispositivo de proteção atue quando ocorre uma corrente suficientemente menor que a máxima suportada pelo condutor.

Quando se utiliza disjuntores é suficiente que sejam verificadas a primeira e segunda condição, uma vez que I_2 é menor que $1.45 I_n$. Entretanto nos fusíveis, devem ser verificadas as três condições e pode ser utilizada a seguinte regra para a determinação de I_2 , em função da corrente nominal I_n :

- para $I_n \leq 10 \text{ A}$, $I_2 = 1.90 I_n$
- para $10 \text{ A} < I_n \leq 25 \text{ A}$, $I_2 = 1.75 I_n$
- para $I_n > 25 \text{ A}$, $I_2 = 1.60 I_n$

Para assegurar que os condutores também estejam protegidos contra os efeitos danosos de um curto circuito é necessário que o dispositivo de proteção tenha capacidade de suportar e de interromper a corrente de curto circuito (capacidade disruptiva), em um intervalo de tempo inferior aquele que o danifica.

Desse modo, todos estes detalhes devem estar explicitados na prancha que será enviada a obra, para que seja permitida a sua leitura, para compra de materiais e execução leal ao projeto, para que tudo funcione conforme pré-definido.

2.2 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Com o crescimento tecnológico e do processo de fabricação apresentados pela construção civil nos últimos anos, ainda é frequente a falta de integração entre os projetos durante o seu desenvolvimento, como afirma Tavares Júnior (2003): Ainda é prática comum em empresas de pequeno porte o desenvolvimento de projetos sem a utilização da compatibilização das disciplinas do projeto, gerando em consequência vários fatores negativos, tais como: má qualidade da edificação, maior índice de retrabalhos, alongamento do prazo de execução, acréscimo no custo da obra.

Segundo Fabrício (2002), ao longo do processo de projeto, vários projetistas, consultores e agentes do empreendimento são mobilizados para contribuir no projeto. Cada agente participa com os seus interesses e conhecimentos de forma a desenvolver uma parte das decisões e formulações projetuais. Ainda, de acordo com Fabrício (2004), no processo de projeto verificam-se diferentes interfaces entre os principais envolvidos, e diferentes compatibilizações são necessárias para garantir a coerência entre as decisões e projetos.

De acordo com o SINDUSCON-PR (1995), compatibilização define-se como uma atividade de gerenciar e integrar projetos correlatos, visando ao perfeito ajuste entre os mesmos e conduzindo para a obtenção dos padrões de controle de qualidade total de determinada obra.

Segundo Picchi (1993), a compatibilização de projetos compreende a atividade de sobrepor os vários projetos e identificar as interferências, bem como programar reuniões, entre os diversos projetistas e a coordenação, com o objetivo de resolver interferências que tenham sido detectadas.

Para Gus (1996) a compatibilização tem o objetivo de vincular as ideias específicas dos profissionais às questões do processo como um todo e reforça a conveniência que se trabalhe de modo sistêmico, onde todos os elementos passam a ter um papel fundamental no processo tanto na participação conjunta no desenvolvimento dos projetos quanto no próprio aprimoramento contínuo deste processo.

Novaes (1998) enfatiza que a coordenação de projetos tem a função de harmonizar tecnológica e produtivamente, os componentes que interagem nos elementos verticais e horizontais das edificações. Esses procedimentos englobam uma importante melhoria na construção e na racionalização construtiva por promover a integração dos elementos. A compatibilização é uma ação contida no âmbito da coordenação das soluções adotadas nos

projetos do produto e nos projetos para produção, assim como, nas especificações técnicas para a execução de cada sistema.

Segundo Melhado (1998), na compatibilização, os diferentes projetos específicos são sobrepostos para verificar as interferências entre eles, e os problemas são explicitados para que se possa solucioná-los. Diz que esse sistema se iniciou pelas empresas construtoras após os projetos estarem prontos, com poucas contribuições para otimizar as soluções. Os projetos eram sobrepostos e algumas distorções eram captadas e corrigidas.

A compatibilização de projetos define-se como um método de gerenciamento, onde ocorre a junção das singularidades, e tem como objetivo a apuração de prováveis ingerências entre os diferentes projetos, de forma organizada, apontando e promovendo adaptações necessárias para um bom ajuste entre as especialidades envolvidas, em diferentes etapas da elaboração do projeto, se tornando uma atividade intrínseca do mesmo, simplificando a execução, antecipando eventuais problemas e minimizando conflitos e retrabalhos durante obra.

É a partir do projeto arquitetônico que o processo de compatibilização se inicia, preferencialmente na etapa de estudo preliminar, onde ainda há maior flexibilidade e possibilidade de um desenvolvimento compatível com os projetos complementares. Quanto mais os projetos avançam em desenvolvimento maior é o trabalho para essa compatibilização.

Callegari (2007) afirma que durante a elaboração dos projetos, a compatibilização permite a retroalimentação das etapas, corrigindo e propondo novas soluções com o aumento da eficiência. Desta maneira, a elaboração de futuros projetos terá uma redução de incertezas construtivas. A análise das incompatibilidades entre os projetos possibilita a melhoria da qualidade do processo de projetos, através da sua adequação e eficácia, onde importantes ações corretivas são tomadas para o aperfeiçoamento e a melhoria contínua dos sistemas projetual e construtiva.

Para Rodríguez (2001), a compatibilização deve ser realizada em todas as etapas do projeto: estudos preliminares, anteprojeto, projetos legais e projeto executivo, partindo de uma integração geral até as verificações mais específicas. Indica ainda que a compatibilização é facilitada na medida em que ela é iniciada a partir dos estudos preliminares.

De acordo com Melhado (1998), a falta ou adiamento de decisões, principalmente nas etapas iniciais da fase de projeto potencializa uma grande quantidade de erros e retrabalho para todos os profissionais envolvidos, e constitui uma fonte significativa de desperdício, com reflexos negativos sobre a qualidade final do produto entregue. Afirma que existe uma preocupação em contratar todos os projetistas, ou ao menos consultá-los, na etapa de

concepção inicial do empreendimento, a fim de evitar problemas futuros de incompatibilidade entre projetos.

A compatibilização se justifica como ferramenta de suma importância no desenvolvimento do projeto. Com a possibilidade da sobreposição das informações com o auxílio do CAD 2D e do SketchUp, as interferências ficam evidentes, possibilitando propor-se adequações em tempo hábil, evitando que soluções inadequadas apressadas sejam tomadas no canteiro de obras.

De acordo com Callegari (2007), para o cliente um produto de qualidade deve ir além de atender as necessidades de consumo, deve também ter um manual de funcionamento similar ao de um bem móvel, no qual sejam apresentadas as instruções detalhadas do funcionamento do imóvel. A edificação, ainda, deve ter garantia de manutenção dos sistemas, por certo período de tempo e por fim a facilidade de assistência técnica, caso seja necessário reparos. Tão importante quanto à qualidade do produto, é a qualidade de prestação de serviços das empresas envolvidas, seja na parte de projetos ou execução.

Para esse fim, seguir diretrizes já mencionadas por autores, pode ser o caminho mais plausível para o sucesso na melhoria da qualidade dos projetos. Para analisar as incompatibilidades entre o Projeto Arquitetônico e seus complementares, o Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil do Estado do Ceará, INOVACON-CE (2000), sugere as seguintes diretrizes para a compatibilização de projetos:

- Padronização dos projetos, em formato dwg – extensão gerado pelo programa AutoCad – quanto a escalas e layers, a fim de otimizar o processo de compatibilização.
- Sobrepor o Projeto Arquitetônico com o Projeto Estrutural, verificando se há prejuízos na arquitetura; o alinhamento e locação da obra com o terreno; as dimensões dos pilares; as posições de vigas e paredes; cotas e eixos de referência.
- Sobrepor o Projeto Arquitetônico com o Projeto Estrutural e o Projeto Hidrossanitário, verificando os pontos de descidas das colunas de água; os pontos de descidas das tubulações com relação aos elementos estruturais; as posições das peças sanitárias.
- Sobrepor o Projeto Arquitetônico com o Projeto Estrutural, Projeto Hidrossanitário e o Projeto Elétrico, verificando os pontos de descidas das tubulações nas vigas ou lajes; os furos nas vigas ou pilares para passagem da

tubulação (indesejável); as posições das tomadas, interruptores, quadro de luz, telefonia, entre outros.

- A sobreposição dos projetos deve ser análoga para cada pavimento distinto.

A compatibilização entre projetos pode ser feita dentre diferentes âmbitos. Callegari (2007) argumenta que os desenhos, isto é, os projetos, devem ajustar-se em um sistema, o qual é dividido entre diversos subsistemas. Em suma, existe a compatibilização em uma forma macro, como o arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico; e na forma micro que envolve os diferentes tipos de detalhamentos, como instalações de revestimentos, instalações de esquadrias, acabamentos, entre outros. Partindo desse pressuposto, a compatibilização pode ser feita no âmbito macro ou, de uma forma mais refinada, também no micro.

Com a verificação física, dimensional e sistêmica dos projetos, reduzem-se substancialmente as falhas e surpresas durante a execução do empreendimento, aumentando sua qualidade de construção, sem improvisações ou interrupções durante a obra.

3 MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa pode ser classificado abaixo conforme Figura 12

Quanto à natureza como uma pesquisa aplicada, pois, segundo Kothari (2013), ela busca resolver um problema imediato que aflige uma organização ou sociedade, principalmente por ter como base a aplicação da ferramenta em um contexto nacional.

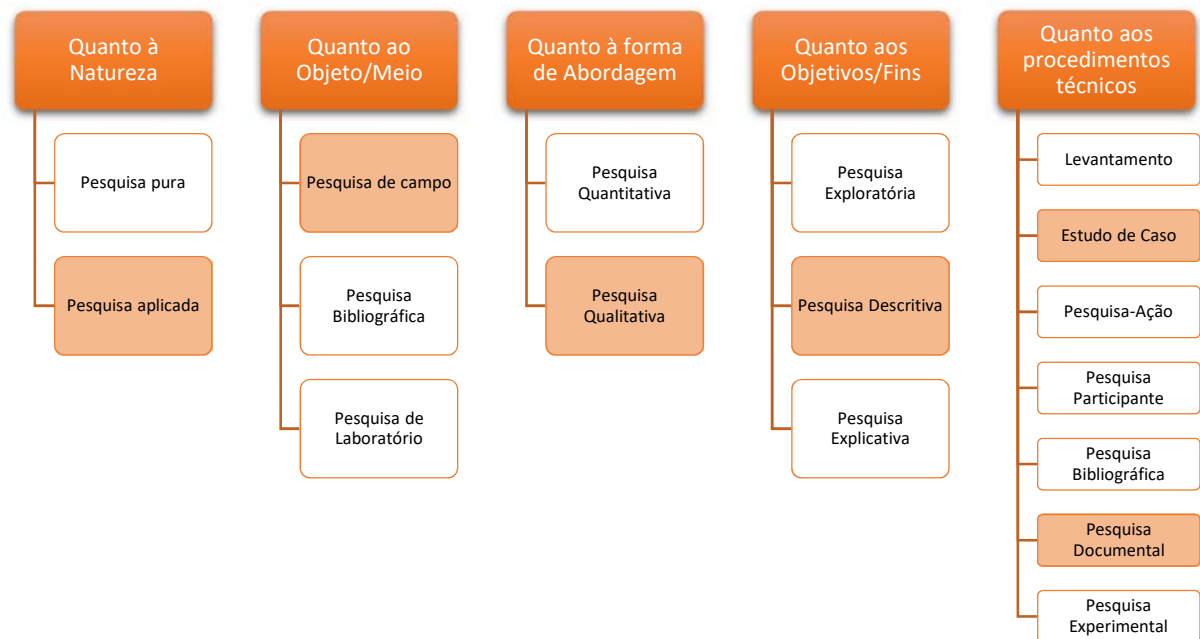
Se classifica quanto ao objeto/meio como pesquisa de campo pois envolve técnicas de observação de fenômenos, seja presente ou não presente, e que no caso da presente pesquisa, observa-se o fenômeno em uma empresa. (KOTHARI, 2013).

Se classifica quanto à forma de abordagem como qualitativa pois, a qualitativa, segundo o mesmo autor, busca investigar o tipo e o comportamento de um modelo de aplicação da ferramenta baseado na interpretação subjetiva dos indivíduos, ilustrando uma abordagem que não é muito estruturada e com o apoio de várias fontes de evidência e proximidade do fenômeno estudado.

Quanto aos objetivos/fins ela se classifica como uma pesquisa descritiva pois busca investigar fatos e realidades da forma que elas acontecem, onde o pesquisador não consegue controlar as variáveis que está pesquisando. Confirma-se essa afirmação, vendo que se trata de uma investigação após os acontecimentos em um estudo de um projeto já ocorrido. (KOTHARI, 2013).

Por último, quanto aos procedimentos, se classifica como um estudo de caso, por se tratar de uma análise de um fenômeno contemporâneo no contexto em que ele está inserido, especialmente no caso onde as fronteiras entre o contexto e este evento não são claras. Utiliza múltiplas fontes de evidências para realizar uma triangulação de dados podendo ser feito com apenas um caso ou uma observação de diversos. Como a pesquisa busca estudar o caso da aplicação da ferramenta, esta afirmação se encaixa com a classificação deste estudo (YIN, 2015).

Figura 12 – Classificação da pesquisa



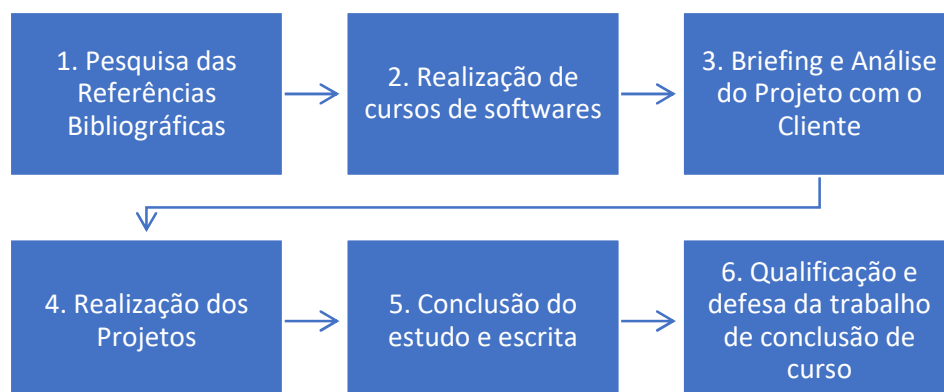
Fonte: Adaptado de Kothari (2013).

O fluxograma estrutural das atividades realizadas para esta pesquisa é da seguinte forma, de acordo com a figura 13.

Primeiro é necessário estabelecer o tema da pesquisa e então começar a pesquisa bibliográfica para se aprofundar no assunto. Paralelamente inicia a escolha da empresa. O critério principal para escolher a empresa foi da facilidade de acesso a dados e a observações.

Marca-se então um horário para que você possa coletar os dados dentro da empresa, documentais, entrevistas e observação in loco. Após isso é necessário analisar tais dados para poder então chegar à uma conclusão do estudo.

Figura 13 – Fluxograma de atividades



Fonte: Produção do próprio autor

O cronograma para realização dessas atividades por sua vez foi definido de acordo com a Figura 14, numerado de acordo com as atividades da Figura 13, proposto no início do estudo.

Figura 14 – Cronograma de atividades proposto

Etapa	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.
1	X	X	X	X	X	X	X	X			
2	X	X	X	X	X	X	X	X			
3				X	X	X					
4				X	X	X	X	X	X		
5								X	X	X	X
6										X	X

Fonte: Produção do próprio autor

O cronograma realizado até o momento se dá conforme a Figura 15.

Figura 15 – Cronograma realizado

Ativ.	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1												
2												
3												
4												
5												
6												

Fonte: Produção do próprio autor

Para a elaboração do presente trabalho, primeiramente foram realizados cursos dos softwares AutoCad, SketchUp, Eberick, QiHidrossanitário e QiElétrico, para possibilitar a modelagem da edificação e compatibilização dos projetos.

Após os cursos e conhecimento dos softwares, foi feita a fundamentação teórica, utilizando-se artigos, sites da área de projetos em engenharia civil, e monografias (TCCs, dissertações e teses) para referência.

Num terceiro momento, foi feita uma busca por projetos. Como objetivo, tinha-se um projeto de residência unifamiliar de médio padrão, com a preferência da pessoa ter a vontade de construir, um terreno e a disponibilidade para construção apenas a partir do próximo ano.

Com isso, efetuou-se uma busca por pessoas conhecidas e entrou-se em contato com o suposto “cliente” para que fosse possível dar andamento no trabalho.

Feita as entrevistas e reuniões para definição do projeto a ser executado, deu-se início a projeção de todos os tipos contemporaneamente fazendo-se a compatibilização em si dos projetos criados. Com isso, a edificação foi modelada em 3D arquitetônica, de estruturas e de instalações.

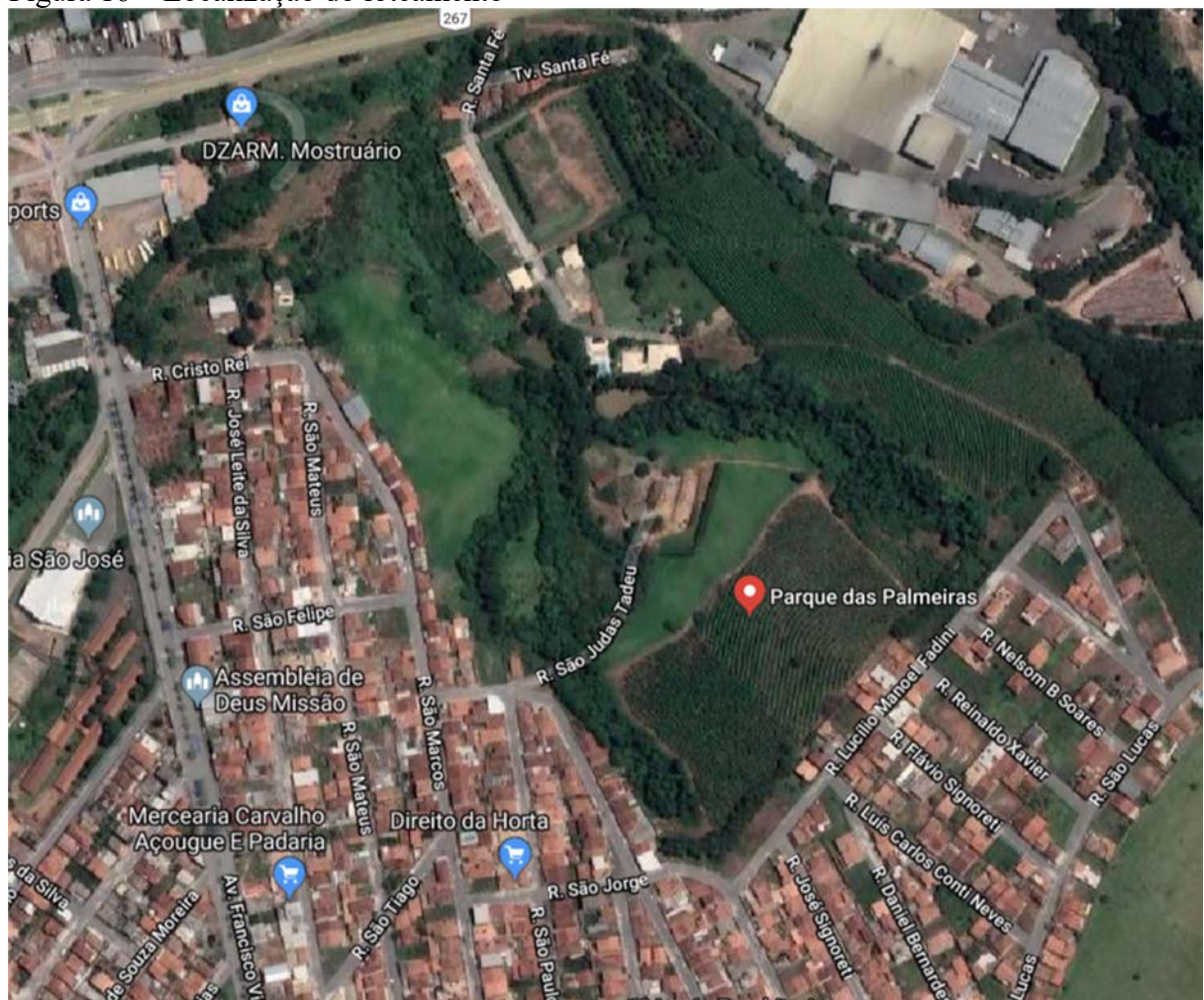
Após a modelagem, foram procurados pontos de incompatibilizações para que se tivesse uma conclusão do efeito de se projetar toda residência por um único projetista.

4 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

A edificação, estudo de caso, situa-se na Cidade de Machado – MG, em um loteamento que está sendo construído chamado Parque das Palmeiras, localizado ao lado do bairro Jardim dos Oliveiras e próximo a Rodovia MG-453 como apresentado na figura 16.

Figura 16 – Localização do loteamento



Fonte: Google maps (2018)

O terreno conta com 200,19 m² de área. A figura 17 demonstra a delimitação do lote em relação às ruas, uma vez que o se situa na Rua Betânia – Quadra L, Lote 10. No mapa se verifica que ainda não há nenhuma rua ou delimitação de lotes, esta fase de pavimentação está em andamento e não estava em execução na data em que a foto por satélite foi tirada sobre o município.

Quadro 4 – Programa de necessidades

Obra	Construção de Residência Unifamiliar		
Endereço da Obra	Rua	Betânia	
	Quadra	L	
	Lote	10	
	Bairro	Parque das Palmeiras	
	Cidade	Machado - MG	
Moradores			
Nome	Idade	Ocupação	Hobbies
John Lenonn	28	Motorista	Ler, assistir séries ou filmes
Thaíara Matias	24	Auxiliar de Escritório	Assistir séries ou filmes, Viajar
João Lucas	2		
Ambientes			
Nome	Necessidades		Dimensões equipamentos específicos
Sala de TV	Painel e rack, 1 sofá maior e 1 poltrona		Painel 3.00 altura x 2.80 comprimento, sofá 2.80 comprimento
Dormitório Suíte	Cama casal, Guarda roupas 6 portas , 2 criados, rack e painel		
Dormitório Filho	Guarda Roupa 4 portas, cama solteiro, escrivaninha, criado.		
Dormitório Visita	Cama casal, poltrona , 2 criados		
Banheiro Suíte	Lavatório com 2 cubas, Vaso Sanitário ,chuveiro.		
Banheiro Social	Lavatório, Vaso, chuveiro.		
Sala de Jantar	Mesa		Pode ser conjugada com a cozinha.
Cozinha	Pia Bancada com armários		Cooktop ao lado da pia. Granito Preto.
Garagem	Alta, 2 carros		Altura que caiba uma van
Área Gourmet	Pia e bancada, Balção para banquetas, churrasqueira.		
Lavanderia	Espaço para maquina de lavar e tanquinho, tanque		
Informações Adicionais			
“Gostaríamos que a casa fosse somente na parte de cima, em baixo vai ficar fechado porque mais pra frente pretendemos fazer um deposito para mercadorias.”			

Fonte: Produção do próprio autor

Houve também um forte desejo para que a fachada seguisse os padrões da referência enviada conforme Figura 18.

Figura 18 – Referências de fachada



Fonte: Enviado pelo proprietário²

4.2.2 Visita ao local

Foi feita uma visita ao local para ter um contato com as dimensões do terreno e as arquiteturas vizinhas. Recebendo a planta topográfica, verificou-se que o terreno apresentou uma divergência de 0,04 m² do que consta na escritura, a qual informa que possui 10 metros de frente, confrontando em seu lado esquerdo com o lote 09 pelo comprimento de 19,94 m e em seu lado direito com o lote 11 pelo comprimento de 20,09 m, equivalendo-se a uma área de 200,15m². A imagem do terreno pode ser observada na figura 19.

Figura 19 – Terreno em estudo



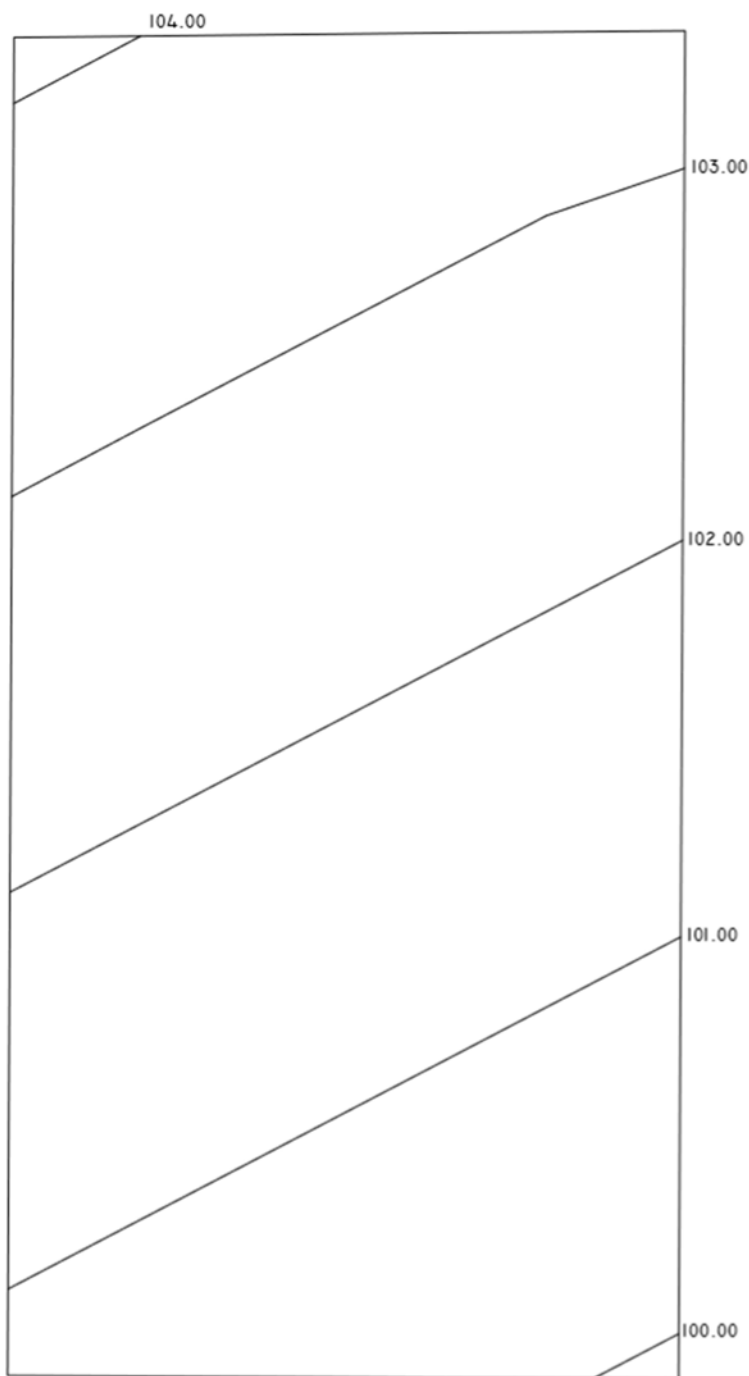
Fonte: Produção do próprio autor

² Imagem enviada de modo informal, e portanto, não consultado em nenhuma referência bibliográfica.

Observa-se que no momento da foto, o loteamento ainda não possuía suas infraestruturas e, portanto a inexistências de residências no mesmo logradouro. Apenas na rua superior que pertence ao bairro adjacente que apresenta algumas casas de baixo padrão.

Viu-se então a característica do terreno e a possibilidade de aproveitar sua topografia como mostrada na figura 20.

Figura 20 – Topografia do terreno

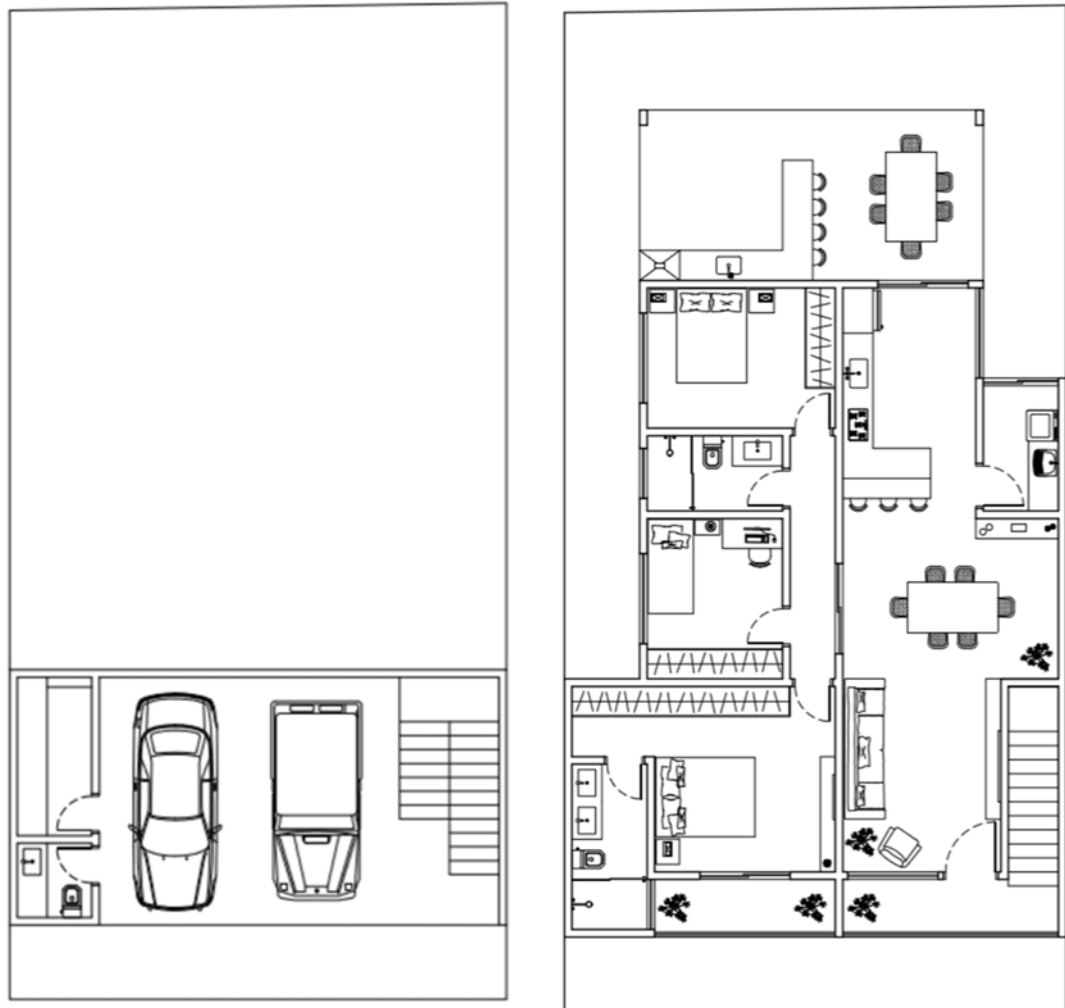


Fonte: Obtido através do engenheiro responsável do loteamento assim como a figura 17.

4.2.3 Estudo Preliminar

Foi elaborado um primeiro estudo para apresentação ao cliente conforme ilustrado na Figura 21.

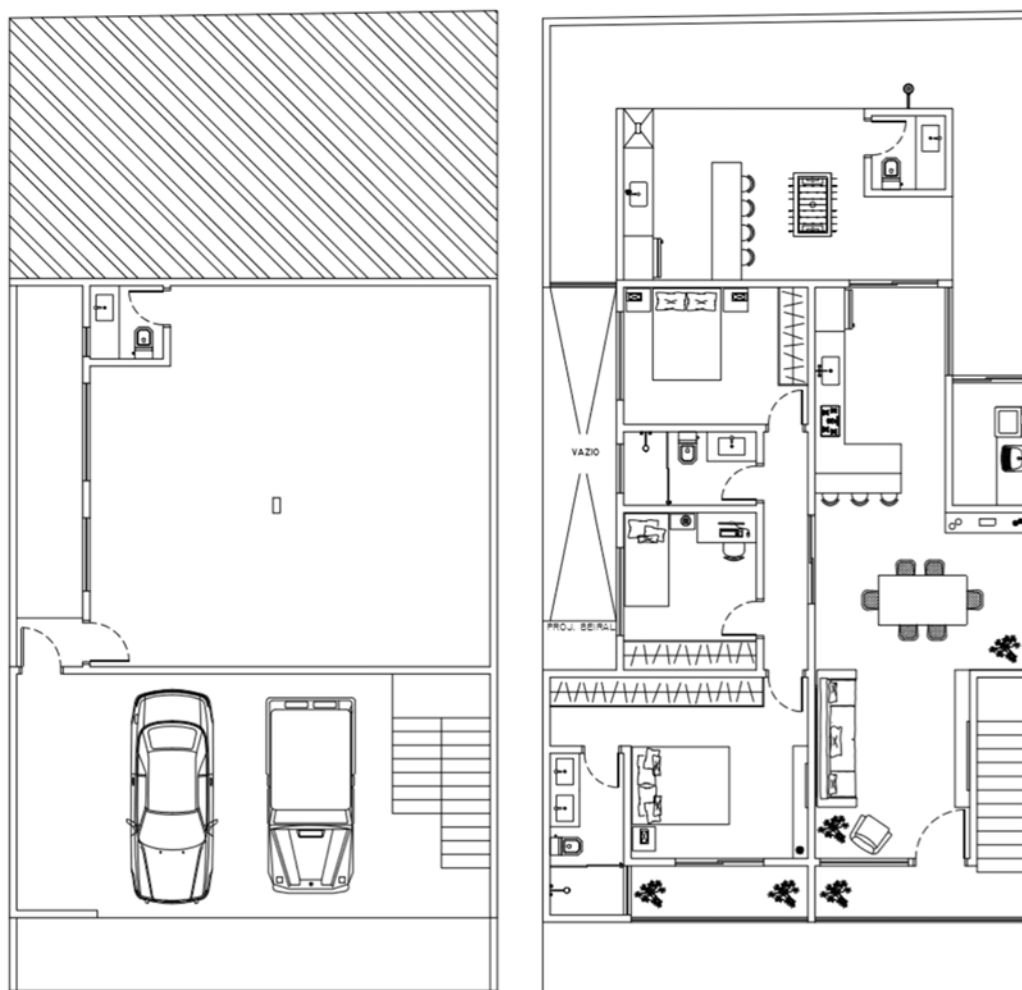
Figura 21 – Estudo preliminar 01 sem escala



Fonte: Produção do próprio autor

Após apresentado ao cliente, foram solicitadas algumas mudanças como a criação de um espaço atrás da garagem para servir de depósito juntamente com um lavabo, retirar este ambiente juntamente com o depósito do lado da garagem deixando ela mais livre e espaçosa, com isso, haveria a necessidade de criar portas de acesso ao corredor lateral e a esse depósito. O restante da casa foi dado como satisfeito e não foi preciso fazer mudanças. Também foi solicitado um lavabo na área gourmet e o estudo de número 2 (dois) pode ser ilustrado na Figura 22.

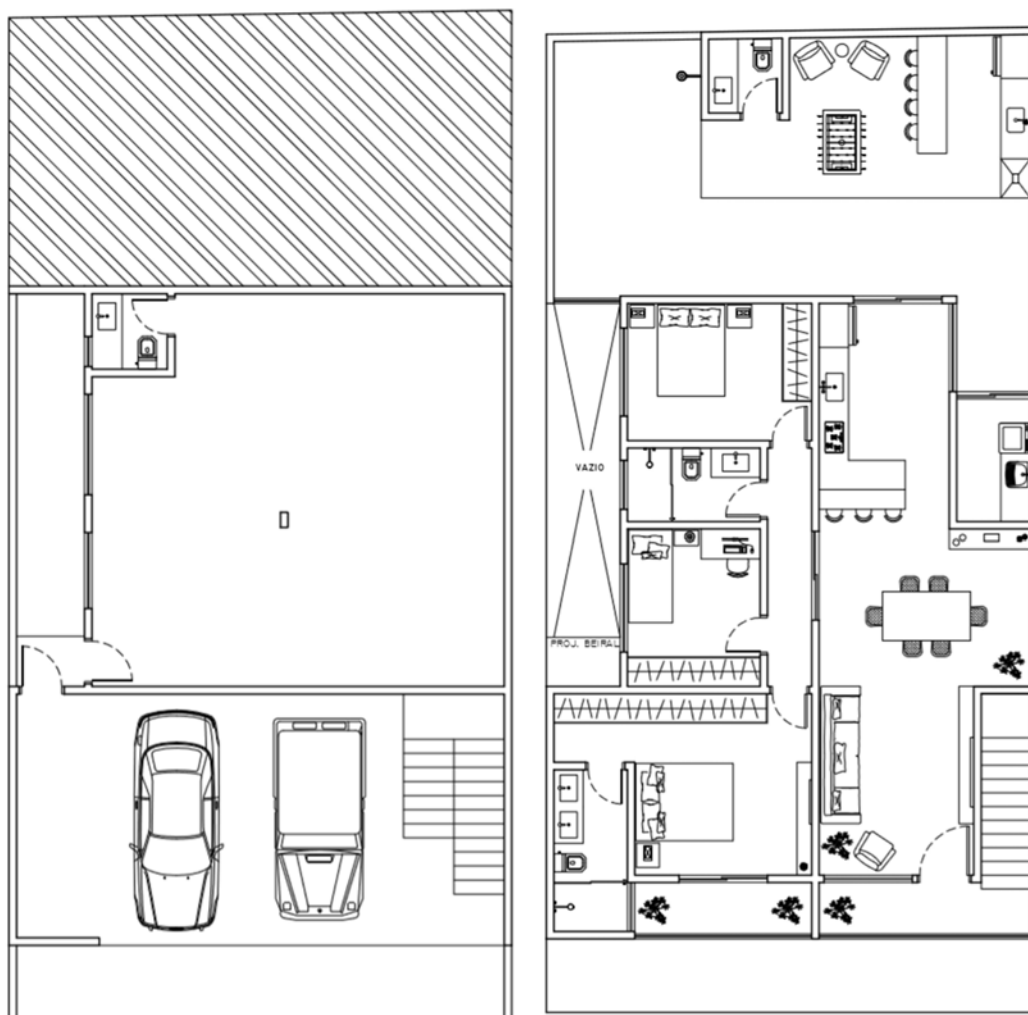
Figura 22 – Estudo preliminar 02 sem escala



Fonte: Produção do próprio autor

Após apresentado o segundo estudo ao cliente, o pavimento inferior foi aprovado, porém este decidiu fazer uma alteração que diferia da ideia inicial do projeto que era desmembrar a área gourmet do restante da residência, encostando-a para no muro dos fundos, e assim foi feito conforme na Figura 23.

Figura 23 – Estudo preliminar 03 sem escala

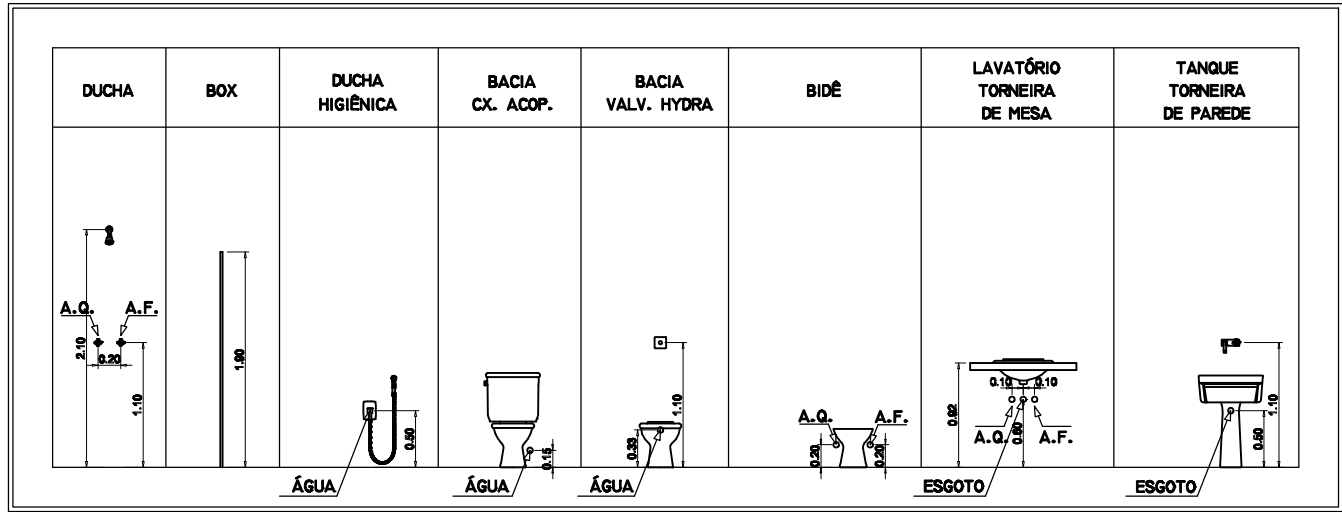
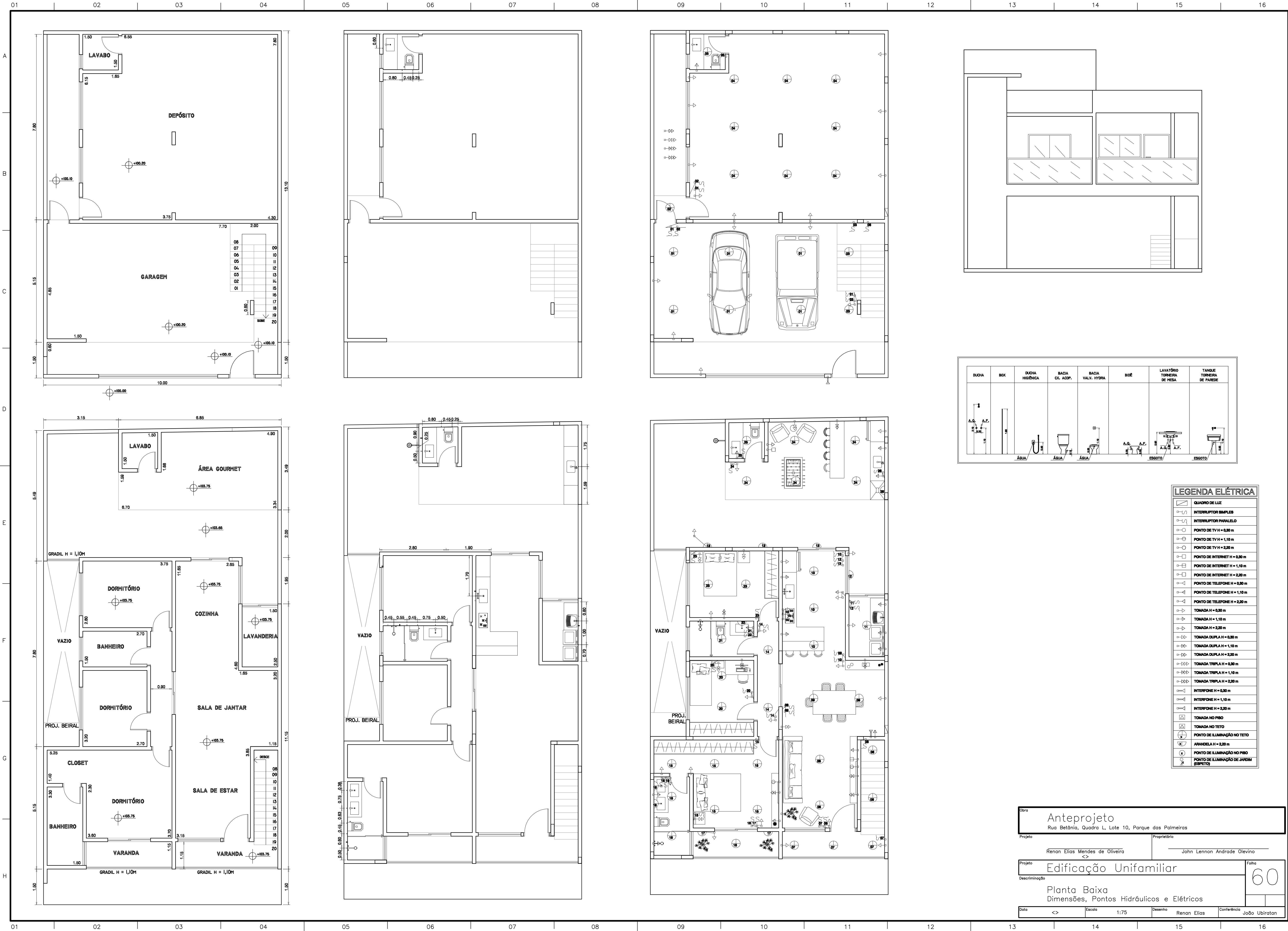


Fonte: Produção do próprio autor

E desse modo foi aprovado pelo cliente para que se prosseguissem as próximas etapas.

4.2.4 Anteprojeto

Foram desenvolvidos as medidas corretas e os elementos de cada projeto como ilustrado na folha seguinte:

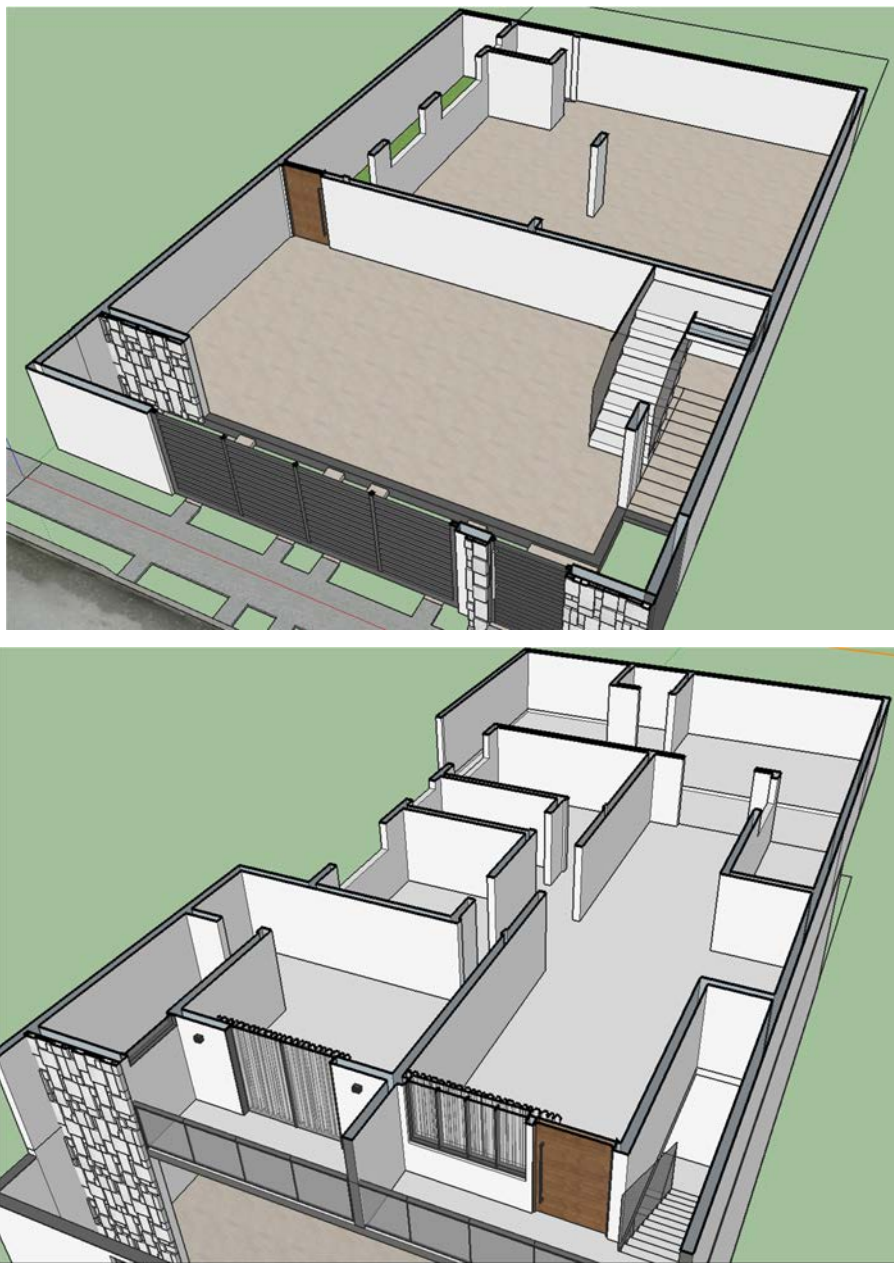


LEGENDA ELÉTRICA	
	QUADRO DE LUZ
	INTERRUPTOR SIMPLES
	INTERRUPTOR PARALELO
	PONTO DE TV H = 0,30 m
	PONTO DE TV H = 1,10 m
	PONTO DE TV H = 2,20 m
	PONTO DE INTERNET H = 0,30 m
	PONTO DE INTERNET H = 1,10 m
	PONTO DE INTERNET H = 2,20 m
	PONTO DE TELEFONE H = 0,30 m
	PONTO DE TELEFONE H = 1,10 m
	PONTO DE TELEFONE H = 2,20 m
	TOMADA H = 0,30 m
	TOMADA H = 1,10 m
	TOMADA H = 2,20 m
	TOMADA DUPLA H = 0,30 m
	TOMADA DUPLA H = 1,10 m
	TOMADA DUPLA H = 2,20 m
	TOMADA TRIPLA H = 0,30 m
	TOMADA TRIPLA H = 1,10 m
	TOMADA TRIPLA H = 2,20 m
	INTERFONE H = 0,30 m
	INTERFONE H = 1,10 m
	INTERFONE H = 2,20 m
	TOMADA NO PISO
	TOMADA NO TETO
	PONTO DE ILUMINAÇÃO NO TETO
	ARANDELA H = 2,20 m
	PONTO DE ILUMINAÇÃO NO PISO
	PONTO DE ILUMINAÇÃO DE JARDIM (EXTERNO)

Obra		Anteprojeto	
Projeto		Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras	
Proprietário		Renan Elias Mendes de Oliveira	
Projeto		John Lennon Andrade Olevino	
Descrição		Edificação Unifamiliar	
Data		1:75	
Escala		Desenho	
Data		Renan Elias	
Escala		Conferência	
Data		João Ubiratan	

A volumetria pode ser feita a partir do software SketchUp para uma melhor visualização do cliente conforme Figura 24.

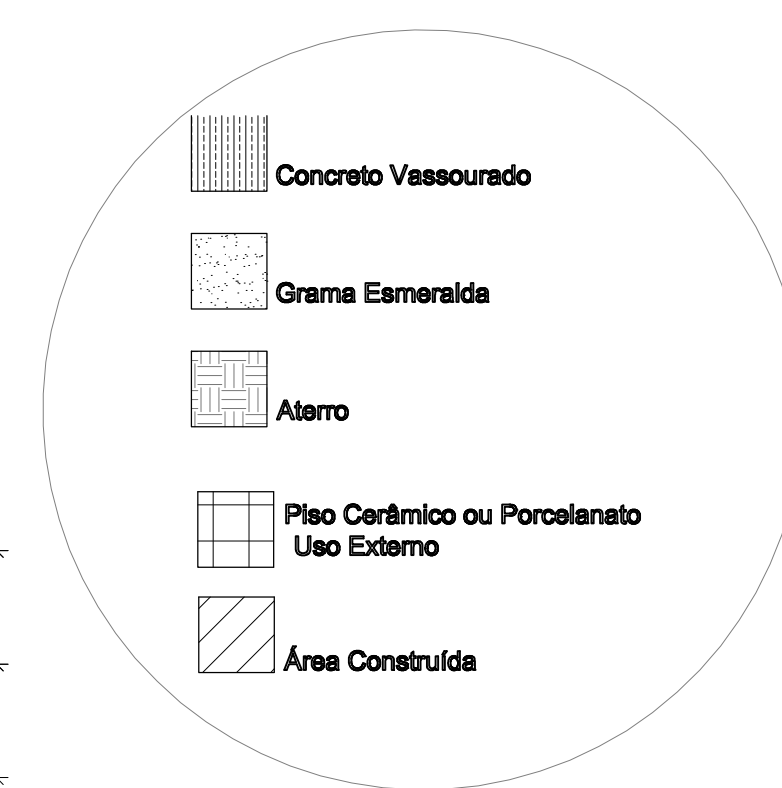
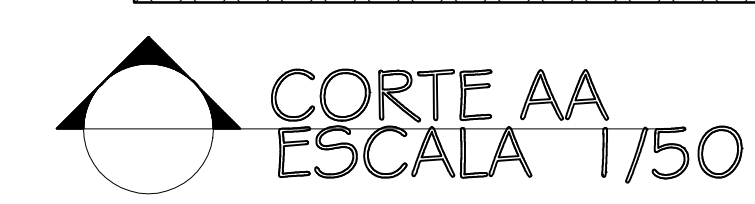
Figura 24 - Volumetria da residência



Fonte: Produção do próprio autor

4.2.5 Projeto Legal

O projeto legal pode ser apresentado na folha que se segue:

[illegible]

4.2.6 Projeto Executivo

O projeto Executivo Arquitetônico final seguiu as compatibilizações das locações dos pilares e das alturas das vigas que podem ser vistas nos cortes, onde eventualmente algumas delas podem ser escondidas através da instalação de forro de gesso.

O projeto executivo em questão conta com a planta baixa do pavimento térreo e superior, planta de cobertura, cortes longitudinal e transversal, elevação da fachada, planta topográfica, de implantação, orientação magnética, quadro de áreas, planta de esquadrias com sua tabela, e planta com o layout dos móveis.

Além desses desenhos, utilizando o SketchUp, foi feita uma renderização através plugin V-ray para que ficasse explícito como a fachada deveria ficar no modelo real. Esta representação pode ser observada na Figura 25.

Figura 25 – Fachada

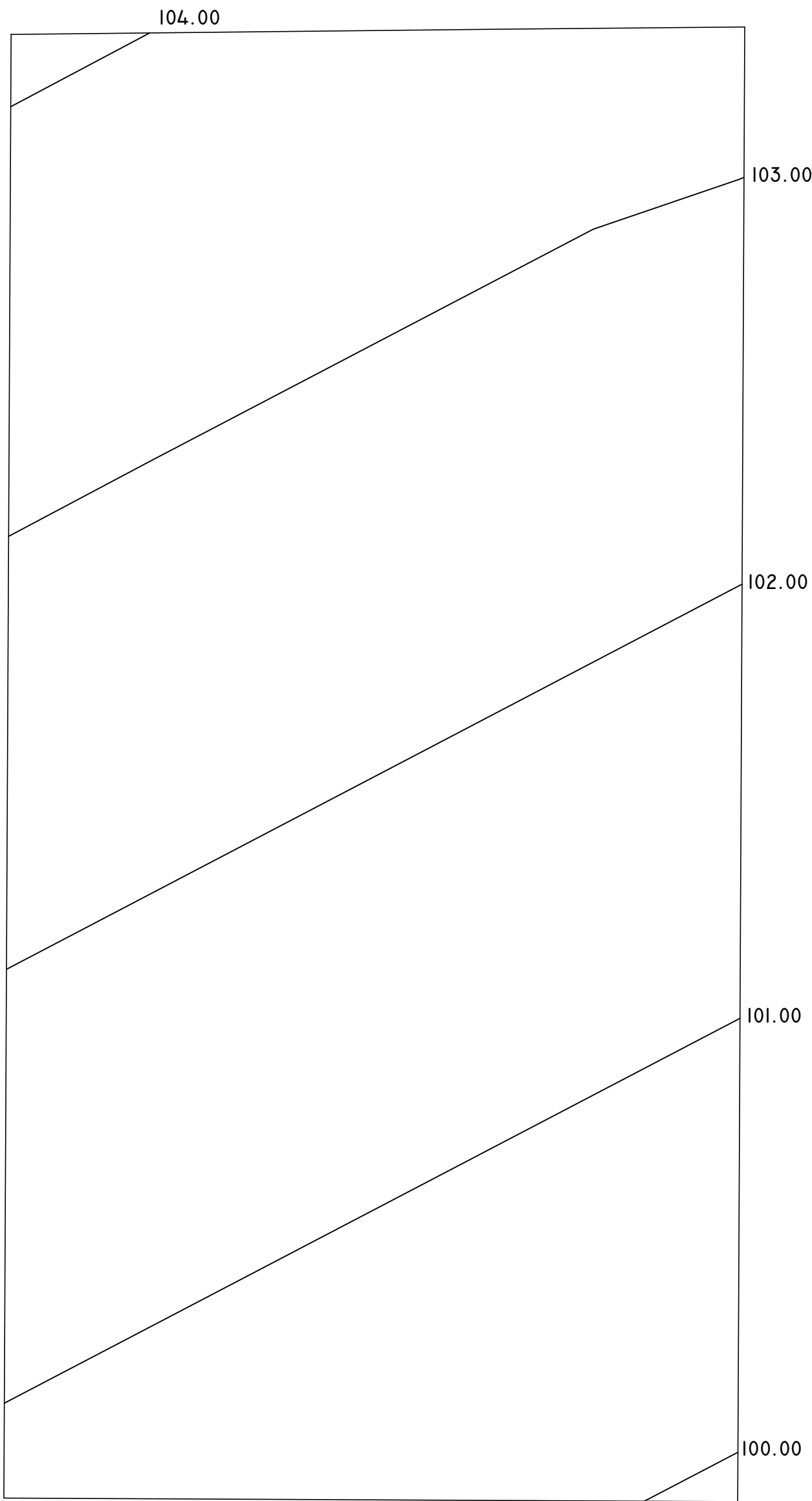


Fonte: Produção do próprio autor

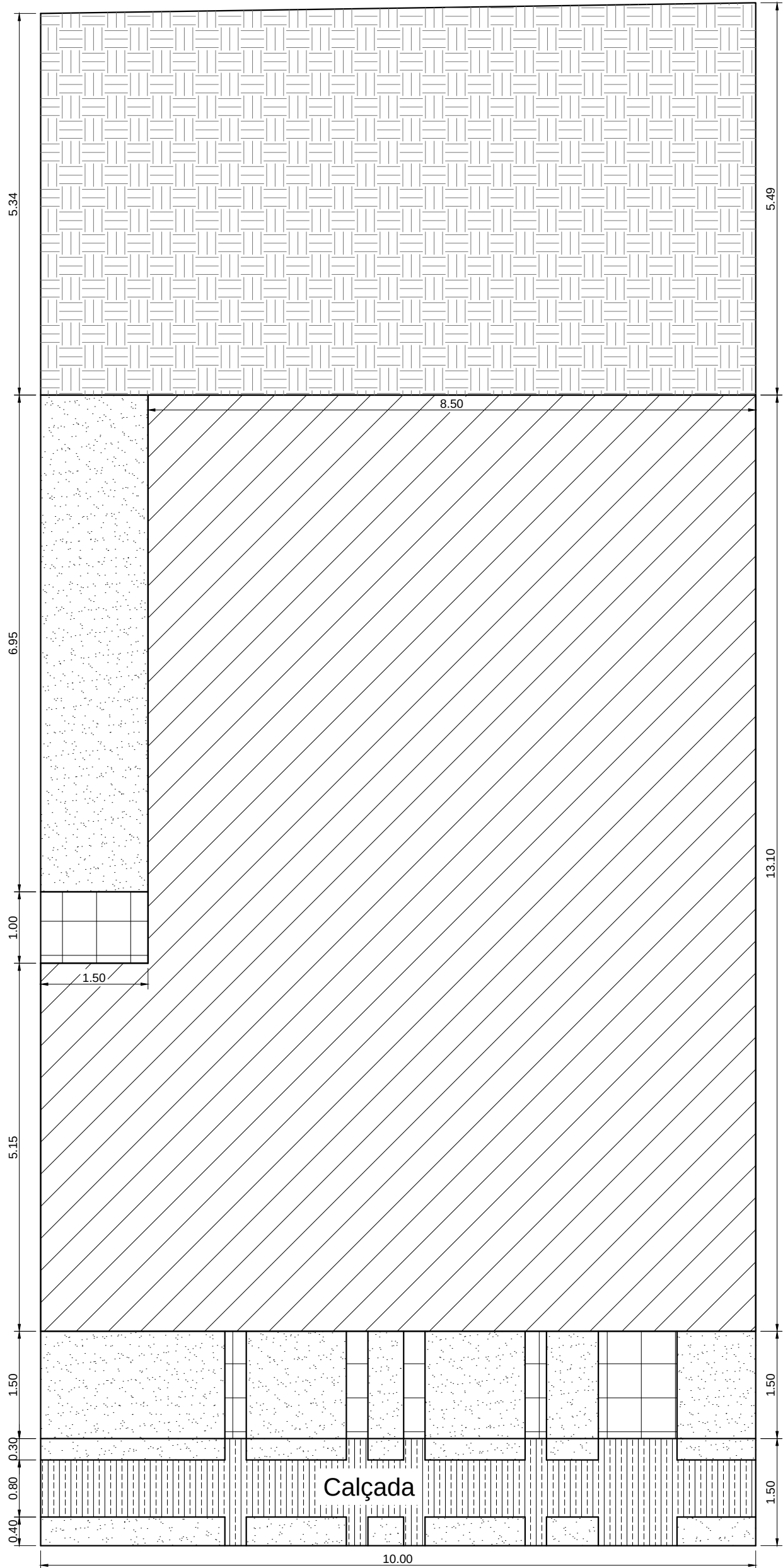
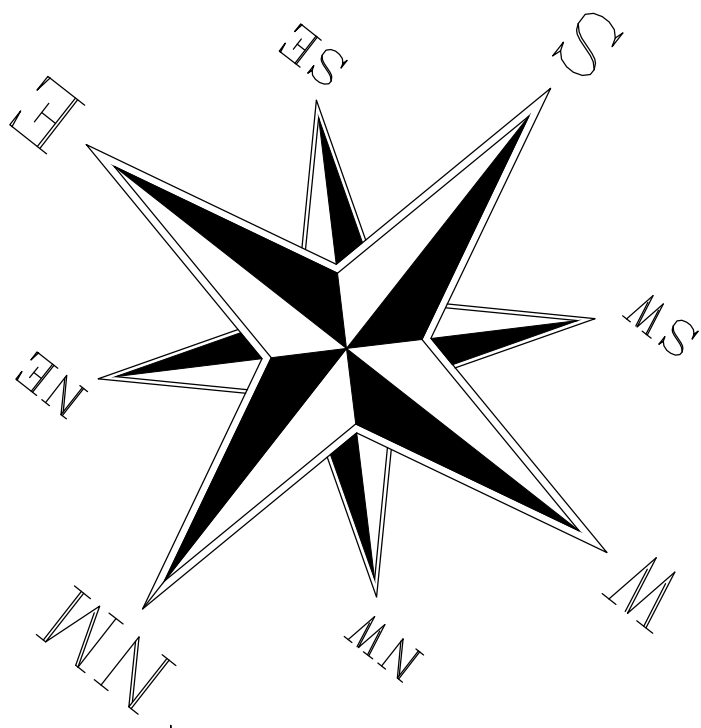
Esta imagem foi obtida através de conversa com o proprietário e aprovação de cores e revestimentos. O revestimento utilizado foi a pedra São Tomé, para que desse um contraste com a cor escura do portão e da platibanda da sala. Dessa forma, o projeto executivo detalhado apresenta-se nas 3 (três) pranchas a seguir:



Obra			
Projeto de Edificação			
Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras			
Projeto	Renan Elias Mendes de Oliveira		Proprietário
	<>		John Lennon Andrade Olevino
Projeto	Edificação Unifamiliar		
Descrição	Planta Baixa		
	Cobertura e Elevações		
Data	<>	Escala	1:75
		Desenho	Renan Elias
		Conferência	João Ubiratan



Planta Topográfica
escala 1:75



Implantação Térreo
escala 1:75

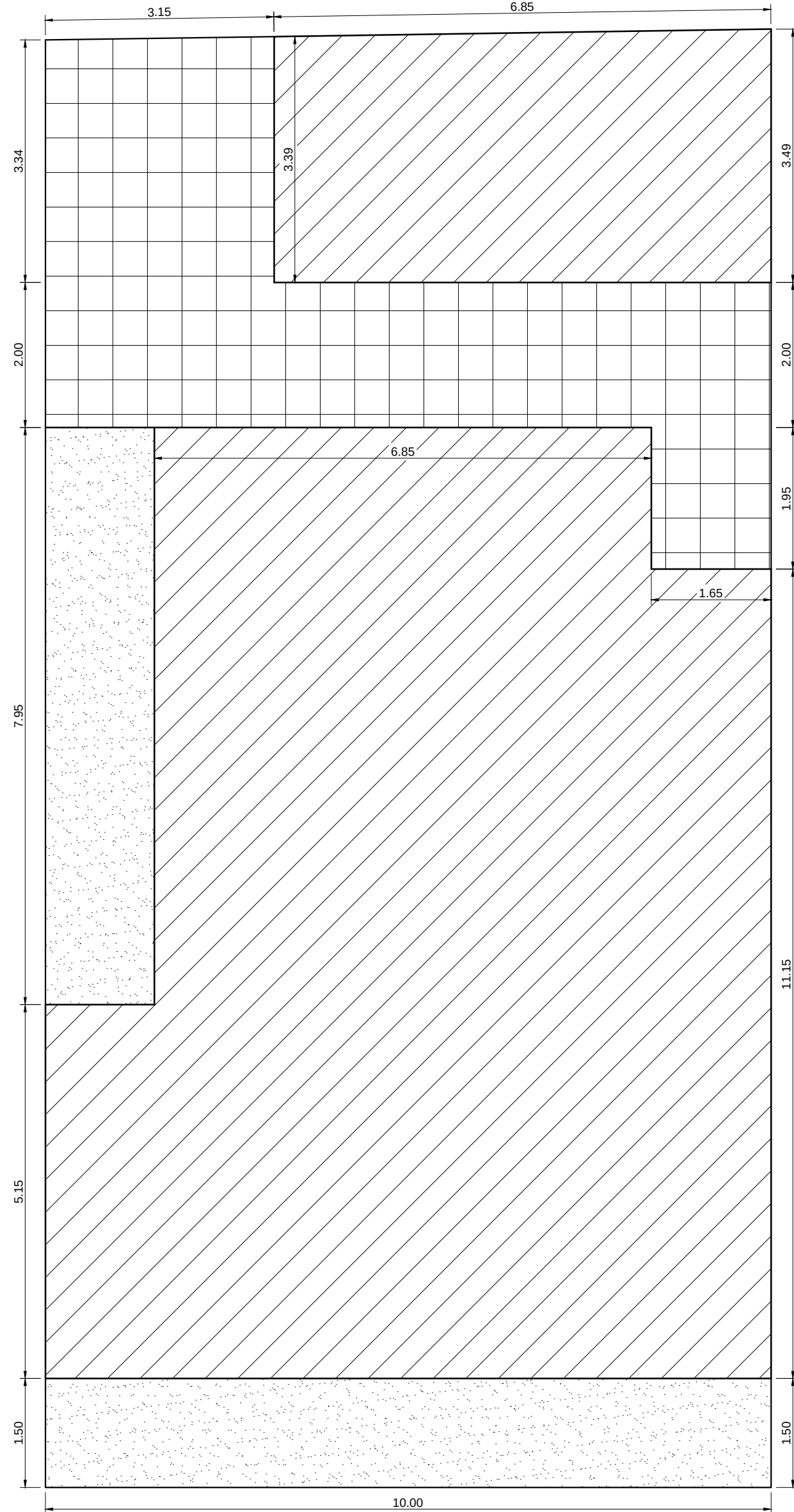
Concreto Vassourado

Grama Esmeralda

Aterro

Piso Cerâmico ou Porcelanato
Uso Externo

Área Construída

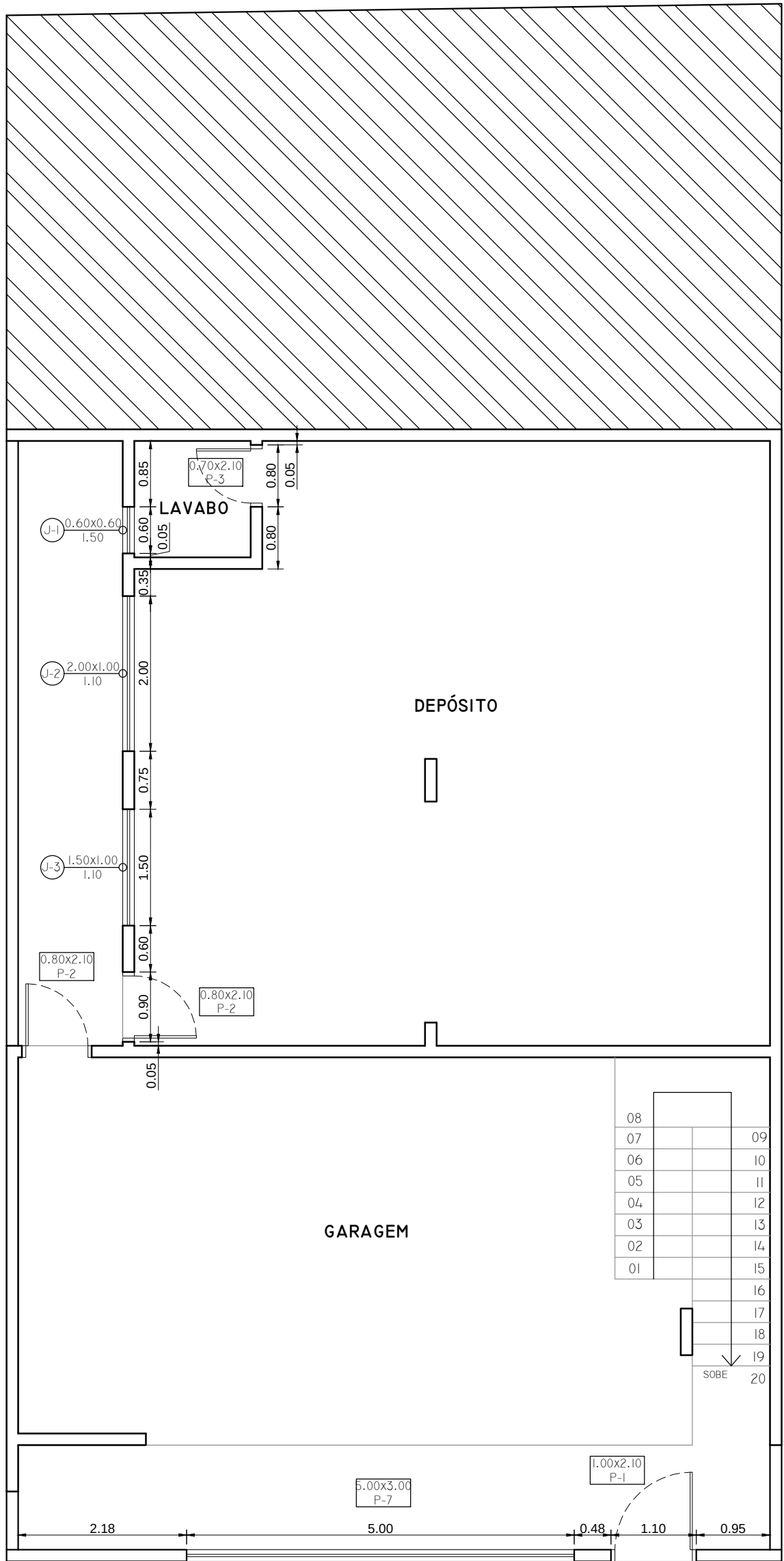


Implantação Superior
escala 1:75

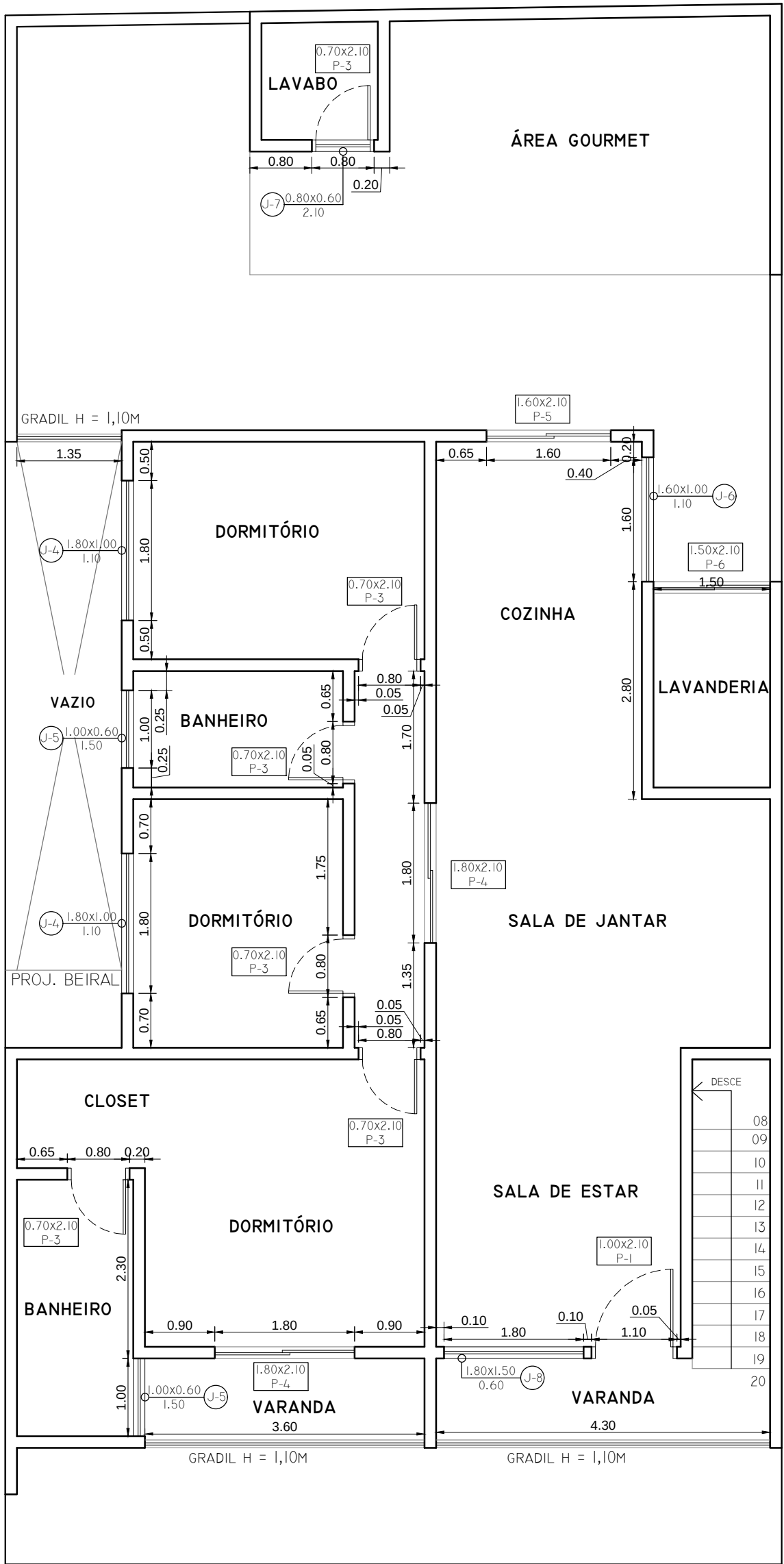
QUADRO DE ÁREAS

TERRENO	200.15 m ²
Área a Construir - Térreo	119.08 m ²
Área a Construir - Superior	139.41 m ²
Total	258.49 m ²
Área Permeável	22.27 m ²
Coefficiente de Aproveitamento	1,29
Taxa de Ocupação	69,65%
Percentual de Permeabilidade	11,13%

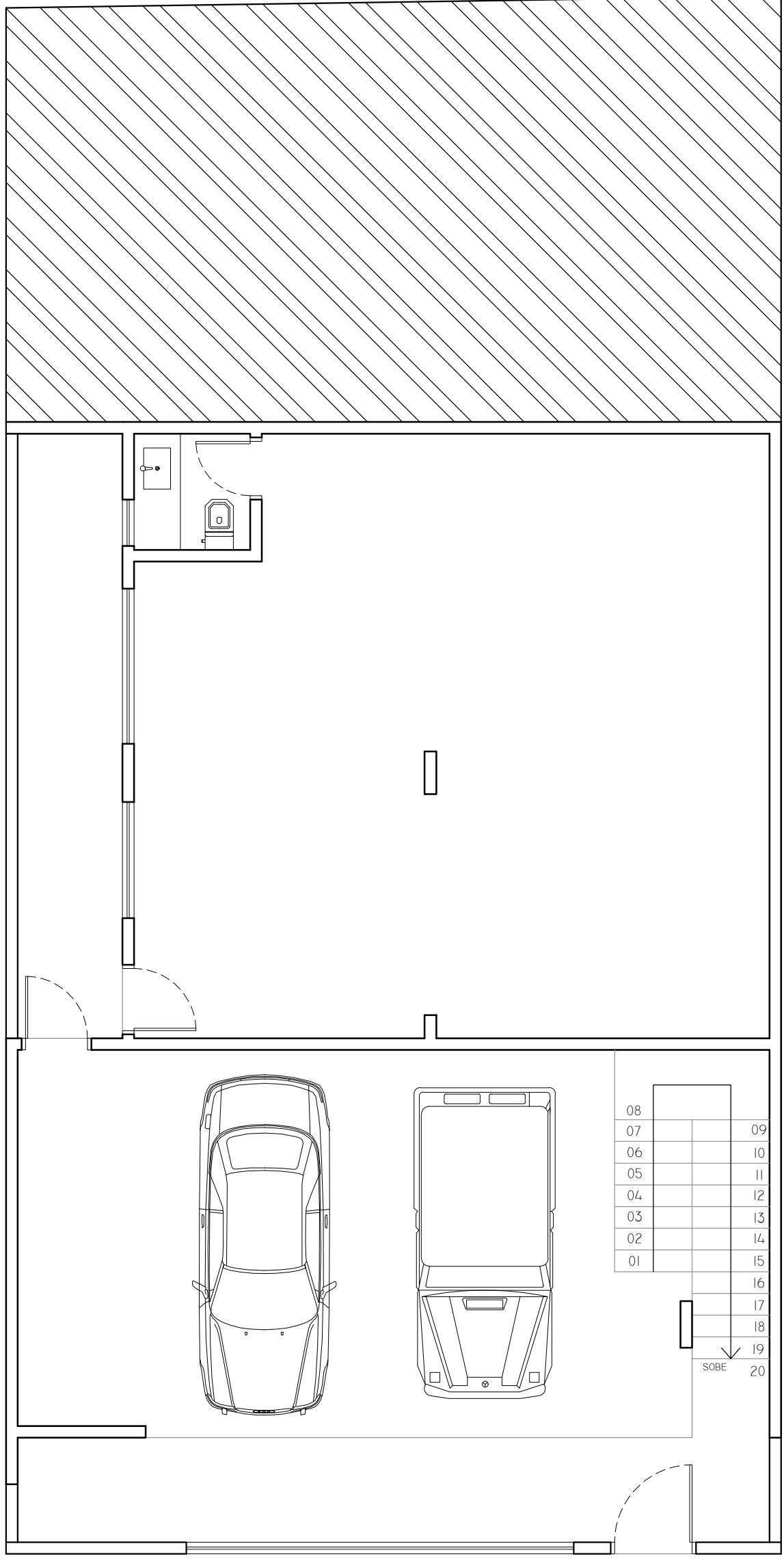
Obra			
Projeto de Edificação			
Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras			
Projeto	Proprietário		
Renan Elias Mendes de Oliveira	John Lennon Andrade Olevino		
Projeto	Folha		
Edificação Unifamiliar			65
Descrição	Implantação Topografia		Conj. Fia./Conj.
Data	Escala	Desenho	Conferência
<>	1:75	Renan Elias	João Ubiratan



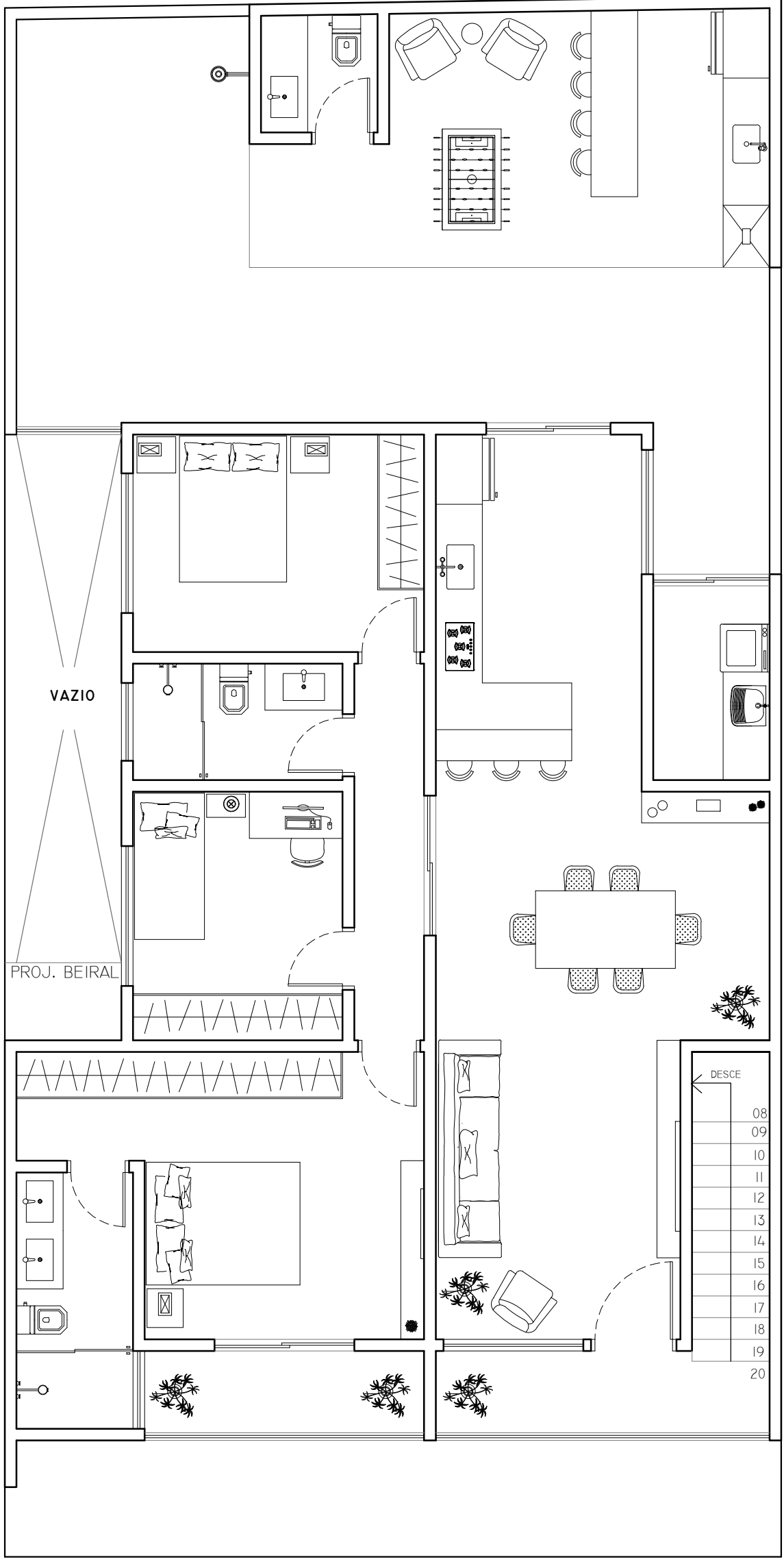
Esquadrias Térreo
escala 1:75



Esquadrias Superior
escala 1:75



Layout Térreo
escala 1:75



Layout Superior
escala 1:75

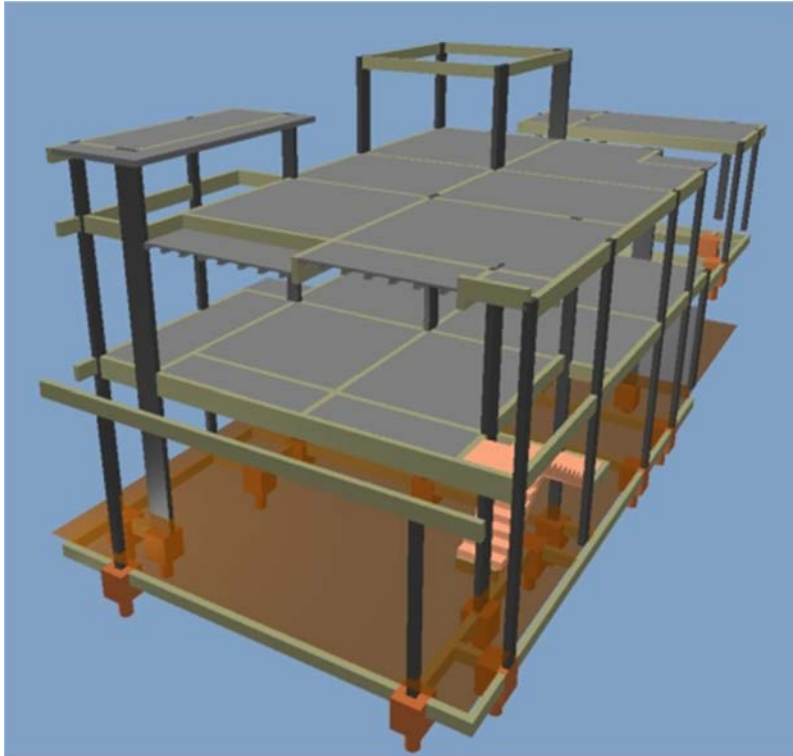
QUADRO DE ABERTURAS				
ABERTURAS	LARGURA	ALTURA	PEITORIL	QUANTIDADE
P-1	1.00	2.10	—	2
P-2	0.80	2.10	—	2
P-3	0.70	2.10	—	7
P-4	1.80	2.10	—	2
P-5	1.60	2.10	—	1
P-6	1.50	2.10	—	1
P-7	5.00	3.20	—	1
J-1	0.60	0.60	1.50	1
J-2	2.00	1.00	1.10	1
J-3	1.50	1.00	1.10	1
J-4	1.80	1.00	1.50	2
J-5	1.00	0.60	1.50	2
J-6	1.60	1.00	1.50	1
J-7	0.80	0.60	2.10	1
J-8	1.80	1.50	0.60	1

Obra			
Projeto de Edificação			
Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras			
Projeto	Proprietário		
Renan Elias Mendes de Oliveira	John Lennon Andrade Olevino		
Projeto			Folha
Edificação Unifamiliar			66
Descrição			Conj. / Fa. / Conj.
Esquadrias Layout			
Data	Escala	Desenho	Conferência
<>	1:75	Renan Elias	João Ubiratan

4.3 ESTRUTURAL

O modelo 3D da estrutura pode ser mostrado como na figura 26, onde podem ser vistos os pilares, vigas, lajes e escada.

Figura 26 – Distribuição das cargas verticais



Fonte: Produção do próprio autor

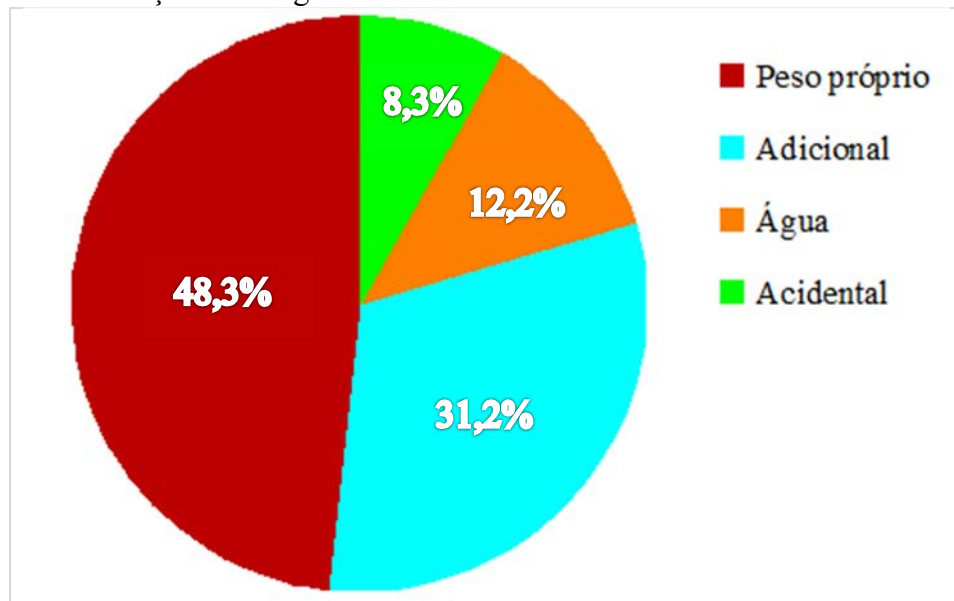
O diagnóstico da estrutura pode ser observado nas análises abaixo:

Tabela 1 – Distribuição das cargas verticais

Ação	Carregamentos (kN)	Percentual (%)
Peso próprio	1501.30	48.3%
Adicional	970.13	31.2%
Acidental	256.78	8.3%
Água	378.80	12.2%
TOTAL	3107.00	100.0%

Fonte: Produção do próprio autor

Figura 27 – Distribuição das cargas verticais



Fonte: Produção do próprio autor

Tabela 2 – Relação de carga por área

Pavimento	Carregamentos (kN)	Área (m ²)	Carga/área (kN/m ²)
Caixa D'água	116.99	13.20	8.86
Superior	1261.03	128.54	9.81
Térreo	1197.37	119.74	10.00
Baldrame	531.62	-	-
TOTAL	3107.00	261.48	11.88

Fonte: Produção do próprio autor

Tabela 3 – Força devido ao vento

Pavimento	Força X (kN)	Força Y (kN)
Caixa D'água	22.61	6.12
Superior	55.76	19.98
Térreo	68.71	25.68
Baldrame	8.35	3.56
TOTAL	155.43	55.34

Fonte: Produção do próprio autor

Tabela 4 – Estabilidade global

Parâmetro	x	y
Gama-Z	1.04 (lim 1.10)	1.09 (lim 1.10)
Deslocamento horizontal (cm)	0.46 (lim 0.57)	0.09 (lim 0.57)
Deslocamento máximo dos pilares (cm)*	0.62	0.43
Deslocamento médio dos pilares (cm)*	0.45	0.24
Deslocamento máximo dos pilares* / Htotal	1/1577	1/2259
Deslocamento médio dos pilares* / Htotal	1/2146	1/4004

* Deslocamento dos pilares do último pavimento

Fonte: Produção do próprio autor

Tabela 5– Processo P-Delta – deslocamento no topo da edificação

Carregamento	Inicial	Final	Variação
Acidental	0.04	0.04	+3.23%
Água	0.04	0.05	+2.38%
Vento X+	1.49	1.54	+3.90%
Vento X-	1.49	1.54	+3.90%
Vento Y+	0.31	0.31	+2.13%
Vento Y-	0.31	0.31	+2.13%
Desaprumo X+	0.06	0.06	+4.35%
Desaprumo X-	0.06	0.06	+4.35%
Desaprumo Y+	0.03	0.04	+2.34%
Desaprumo Y-	0.03	0.04	+2.34%

Fonte: Produção do próprio autor

Tabela 6– Índice do consumo de materiais

Elemento	Consumo por área			Consumo por volume de concreto	
	Concreto (m³/m²)	Forma (m²/m²)	Aço (kg/m²)	Forma (m²/m³)	Aço (kg/m³)
Vigas	0.08	1.36	6.95	16.42	83.73
Pilares	0.03	0.68	11.04	19.63	318.51
Lajes	0.06	0.16	1.77	2.71	30.11
Lajes PM	0.00	0.00	1.05	-	-
Escadas	0.01	0.06	0.28	9.46	41.31
Fundações	0.03	0.19	0.82	6.81	29.59
Reservatórios	0.01	0.22	1.82	14.64	123.09
TOTAL	0.23	2.67	23.73	11.83	105.04

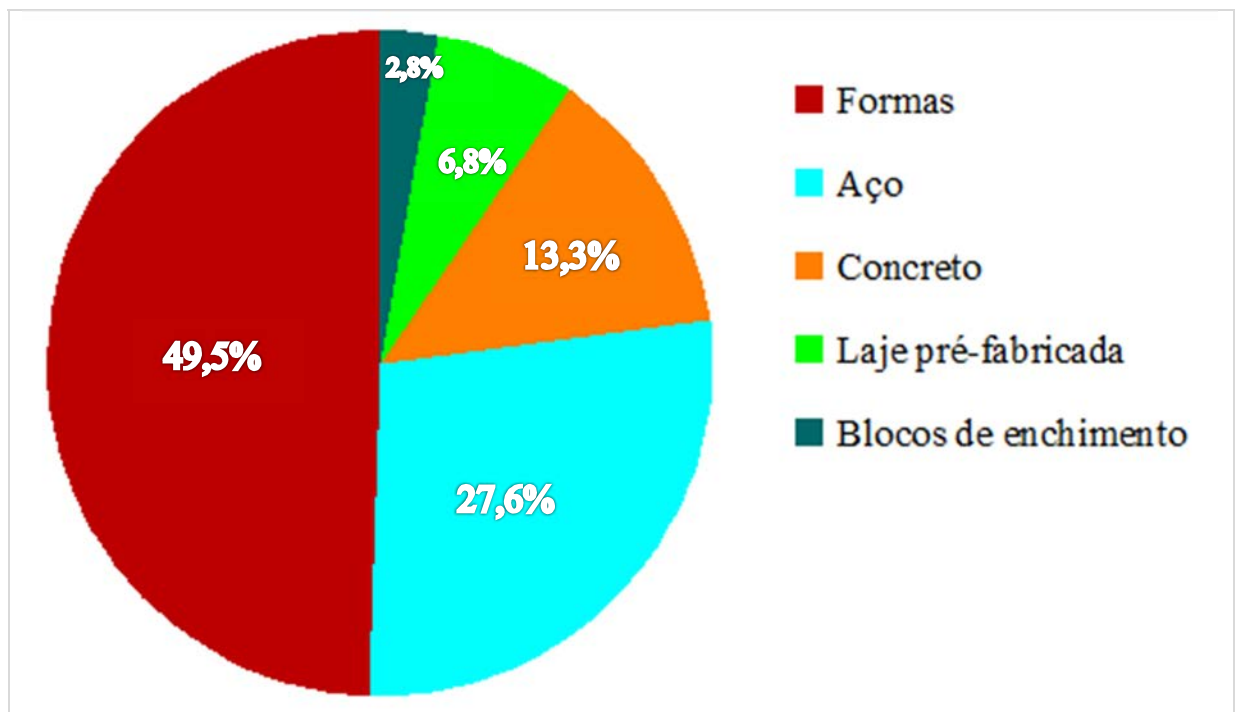
Fonte: Produção do próprio autor

Tabela 7 – Resumo de custos por material

Elemento	Material	Execução	Total
Aço	27854.66	13682.23	41536.89
Concreto	14437.62	5619.19	20056.81
Formas	32024.38	42425.48	74449.85
Laje pré-fabricada	6102.60	4160.69	10263.29
Blocos de enchimento	4188.80	0.00	4188.80
TOTAL	84608.06	65887.58	150495.64

Fonte: Produção do próprio autor

Figura 28 – Distribuição do custo por origem



Fonte: Produção do próprio autor

Tabela 8 – Resumo de custos

Relação custo por área (R\$/m²)			
Pavimento	Material	Execução	Total
Caixa Dagua	396.37	332.26	728.63
Superior	218.31	161.31	379.62
Térreo	329.25	255.03	584.28
TOTAL	323.57	251.98	575.55

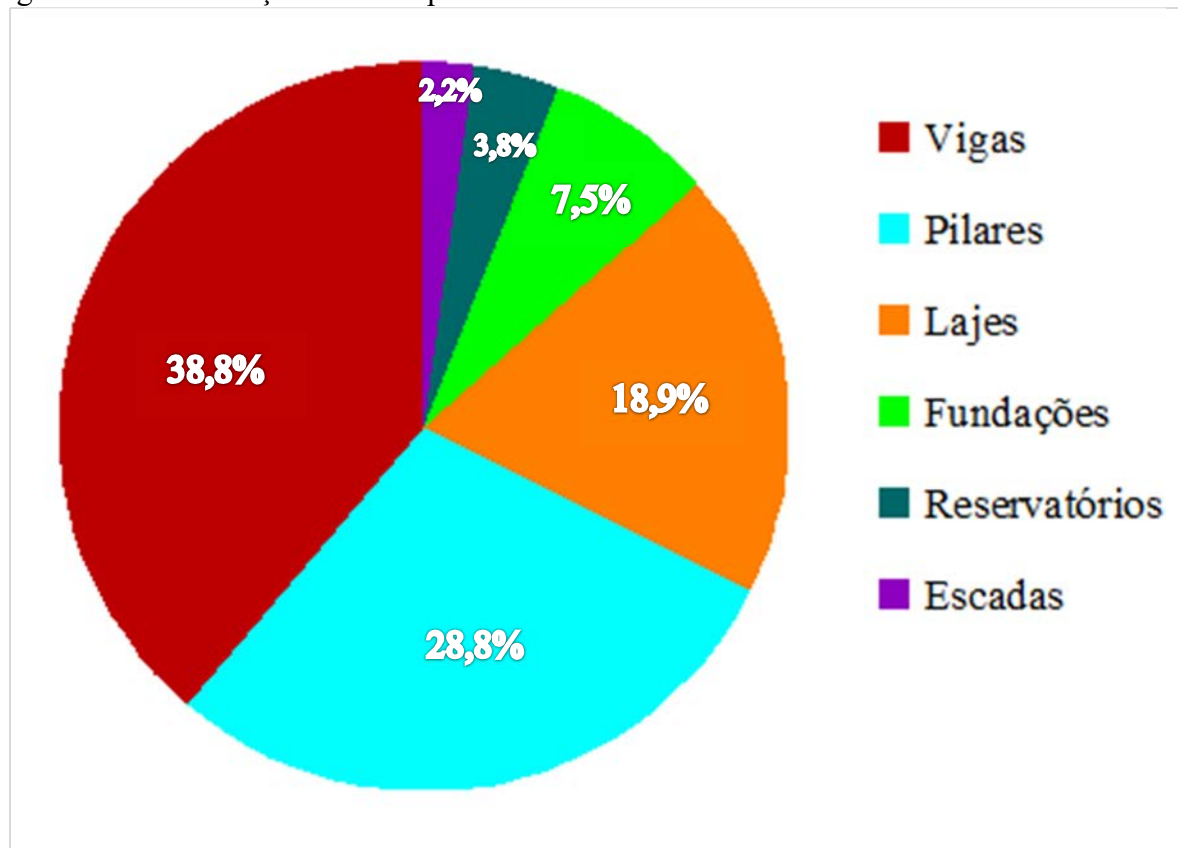
Fonte: Produção do próprio autor

Tabela 9 – Dimensionamento dos elementos

Relação custo por elemento (R\$)				
Elemento	Material	Execução	Total	Média
Vigas	30811.97	27605.62	58417.60	822.78
Pilares	24473.60	18907.50	43381.10	788.75
Lajes	18143.77	10240.70	28384.47	1135.38
Escadas	1545.86	1679.85	3225.71	3225.71
Fundações	6262.46	5064.13	11326.59	390.57
Reservatórios	3370.39	2389.79	5760.17	1152.03
TOTAL	84608.06	65887.58	150495.64	809.12

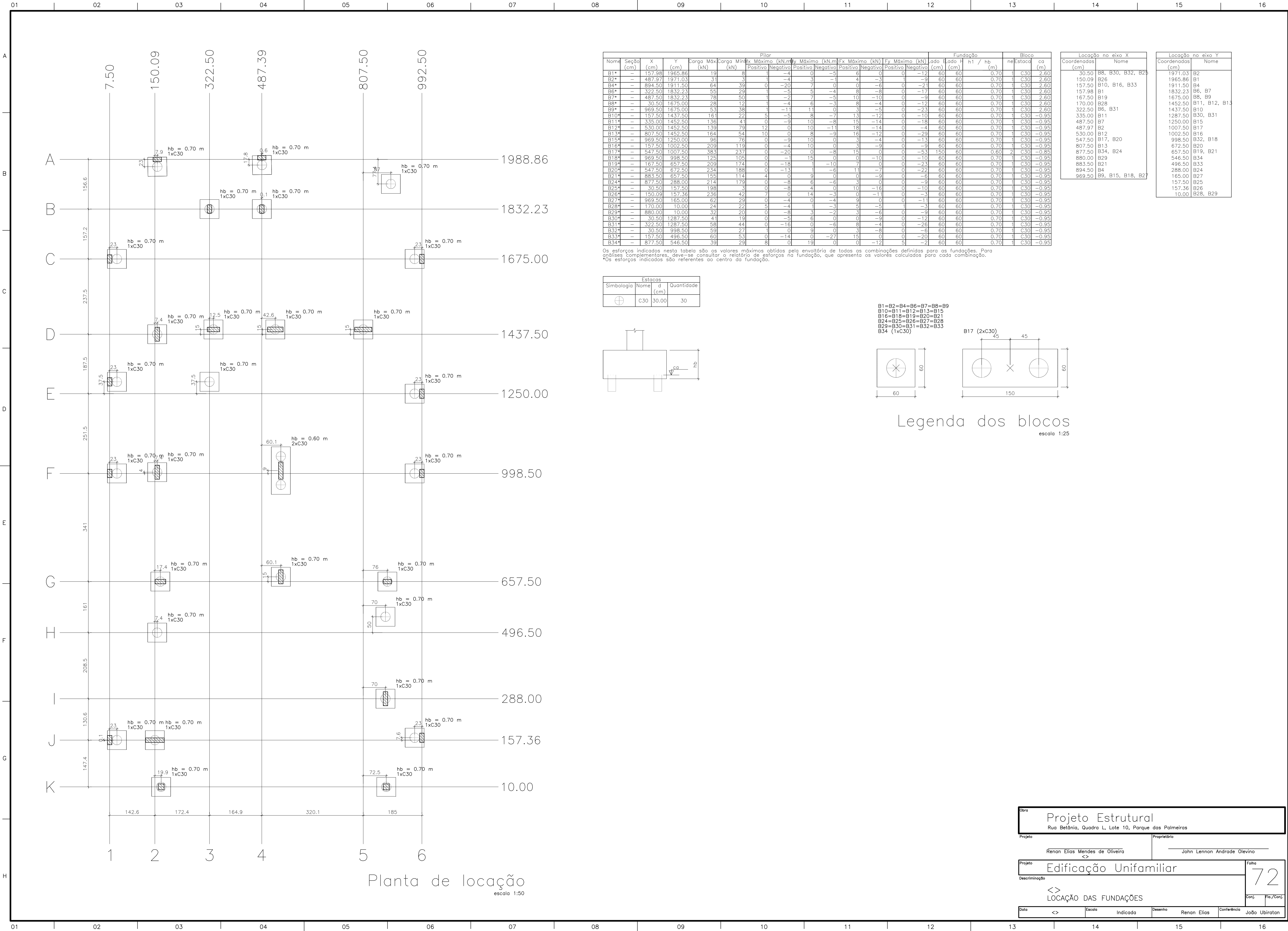
Fonte: Produção do próprio autor

Figura 29 – Distribuição do custo por elemento



Fonte: Produção do próprio autor

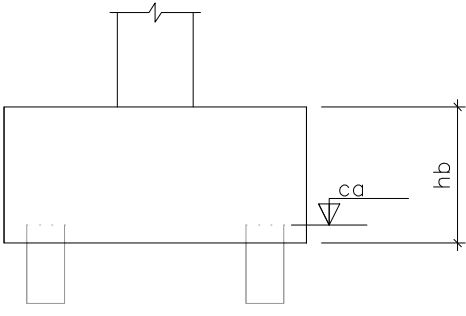
O projeto estrutural detalhado pode ser analisado nas pranchas que se seguem



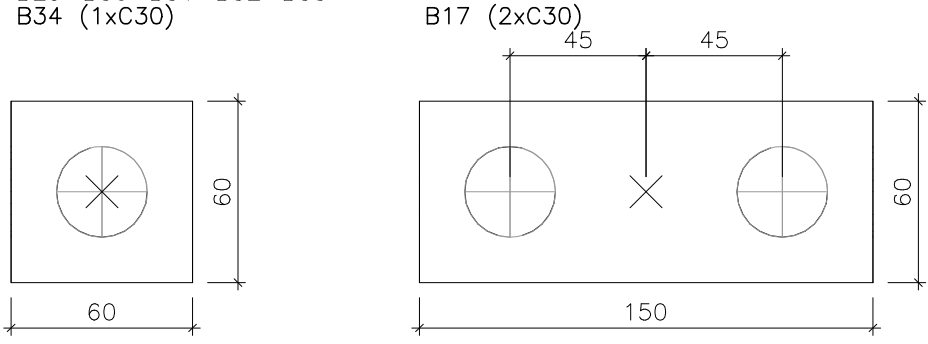
Nome	Seção	X (cm)	Y (cm)	Carga Máx. (kN)	Carga Mín. (kN)	Pilar						Fundação				Bloco			
						Máximo (kN.m)		Mínimo (kN.m)		Fx Máximo (kN)	Fy Máximo (kN)	Lado (cm)	Lado H (cm)	h1 / hb (m)	ne Estaca	co (m)			
						Positivo	Negativo	Positivo	Negativo								Positivo	Negativo	
B1*	-	157.98	1965.86	19	8	1	-4	0	-5	6	0	0	-12	60	60	0.70	1	C30	2.60
B2*	-	487.97	1971.03	31	3	1	-4	3	-1	4	-3	0	-9	60	60	0.70	1	C30	2.60
B4*	-	894.50	1911.50	64	39	0	-20	7	0	0	-6	0	-21	60	60	0.70	1	C30	2.60
B6*	-	322.50	1832.23	55	29	1	-5	5	-4	8	-8	0	-17	60	60	0.70	1	C30	2.60
B7*	-	487.50	1832.23	78	50	1	-2	7	-5	10	-10	0	-9	60	60	0.70	1	C30	2.60
B8*	-	30.50	1675.00	28	12	1	-4	6	-3	8	-4	0	-12	60	60	0.70	1	C30	2.60
B9*	-	969.50	1675.00	53	38	1	-11	11	0	3	-5	0	-23	60	60	0.70	1	C30	2.60
B10*	-	157.50	1437.50	161	22	5	-5	8	-7	13	-12	0	-10	60	60	0.70	1	C30	-0.95
B11*	-	335.00	1452.50	136	41	0	-9	10	-8	15	-14	0	-18	60	60	0.70	1	C30	-0.95
B12*	-	530.00	1452.50	139	79	12	0	10	-11	18	-14	0	-4	60	60	0.70	1	C30	-0.95
B13*	-	807.50	1452.50	164	54	10	0	8	-9	16	-12	0	-29	60	60	0.70	1	C30	-0.95
B15*	-	969.50	1250.00	96	76	0	-9	10	0	3	-4	0	-13	60	60	0.70	1	C30	-0.95
B16*	-	157.50	1002.50	209	119	0	-4	10	0	3	-9	0	-9	60	60	0.70	1	C30	-0.95
B17*	-	547.50	1007.50	383	237	0	-20	0	-8	15	0	0	-53	150	60	0.60	2	C30	-0.85
B18*	-	969.50	998.50	125	105	0	-1	15	0	0	-10	0	-10	60	60	0.70	1	C30	-0.95
B19*	-	167.50	657.50	209	174	0	-18	1	-10	7	0	0	-23	60	60	0.70	1	C30	-0.95
B20*	-	547.50	672.50	234	188	0	-13	1	-6	11	-7	0	-22	60	60	0.70	1	C30	-0.95
B21*	-	883.50	657.50	155	114	4	0	9	0	0	-9	0	-6	60	60	0.70	1	C30	-0.95
B24*	-	877.50	288.00	214	179	0	-8	6	-6	3	0	0	-9	60	60	0.70	1	C30	-0.95
B25*	-	30.50	157.50	198	3	0	-8	4	0	10	-16	0	-10	60	60	0.70	1	C30	-0.95
B26*	-	150.09	157.36	236	42	7	0	14	-3	0	-11	0	-3	60	60	0.70	1	C30	-0.95
B27*	-	969.50	165.00	62	29	0	-4	0	-4	9	0	0	-11	60	60	0.70	1	C30	-0.95
B28*	-	170.00	10.00	24	22	5	-4	1	-3	5	-5	1	-3	60	60	0.70	1	C30	-0.95
B29*	-	880.00	10.00	32	20	0	-8	3	-2	3	-6	0	-9	60	60	0.70	1	C30	-0.95
B30*	-	30.50	1287.50	41	19	0	-5	6	0	0	-9	0	-12	60	60	0.70	1	C30	-0.95
B31*	-	322.50	1287.50	58	44	0	-16	0	-6	8	-4	0	-26	60	60	0.70	1	C30	-0.95
B32*	-	30.50	998.50	59	27	1	0	9	0	3	-8	0	-6	60	60	0.70	1	C30	-0.95
B33*	-	157.50	496.50	60	53	0	-14	0	-27	15	0	0	-20	60	60	0.70	1	C30	-0.95
B34*	-	877.50	546.50	39	29	8	0	19	0	0	-12	5	-2	60	60	0.70	1	C30	-0.95

Os esforços indicados nesta tabela são os valores máximos obtidos pela envoltória de todas as combinações definidas para as fundações. Para análises complementares, deve-se consultar o relatório de esforços na fundação, que apresenta os valores calculados para cada combinação. *Os esforços indicados são referentes ao centro da fundação.

Estacas			
Simbologia	Nome	d (cm)	Quantidade
	C30	30.00	30

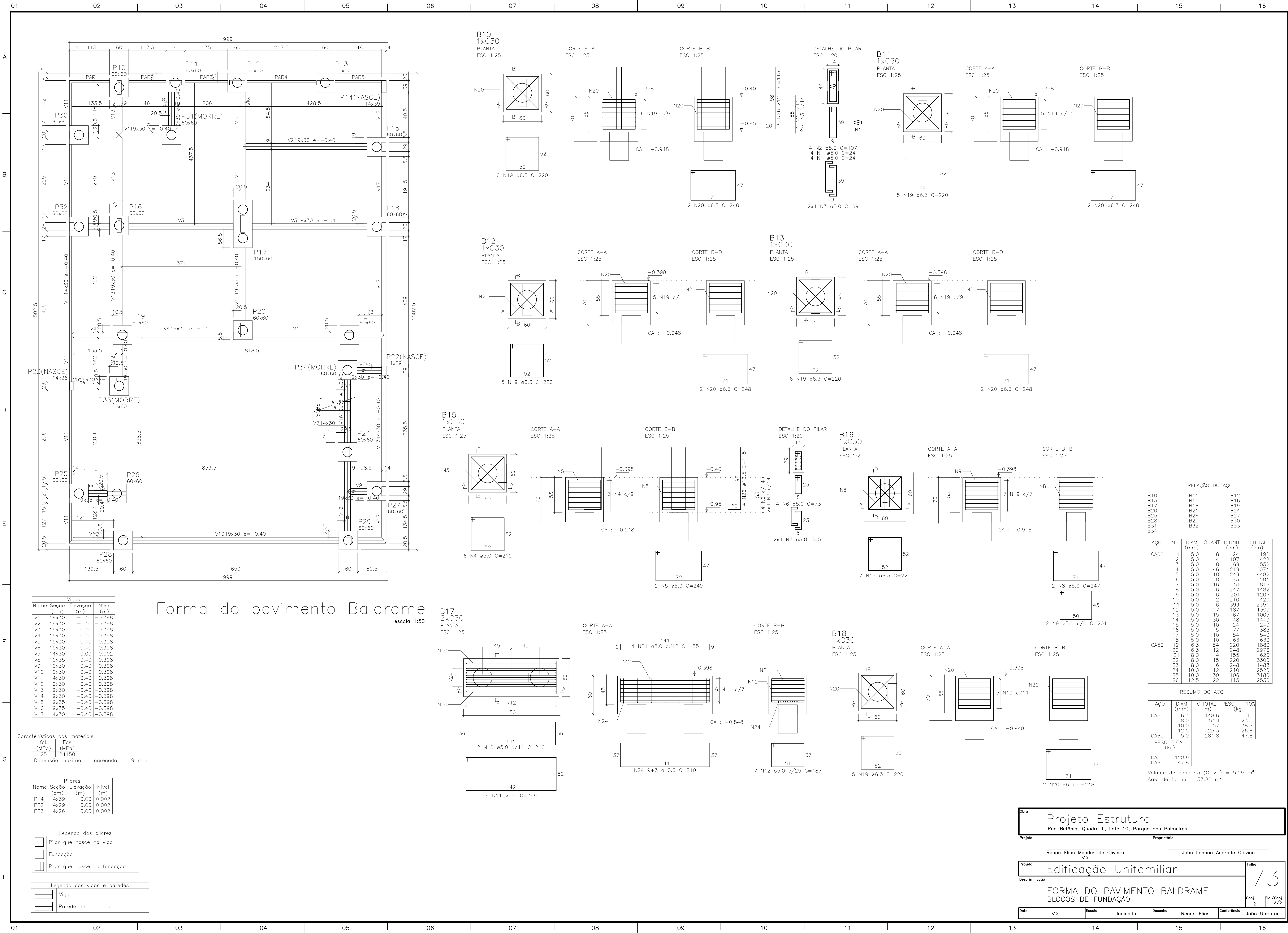


B1=B2=B4=B6=B7=B8=B9
B10=B11=B12=B13=B15
B16=B18=B19=B20=B21
B24=B25=B26=B27=B28
B29=B30=B31=B32=B33
B34 (1xC30)



Legenda dos blocos

escala 1:25



Forma do pavimento Baldrame

escala 1:50

Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (m)	Nível (m)
V1	19x30	-0.40	-0.398
V2	19x30	-0.40	-0.398
V3	19x30	-0.40	-0.398
V4	19x30	-0.40	-0.398
V5	19x30	-0.40	-0.398
V6	19x30	-0.40	-0.398
V7	14x30	0.00	0.002
V8	19x35	-0.40	-0.398
V9	19x30	-0.40	-0.398
V10	19x30	-0.40	-0.398
V11	14x30	-0.40	-0.398
V12	19x30	-0.40	-0.398
V13	19x30	-0.40	-0.398
V14	19x30	-0.40	-0.398
V15	19x35	-0.40	-0.398
V16	19x35	-0.40	-0.398
V17	14x30	-0.40	-0.398

Características dos materiais		
f _{ck} (MPa)	E _{cs} (MPa)	
25	24150	

Dimensão máxima do agregado = 19 mm

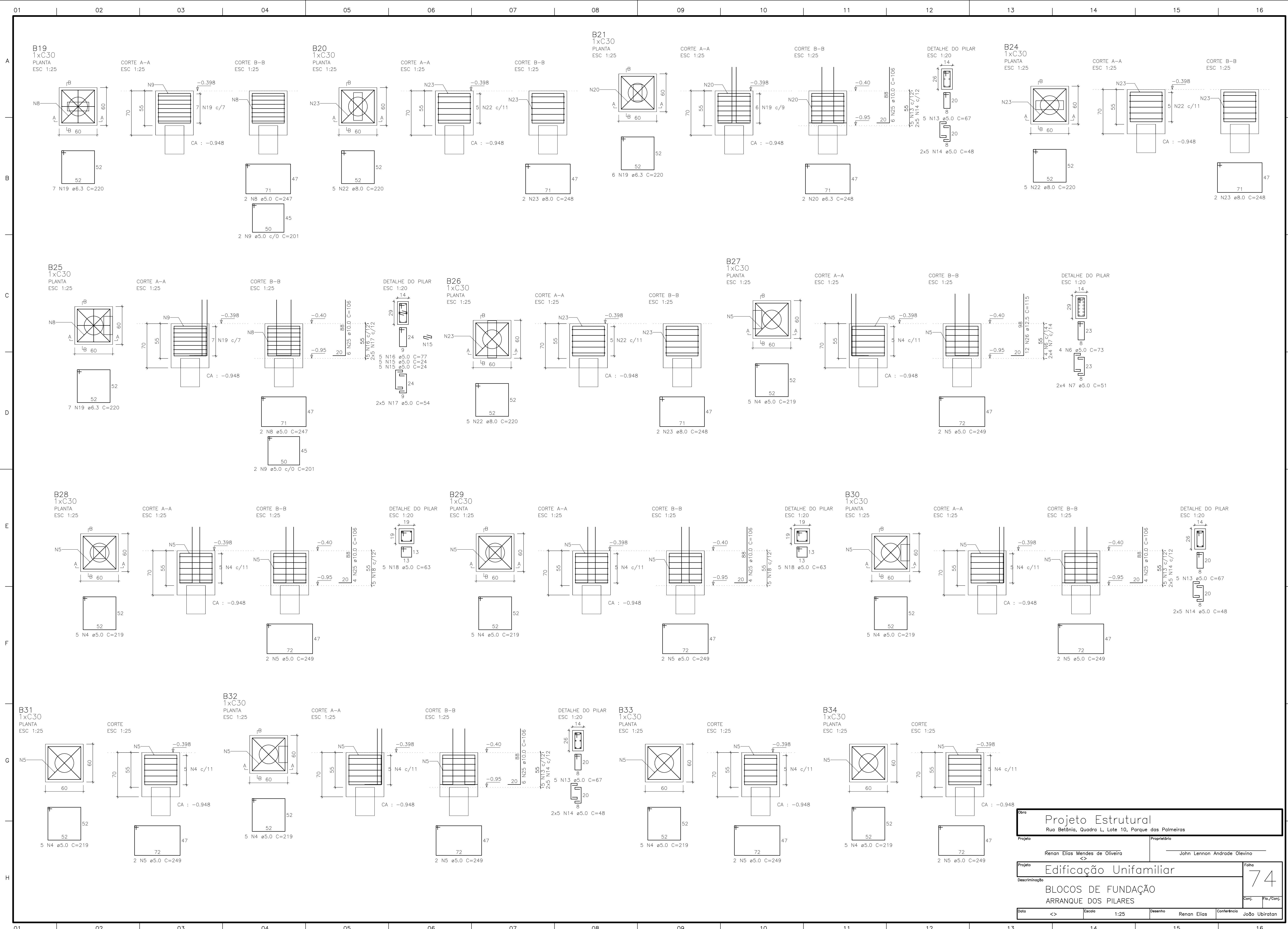
Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (m)	Nível (m)
P14	14x39	0.00	0.002
P22	14x29	0.00	0.002
P23	14x26	0.00	0.002

Legenda dos pilares	
	Pilar que nasce na viga
	Fundação
	Pilar que nasce na fundação

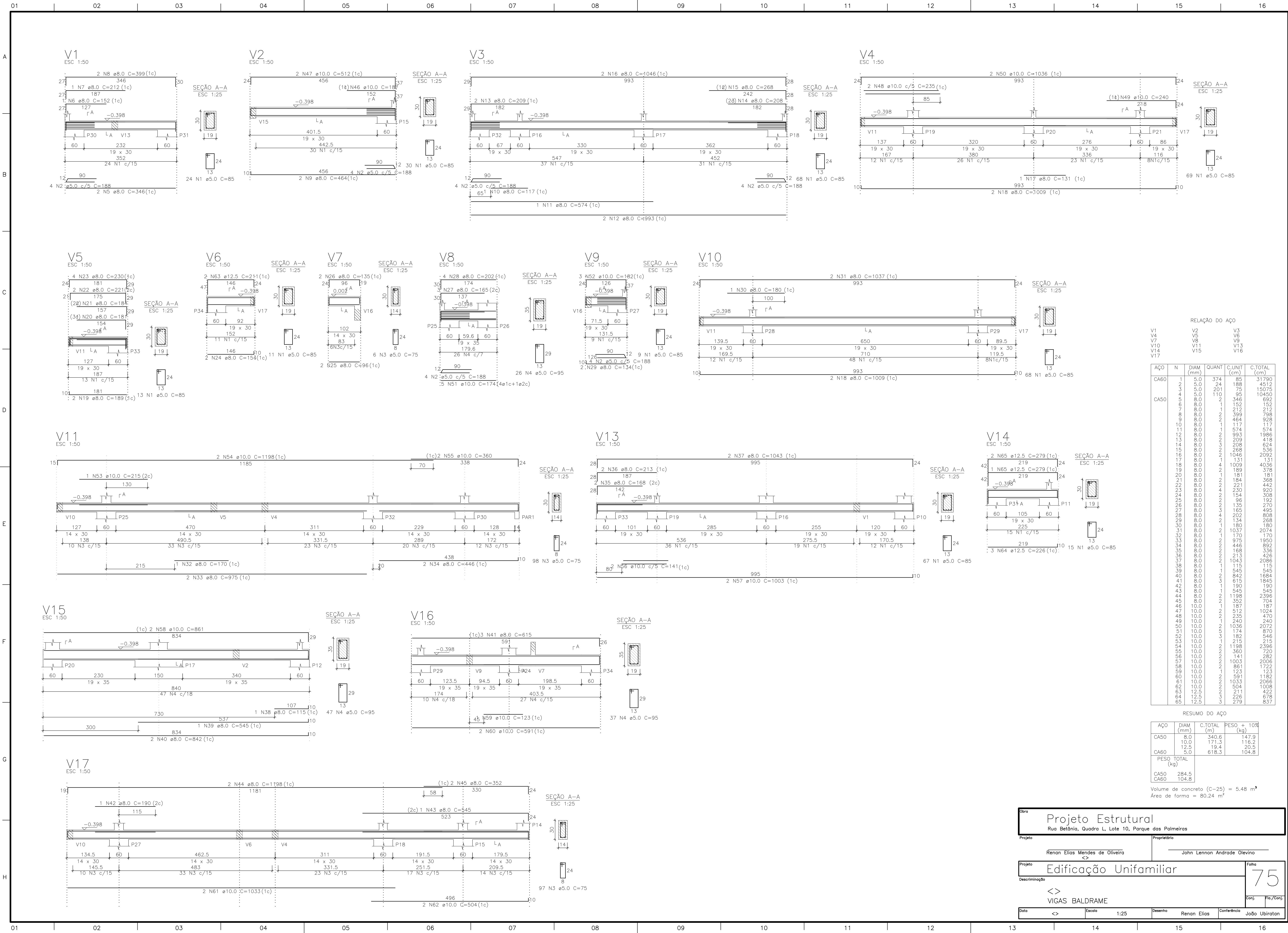
Legenda das vigas e paredes	
	Viga
	Parede de concreto

RELAÇÃO DO AÇO					
AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	8	24	192
	2	5.0	4	107	428
	3	5.0	8	69	552
	4	5.0	46	219	10074
	5	5.0	18	249	4482
	6	5.0	8	73	584
	7	5.0	16	51	816
	8	5.0	6	247	1482
	9	5.0	6	201	1206
	10	5.0	2	210	420
	11	5.0	6	399	2394
	12	5.0	7	187	1309
	13	5.0	15	67	1005
CA50	14	5.0	30	48	1440
	15	5.0	10	24	240
	16	5.0	5	77	385
	17	5.0	10	54	540
	18	5.0	10	63	630
	19	6.3	54	220	11880
	20	6.3	12	248	2976
	21	8.0	4	155	620
	22	8.0	15	220	3300
	23	8.0	6	248	1488
	24	10.0	12	210	2520
	25	10.0	30	106	3180
	26	12.5	22	115	2530

Obra	
Projeto Estrutural	
Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras	
Projeto	Proprietário
Renan Elias Mendes de Oliveira	John Lennon Andrade Olevino
Projeto	
Edificação Unifamiliar	
Folha	
73	
FORMA DO PAVIMENTO BALDRAME	
BLOCOS DE FUNDAÇÃO	
Conj.	Fia./Conj.
2	2/2
Data	Escala
<>	Indicada
Desenho	Renan Elias
Conferência	João Ubratton



Obra			
Projeto Estrutural			
Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras			
Projeto	Renan Elias Mendes de Oliveira		Proprietário
	<>		John Lennon Andrade Olevino
Projeto	Edificação Unifamiliar		
Descrição	BLOCOS DE FUNDAÇÃO		
	ARRANQUE DOS PILARES		
Data		Escala	1:25
<>		Desenho	Renan Elias
		Conferência	João Ubratton



RELAÇÃO DO AÇO					
AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	374	85	31790
	2	5.0	24	188	4512
	3	5.0	201	75	15075
	4	5.0	110	95	10450
	5	8.0	2	346	692
	6	8.0	1	152	152
	7	8.0	1	212	212
	8	8.0	2	399	798
	9	8.0	2	464	928
	10	8.0	1	1117	1117
CA50	11	8.0	1	574	574
	12	8.0	2	993	1986
	13	8.0	2	209	418
	14	8.0	3	208	624
	15	8.0	2	268	536
	16	8.0	2	1046	2092
	17	8.0	1	131	131
	18	8.0	4	1009	4036
	19	8.0	2	189	378
	20	8.0	2	184	368
CA50	21	8.0	2	221	442
	22	8.0	2	230	460
	23	8.0	4	230	920
	24	8.0	2	154	308
	25	8.0	2	96	192
	26	8.0	2	135	270
	27	8.0	2	165	330
	28	8.0	4	202	808
	29	8.0	2	134	268
	30	8.0	1	180	180
CA50	31	8.0	1	1037	2074
	32	8.0	1	170	170
	33	8.0	2	975	1950
	34	8.0	2	446	892
	35	8.0	2	168	336
	36	8.0	2	213	426
	37	8.0	2	1043	2086
	38	8.0	1	115	115
	39	8.0	1	545	545
	40	8.0	2	842	1684
CA50	41	8.0	2	615	1230
	42	8.0	1	190	190
	43	8.0	1	545	545
	44	8.0	2	842	1684
	45	8.0	2	352	704
	46	10.0	1	187	187
	47	10.0	2	512	1024
	48	10.0	2	235	470
	49	10.0	1	240	240
	50	10.0	2	1036	2072
CA50	51	10.0	2	174	348
	52	10.0	3	182	546
	53	10.0	1	215	215
	54	10.0	1	1198	1198
	55	10.0	2	360	720
	56	10.0	2	141	282
	57	10.0	2	1003	2006
	58	10.0	2	861	1722
	59	10.0	1	123	123
	60	10.0	2	591	1182
CA50	61	10.0	2	1033	2066
	62	10.0	2	504	1008
	63	12.5	2	211	422
	64	12.5	3	278	678
	65	12.5	3	279	837

RESUMO DO AÇO			
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	8.0	340.6	147.9
	10.0	171.3	116.2
	12.5	19.4	20.5
CA60	5.0	618.3	104.8
PESO TOTAL (kg)		CA50	284.5
		CA60	104.8
Volume de concreto (C-25) = 5.48 m³			
Área de forma = 80.24 m²			

Obra

Projeto Estrutural

Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras

Projeto

Renan Elias Mendes de Oliveira

Proprietário

John Lennon Andrade Olevino

Projeto

Edificação Unifamiliar

Descrição

<> VIGAS BALDRAME

Conj.

75

Folha

75

Conj.

Folha/Conj.

Data

<>

Escala

1:25

Desenho

Renan Elias

Conferência

João Ubiratan



ESC 1:25

ESC 1:25

ESC 1:25

ESC 1:25

ESC 1:25

ESC 1:25

Armaduras de distribuição	
Armadura	Armadura de distribuição
N14	7 N1 ϕ 5.0 c/17 C=95
N9	6 N2 ϕ 5.0 c/17 C=VAR

ESC 1:25

ESC 1:25

ESC 1:25

RELACÃO DO AÇO					
PAR1		PAR2		PAR3	
PAR4		PAR5			
AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA50	1	6.3	8	285	2280
	2	6.3	20	corr	3000
	3	6.3	26	283	7358
	4	6.3	17	283	4811
	5	8.0	22	282	6204
	6	8.0	9	284	2556
	7	8.0	17	corr	3026
	8	8.0	23	corr	4255
	9	8.0	15	283	4254
	10	10.0	15	corr	2250
	11	10.0	17	corr	3926
	12	10.0	46	corr	8070
	13	10.0	15	281	4125
	14	10.0	46	corr	12788
	15	10.0	10	281	2810
	16	12.5	14	corr	2130
	17	12.5	17	corr	4726
	18	12.5	17	corr	3745

RESUMO DO AÇO			
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	174.5	47
	8.0	160.4	69.6
	10.0	363.2	246.3
	12.5	106	112.3
PESO TOTAL (kg)			
CA50	475.3		

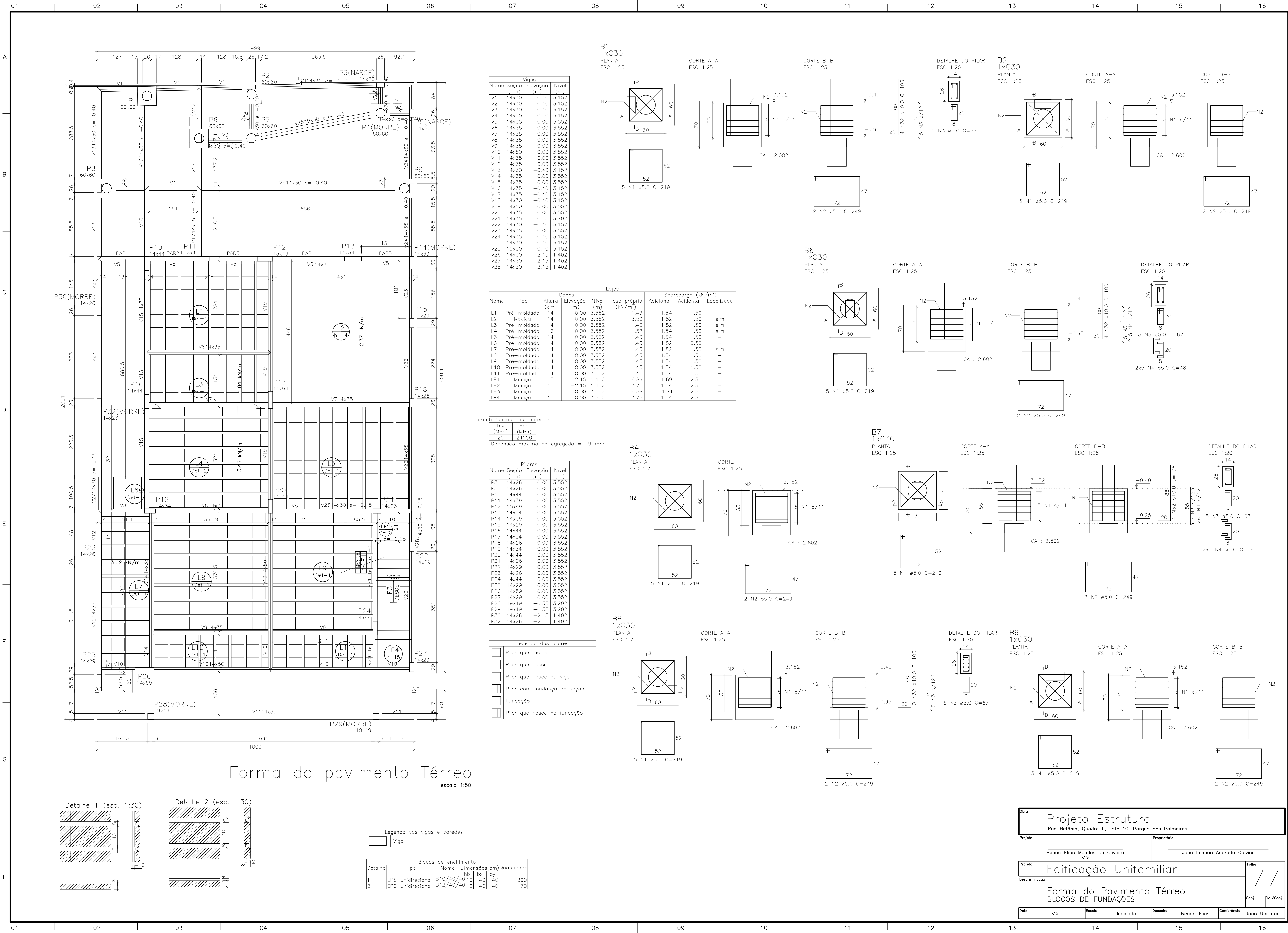
Volume de concreto (C-25) = 3.86 m³
Área de forma = 56.54 m²

RELAÇÃO DO AÇO					
LE1		LE2		LE3	
		Negativos			
AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C,UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5,0	7	95	665
	2	5,0	6	VAR	VAR
CA50	1	6,3	11	112	1232
	2	6,3	11	112	1232
	3	6,3	5	67	675
	4	6,3	5	248	1240
	5	6,3	2	101	202
	6	6,3	20	VAR	VAR
	7	6,3	4	109	436
	8	6,3	9	147	1323
	9	8,0	5	350	1750
	10	8,0	5	523	4015
	12	8,0	4	172	688
	13	8,0	4	145	580
14	8,0	9	591	4713	
16	10,0	2	VAR	VAR	

RESUMO DO AÇO			
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	73.7	19.8
	8.0	89	38.6
CA60	10.0	41.4	28.1
	5.0	13.6	2.3
PESO TOTAL (kg)			
CA50	86.5		
CA60	2.3		

Volume de concreto (C-25) = 1.77 m³
Área de forma = 16.79 m²

Obra					
Projeto Estrutural					
Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras					
Projeto			Proprietário		
Renan Elias Mendes de Oliveira			John Lennon Andrade Oliveira		
Projeto					Folha
Edificação Unifamiliar					76
Descrição					Conj. / Fm. / Conj.
PAREDE DE CONTENÇÃO					
ESCALA					
Data	Escala	Indicada	Desenho	Confirmação	
<>			Renan Elias		João Ubiratan



Vigas				
Nome	Seção (cm)	Elevação (m)	Nível (m)	
V1	14x30	-0.40	3.152	
V2	14x30	-0.40	3.152	
V3	14x30	-0.40	3.152	
V4	14x30	-0.40	3.152	
V5	14x35	0.00	3.552	
V6	14x35	0.00	3.552	
V7	14x35	0.00	3.552	
V8	14x35	0.00	3.552	
V9	14x35	0.00	3.552	
V10	14x50	0.00	3.552	
V11	14x35	0.00	3.552	
V12	14x35	0.00	3.552	
V13	14x30	-0.40	3.152	
V14	14x35	0.00	3.552	
V15	14x35	0.00	3.552	
V16	14x35	-0.40	3.152	
V17	14x35	-0.40	3.152	
V18	14x30	-0.40	3.152	
V19	14x50	0.00	3.552	
V20	14x35	0.00	3.552	
V21	14x35	0.15	3.702	
V22	14x30	-0.40	3.152	
V23	14x35	0.00	3.552	
V24	14x35	-0.40	3.152	
V25	19x30	-0.40	3.152	
V26	14x30	-2.15	1.402	
V27	14x30	-2.15	1.402	
V28	14x30	-2.15	1.402	

Lojes							
Nome	Tipo	Dados			Sobrecarga (kN/m²)		
		Altura (cm)	Elevação (m)	Nível (m)	Peso próprio (kN/m²)	Adicional	Acidental
L1	Pré-moldada	14	0.00	3.552	1.43	1.54	1.50
L2	Maciça	14	0.00	3.552	3.50	1.82	1.50
L3	Pré-moldada	14	0.00	3.552	1.43	1.82	1.50
L4	Pré-moldada	14	0.00	3.552	1.52	1.54	1.50
L5	Pré-moldada	14	0.00	3.552	1.43	1.54	1.50
L6	Pré-moldada	14	0.00	3.552	1.43	1.82	0.50
L7	Pré-moldada	14	0.00	3.552	1.43	1.82	1.50
L8	Pré-moldada	14	0.00	3.552	1.43	1.54	1.50
L9	Pré-moldada	14	0.00	3.552	1.43	1.54	1.50
L10	Pré-moldada	14	0.00	3.552	1.43	1.54	1.50
L11	Pré-moldada	14	0.00	3.552	1.43	1.54	1.50
LE1	Maciça	15	-2.15	1.402	6.89	1.69	2.50
LE2	Maciça	15	-2.15	1.402	3.75	1.54	2.50
LE3	Maciça	15	0.00	3.552	6.89	1.71	2.50
LE4	Maciça	15	0.00	3.552	3.75	1.54	2.50

Características dos materiais

fck (MPa)	Ecs (MPa)
25	24150

Dimensão máxima do agregado = 19 mm

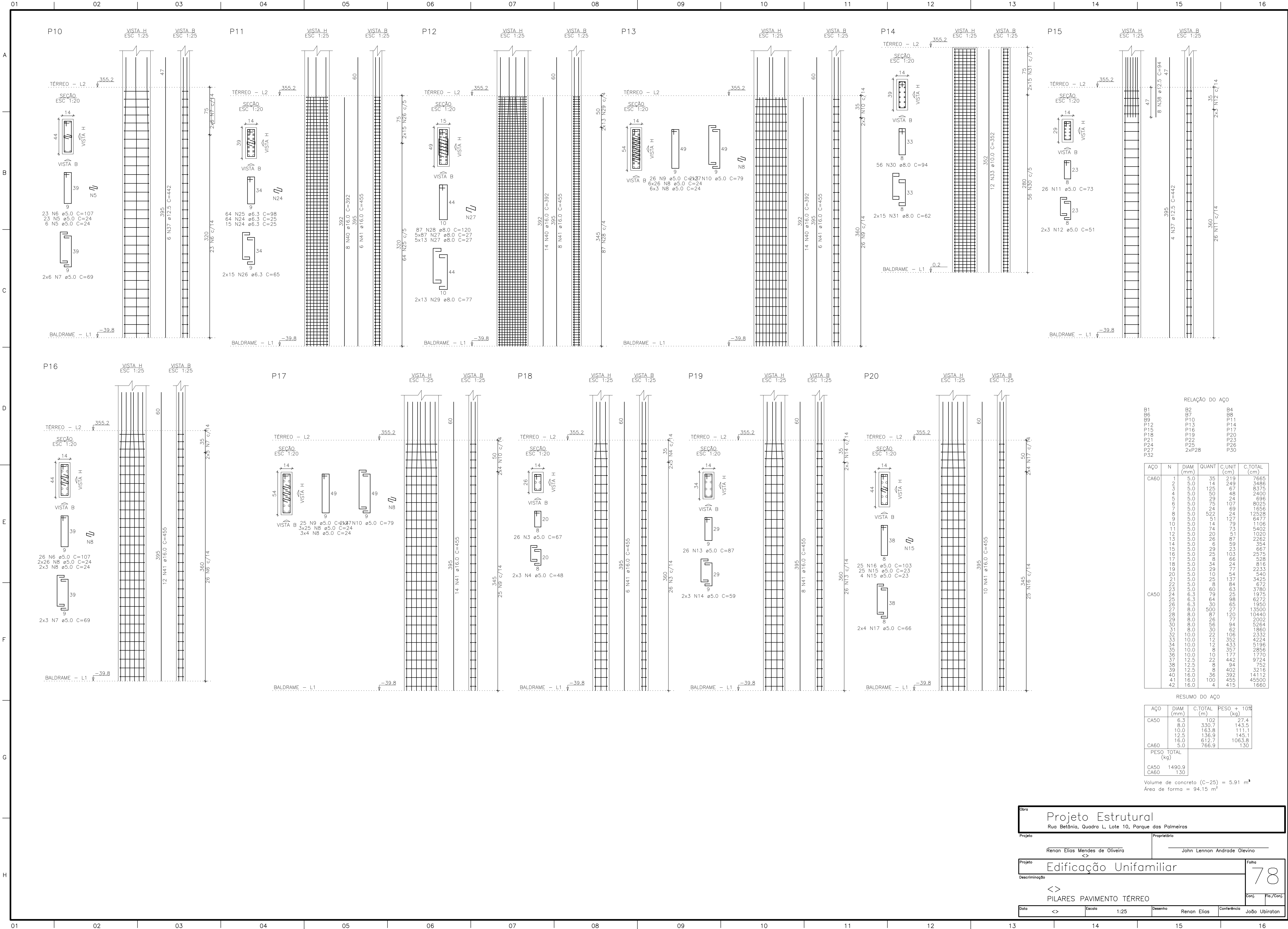
Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (m)	Nível (m)
P3	14x26	0.00	3.552
P5	14x26	0.00	3.552
P10	14x44	0.00	3.552
P11	14x39	0.00	3.552
P12	15x49	0.00	3.552
P13	14x54	0.00	3.552
P14	14x39	0.00	3.552
P15	14x29	0.00	3.552
P16	14x44	0.00	3.552
P17	14x54	0.00	3.552
P18	14x26	0.00	3.552
P19	14x34	0.00	3.552
P20	14x44	0.00	3.552
P21	14x26	0.00	3.552
P22	14x29	0.00	3.552
P23	14x26	0.00	3.552
P24	14x44	0.00	3.552
P25	14x29	0.00	3.552
P26	14x59	0.00	3.552
P27	14x29	0.00	3.552
P28	19x19	-0.35	3.202
P29	19x19	-0.35	3.202
P30	14x26	-2.15	1.402
P32	14x26	-2.15	1.402

Legenda dos pilares	
	Pilar que morre
	Pilar que passa
	Pilar que nasce na viga
	Pilar com mudança de seção
	Fundação
	Pilar que nasce na fundação

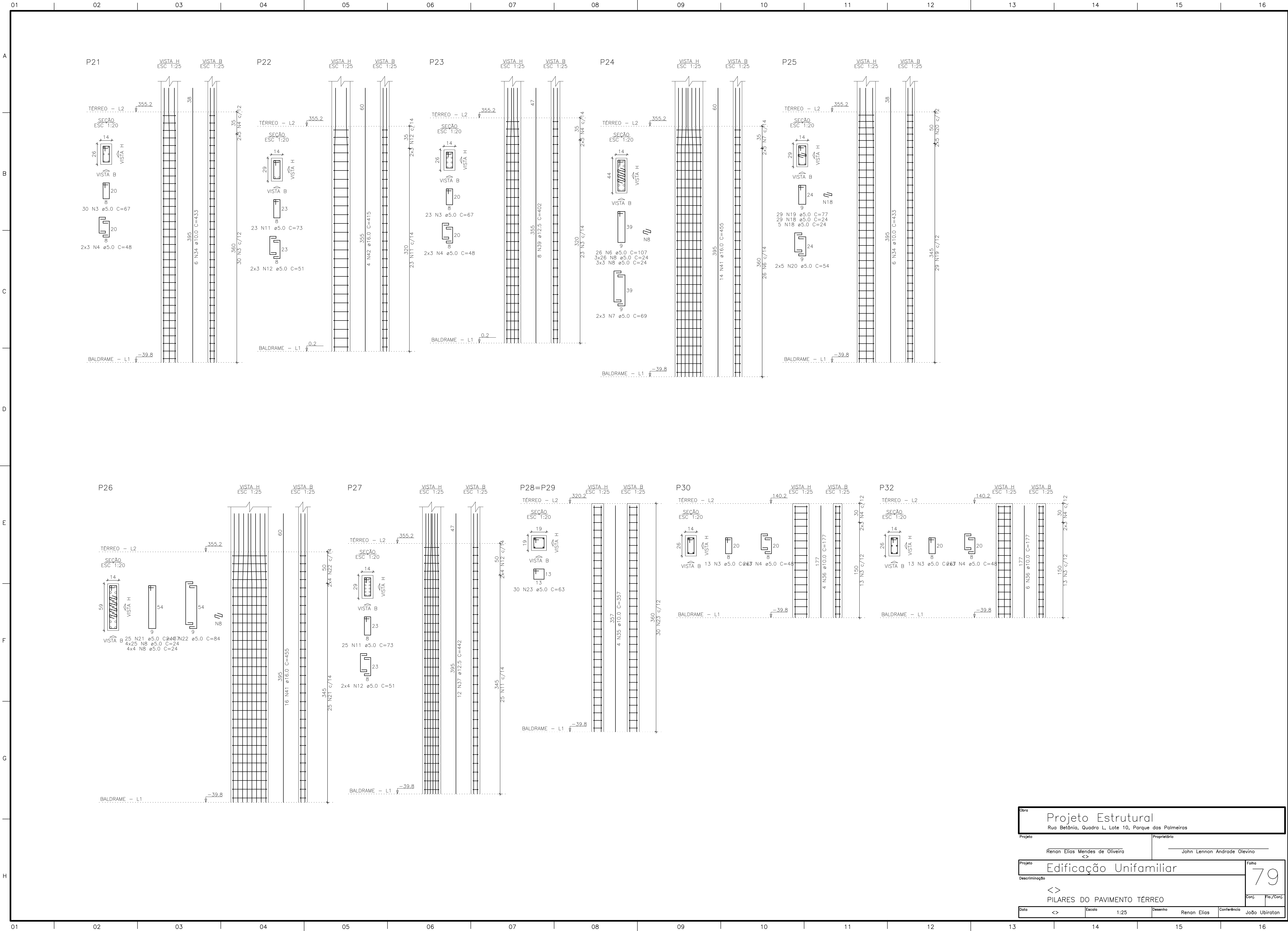
Legenda das vigas e paredes	
	Viga

Blocos de enchimento				
Detalhe	Tipo	Nome	Dimensões (cm)	Quantidade
1	EPS Unidirecional	B10/40/40	10 40 40	390
2	EPS Unidirecional	B12/40/40	12 40 40	70

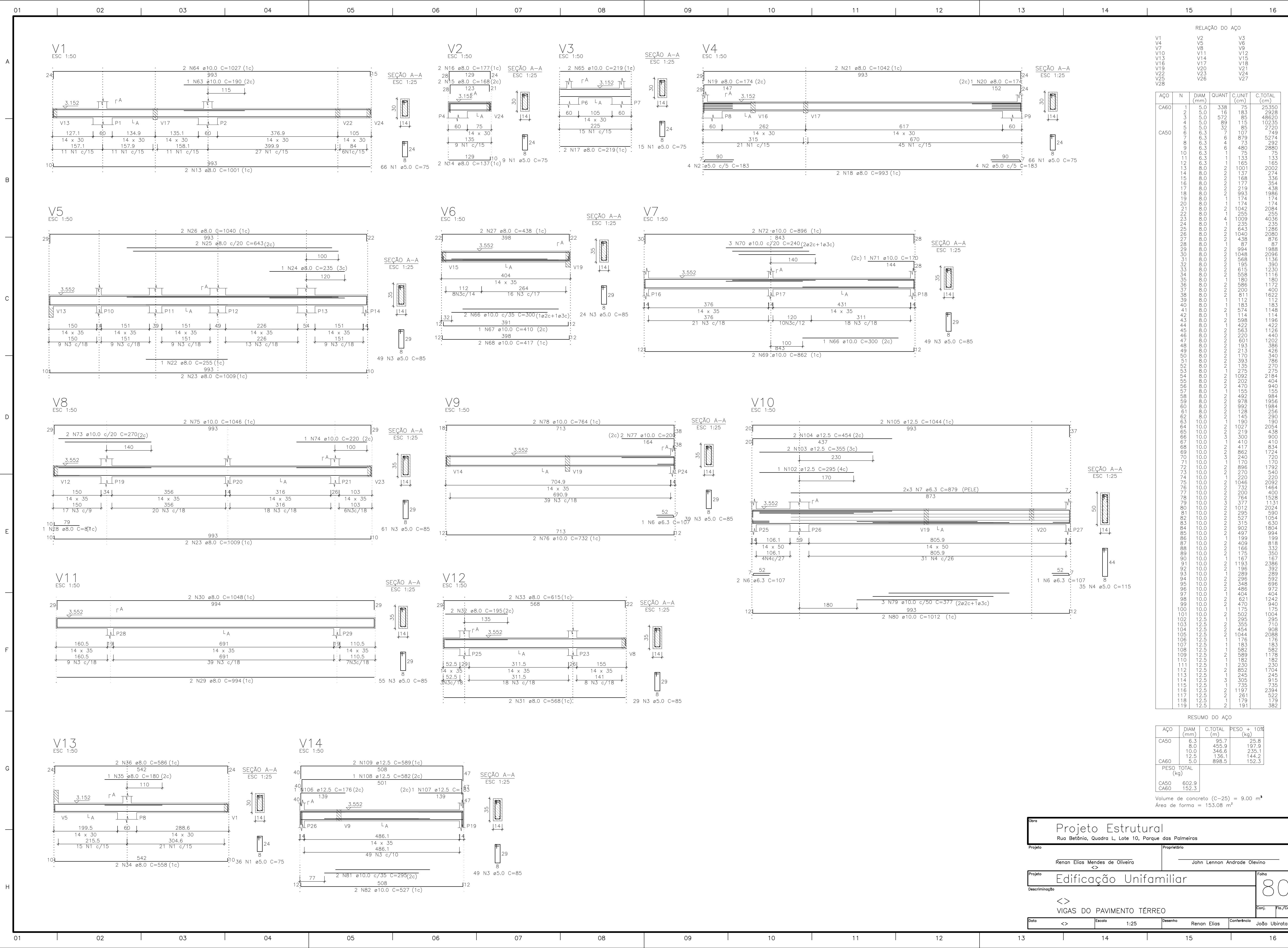
Obra		Projeto Estrutural	
Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras			
Projeto	Renan Elias Mendes de Oliveira	Proprietário	John Lennon Andrade Olevino
Projeto	Edificação Unifamiliar		Folha
Descrição	Forma do Pavimento Térreo		77
BLOCOS DE FUNDAÇÕES		Conj.	Fia./Conj.
Data	<>	Escala	Indicada
Desenho	Renan Elias	Conferência	João Ubiratan



Obra	
Projeto Estrutural	
Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras	
Projeto	Proprietário
Renan Elias Mendes de Oliveira	John Lennon Andrade Olevino
Projeto	
Edificação Unifamiliar	
Descrição	Folha
<> PILARES PAVIMENTO TÉRREO	78
Conj. / No./Conj.	
Data	Escala
<>	1:25
Desenho	Conferência
Renan Elias	João Ubiratan



Obra			
Projeto Estrutural			
Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras			
Projeto	Proprietário		
Renan Elias Mendes de Oliveira	John Lennon Andrade Olevino		
Projeto			Folha
Edificação Unifamiliar			79
Descrição			Conj. / Fa. / Conj.
<> PILARES DO PAVIMENTO TÉRREO			
Data	Escala	Desenho	Conferência
<>	1:25	Renan Elias	João Ubiratan



RELAÇÃO DO AÇO				
AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.TOTAL (cm)
V1	1	6.3	338	75
V2	2	8.0	16	183
V3	3	5.0	572	85
V4	4	5.0	4	115
V5	5	5.0	32	85
V6	6	6.3	7	107
V7	7	6.3	4	879
V8	8	6.3	1	75
V9	9	6.3	6	480
V10	10	6.3	1	75
V11	11	6.3	1	133
V12	12	6.3	1	165
V13	13	8.0	2	1001
V14	14	8.0	2	137
V15	15	8.0	2	168
V16	16	8.0	2	177
V17	17	8.0	2	219
V18	18	8.0	2	993
V19	19	8.0	1	174
V20	20	8.0	1	174
V21	21	8.0	1	1042
V22	22	8.0	1	255
V23	23	8.0	4	1009
V24	24	8.0	1	235
V25	25	8.0	1	643
V26	26	8.0	2	1040
V27	27	8.0	2	438
V28	28	8.0	1	87
V29	29	8.0	2	994
V30	30	8.0	2	1048
V31	31	8.0	2	568
V32	32	8.0	2	195
V33	33	8.0	2	615
V34	34	8.0	2	558
V35	35	8.0	1	180
V36	36	8.0	2	586
V37	37	8.0	2	200
V38	38	8.0	2	381
V39	39	8.0	2	112
V40	40	8.0	1	183
V41	41	8.0	2	574
V42	42	8.0	1	114
V43	43	8.0	2	598
V44	44	8.0	1	422
V45	45	8.0	2	563
V46	46	8.0	2	220
V47	47	8.0	2	601
V48	48	8.0	2	193
V49	49	8.0	2	213
V50	50	8.0	2	170
V51	51	8.0	2	393
V52	52	8.0	2	135
V53	53	8.0	1	275
V54	54	8.0	2	1092
V55	55	8.0	2	202
V56	56	8.0	2	470
V57	57	8.0	1	155
V58	58	8.0	2	492
V59	59	8.0	2	978
V60	60	8.0	2	992
V61	61	8.0	2	128
V62	62	8.0	2	145
V63	63	10.0	1	190
V64	64	10.0	2	1027
V65	65	10.0	2	219
V66	66	10.0	3	300
V67	67	10.0	1	410
V68	68	10.0	2	417
V69	69	10.0	2	862
V70	70	10.0	3	240
V71	71	10.0	1	170
V72	72	10.0	2	896
V73	73	10.0	2	270
V74	74	10.0	1	220
V75	75	10.0	2	1046
V76	76	10.0	2	1464
V77	77	10.0	2	200
V78	78	10.0	2	764
V79	79	10.0	2	377
V80	80	10.0	2	1012
V81	81	10.0	2	295
V82	82	10.0	2	327
V83	83	10.0	2	315
V84	84	10.0	2	902
V85	85	10.0	2	497
V86	86	10.0	1	199
V87	87	10.0	2	409
V88	88	10.0	2	166
V89	89	10.0	2	175
V90	90	10.0	1	167
V91	91	10.0	2	1193
V92	92	10.0	2	196
V93	93	10.0	1	289
V94	94	10.0	2	296
V95	95	10.0	2	348
V96	96	10.0	2	486
V97	97	10.0	1	404
V98	98	10.0	2	621
V99	99	10.0	2	470
V100	100	10.0	1	175
V101	101	10.0	2	502
V102	102	12.5	1	295
V103	103	12.5	2	355
V104	104	12.5	2	454
V105	105	12.5	2	1044
V106	106	12.5	1	176
V107	107	12.5	1	183
V108	108	12.5	1	582
V109	109	12.5	2	589
V110	110	12.5	1	182
V111	111	12.5	1	230
V112	112	12.5	2	852
V113	113	12.5	1	245
V114	114	12.5	3	305
V115	115	12.5	1	735
V116	116	12.5	2	1197
V117	117	12.5	2	261
V118	118	12.5	1	179
V119	119	12.5	2	191

RESUMO DO AÇO			
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	95.7	25.8
CA50	8.0	458.9	197.9
CA50	10.0	346.6	235.1
CA50	12.5	136.1	144.2
CA60	5.0	898.5	152.3
PESO TOTAL (kg)			
CA50	602.9		
CA60	152.3		

Volume de concreto (C-25) = 9.00 m³
Área de forma = 153.08 m²

Obra	
Projeto Estrutural	
Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras	
Projeto	Proprietário
Renan Elias Mendes de Oliveira	John Lennon Andrade Olevino
Projeto	Folha
Edificação Unifamiliar	80
Descrição	Conj. / No. Conj.
<> VIGAS DO PAVIMENTO TÉRREO	
Data	Escala
<>	1:25
Desenho	Conferência
Renan Elias	João Ubiratan



Obra			
Projeto Estrutural			
Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras			
Projeto		Proprietário	
Renan Elias Mendes de Oliveira		John Lennon Andrade Olevino	
Projeto			
Edificação Unifamiliar			
Descrição			
<> VIGAS DO PAVIMENTO TÉRREO			
Data		Escala	Desenho
<>		1:25	Renan Elias
		Conferência	João Ubiratan

Armaduras de distribuição	
Armadura	Armadura de distribuição
N2	6 N1 ø5.0 c/20 C=150

2 N5 ø8.0 C=160

2 N6 ø8.0 C=65

2 N7 ø8.0 C=104

Armação negativa das lajes do pavimento Térreo (Eixo Y)

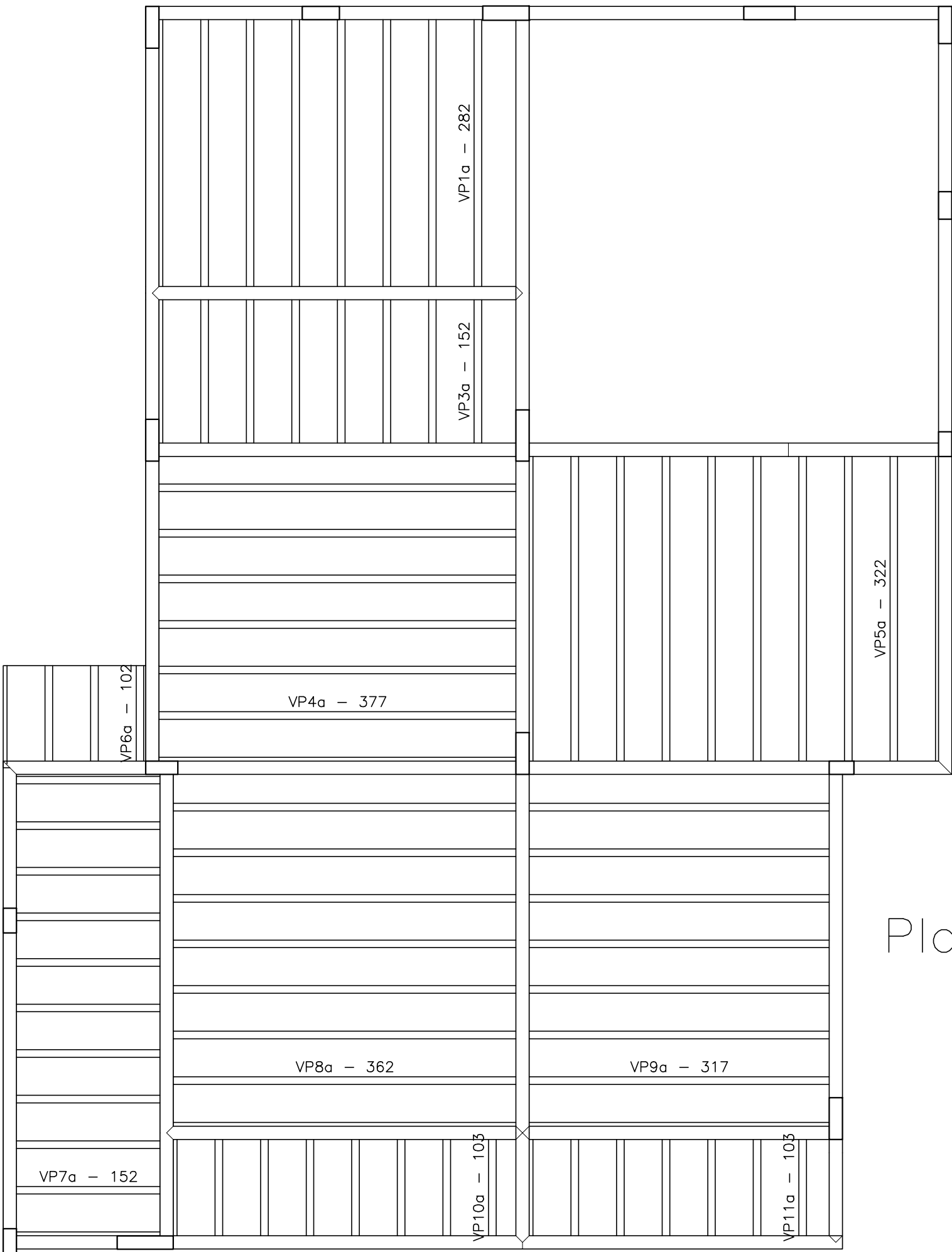
escala 1:50

Armação positiva das lajes do pavimento Térreo (Eixo X)

escala 1:50

Armação positiva das lajes do pavimento Térreo (Eixo Y)

escala 1:50



Planta de vigotas pré-moldadas

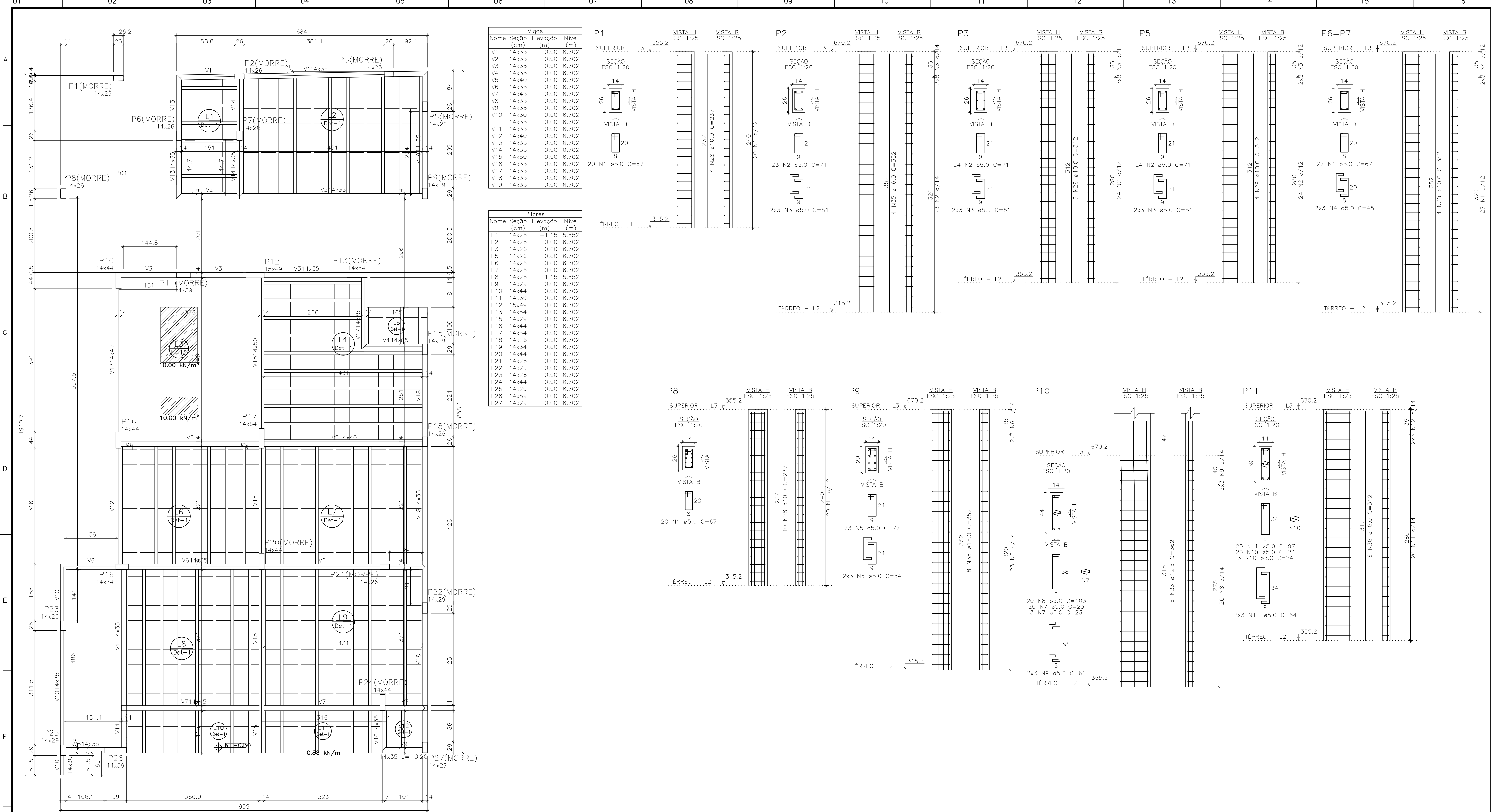
escala 1:50

RELAÇÃO DO AÇO					
Negativos Y		Positivos X		Positivos Y	
AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	6	150	900
CA50	2	6.3	8	136	1088
	3	6.3	29	468	13572
	4	8.0	27	453	12231
	5	8.0	2	160	320
	6	8.0	2	65	130
	7	8.0	2	104	208

RESUMO DO AÇO			
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO ± 10% (kg)
CA50	6.3	146.6	39.5
CA60	8.0	128.9	55.9
CA60	5.0	9	1.5
PESO TOTAL (kg)			
CA50	95.4		
CA60	1.5		

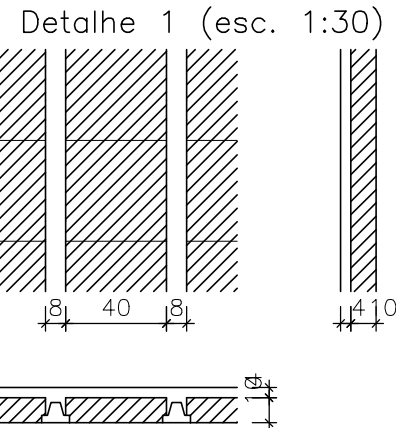
Volume de concreto (C-25) = 6.93 m³
Área de forma = 19.31 m²

Obra			
Projeto Estrutural			
Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras			
Projeto	Proprietário		
Renan Elias Mendes de Oliveira	John Lennon Andrade Olevino		
Projeto			Folha
Edificação Unifamiliar			82
Descrição			Conj. / Fa. / Conj.
<> LAJES DO PAVIMENTO TÉRREO			
Data	Escala	Desenho	Conferência
<>	1:50	Renan Elias	João Ubiratan



Forma do pavimento Superior
escala 1:50

Lajes								
Dados					Sobrecarga (kN/m²)			
Nome	Tipo	Altura (cm)	Elevação (m)	Nível (m)	Peso próprio (kN/m²)	Adicional	Acidental	Localizada
L1	Pré-moldada	14	0.00	6.702	1.43	1.82	0.50	—
L2	Pré-moldada	14	0.00	6.702	1.43	1.82	0.50	—
L3	Mocipa	15	0.00	6.702	3.75	1.82	0.50	sim
L4	Pré-moldada	14	0.00	6.702	1.43	1.82	0.50	—
L5	Pré-moldada	14	0.00	6.702	1.43	1.82	0.50	—
L6	Pré-moldada	14	0.00	6.702	1.43	1.82	0.50	—
L7	Pré-moldada	14	0.00	6.702	1.43	1.82	0.50	—
L8	Pré-moldada	14	0.00	6.702	1.43	1.82	0.50	—
L9	Pré-moldada	14	0.00	6.702	1.43	1.82	0.50	—
L10	Pré-moldada	14	-0.30	6.402	1.43	1.82	0.50	—
L11	Pré-moldada	14	0.00	6.702	1.43	1.82	0.50	sim
L12	Pré-moldada	14	0.00	6.702	1.43	1.82	0.50	—



Blocos de enchimento					Quantidade
Detalhe	Tipo	Nome	Dimensões (cm)		
1	EPS Unidirecional	B10/40/40	10 40 40		560

Legenda dos pilares	
	Pilar que morre
	Pilar que passa

Legenda das vigas e paredes	
	Viga
	Viga chata ou invertida

Características dos materiais	
fck (MPa)	Eca (MPa)
25	24150
Dimensão máxima da agregado = 19 mm	

Obra

Projeto Estrutural

Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras

Projeto

Renan Elias Mendes de Oliveira

Proprietário

John Lennon Andrade Olevino

Projeto

Edificação Unifamiliar

Forma do Pavimento Superior

PILARES DO PAVIMENTO SUPERIOR

83

Conj.

Fia./Conj.

Data

<>

Escala

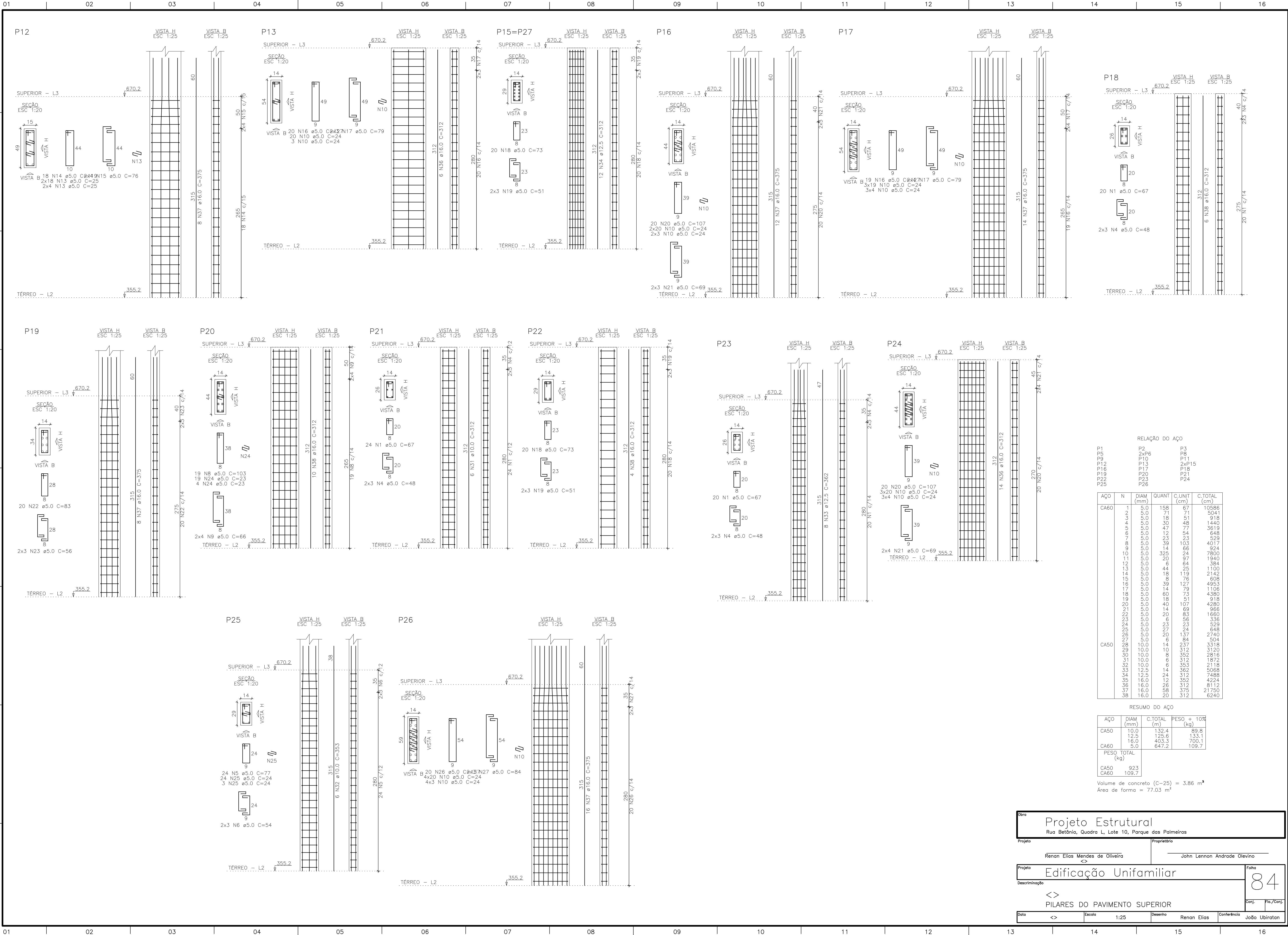
INDICADA

Desenho

Renan Elias

Conferência

João Ubiratan



RELAÇÃO DO AÇO					
AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CABO	1	5.0	158	67	10586
	2	5.0	71	71	5041
	4	5.0	18	51	918
	4	5.0	30	48	1440
	4	5.0	47	77	3619
	6	5.0	12	54	648
	6	5.0	23	24	529
	8	5.0	39	103	4017
	8	5.0	14	66	924
	10	5.0	325	24	7800
	11	5.0	20	97	1940
	12	5.0	6	64	384
	14	5.0	44	25	1100
	14	5.0	18	119	2142
	15	5.0	8	76	608
	16	5.0	39	127	4953
	17	5.0	14	79	1106
	18	5.0	60	73	4380
	19	5.0	18	51	918
	20	5.0	40	107	4280
	21	5.0	14	69	966
	22	5.0	20	83	1660
	23	5.0	6	56	336
	24	5.0	23	23	529
	25	5.0	27	24	648
	26	5.0	20	137	2740
	27	5.0	6	84	504
	28	10.0	14	237	3318
	29	10.0	10	312	3120
	30	10.0	8	352	2816
	31	10.0	6	312	1872
	32	10.0	6	353	2118
	33	12.5	14	362	5088
	34	12.5	24	312	7488
	35	16.0	12	352	4224
	36	16.0	26	312	8112
	37	16.0	57	375	21750
	38	16.0	20	312	6240
CASO	1	5.0	158	67	10586
	2	5.0	71	71	5041
	4	5.0	18	51	918
	4	5.0	30	48	1440

RESUMO DO AÇO			
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CASO	10.0	132.4	89.8
	12.5	125.6	133.1
	16.0	403.3	700.1
CABO	5.0	647.2	109.7
PESO TOTAL (kg)			
CASO	923		
CABO	109.7		

Volume de concreto (C-25) = 3.86 m³
Área de forma = 77.03 m²

Obras

Projeto Estrutural

Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras

Projeto

Renan Elias Mendes de Oliveira

Proprietário

John Lennon Andrade Olevino

Projeto

Edificação Unifamiliar

Descrição

<> PILARES DO PAVIMENTO SUPERIOR

Folha

84

Conj.

Fia./Conj.

Data

<>

Escala

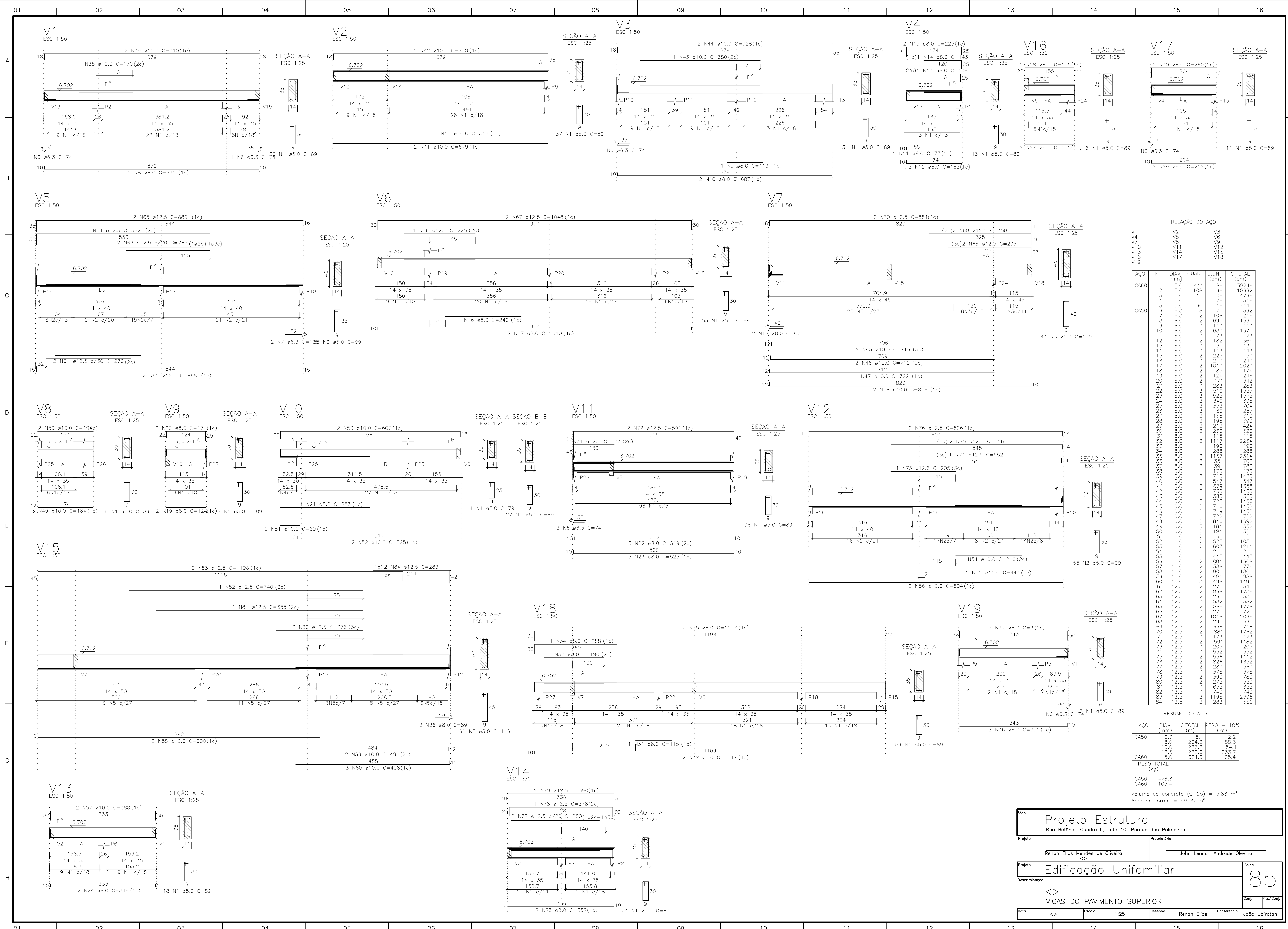
1:25

Desenho

Renan Elias

Conferência

João Ubiratan



RELAÇÃO DO AÇO

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C,UNIT (cm)	C,TOTAL (cm)
CA60	1	5,0	441	89	39249
	2	5,0	1089	89	96921
	3	5,0	44	109	4796
	4	5,0	4	79	316
CA50	5	5,0	60	119	7140
	6	6,3	8	74	592
	7	6,3	2	108	216
	8	8,0	2	695	1390
	9	8,0	2	113	226
	10	8,0	2	687	1374
	11	8,0	2	73	146
	12	8,0	2	182	364
	13	8,0	2	139	278
	14	8,0	1	143	286
	15	8,0	2	225	450
	16	8,0	2	240	480
	17	8,0	1	1010	2020
	18	8,0	87	174	15138
	19	8,0	124	248	30752
	20	8,0	171	342	58542
V1	21	8,0	283	566	15858
	22	8,0	519	1038	53982
	23	8,0	525	1050	55275
	24	8,0	349	698	24362
	25	8,0	352	704	24784
	26	8,0	89	178	15822
	27	8,0	155	310	48050
	28	8,0	195	390	76050
	29	8,0	1212	2424	29452
	30	8,0	260	520	13520
	31	8,0	115	230	26450
	32	8,0	1117	2234	25000
	33	8,0	190	380	72000
	34	8,0	288	576	16512
	35	8,0	1157	2314	26800
	36	8,0	851	1702	14512
V2	37	8,0	391	782	30712
	38	10,0	170	340	57800
	39	10,0	710	1420	10080
	40	10,0	547	1094	59822
	41	10,0	679	1358	91822
	42	10,0	730	1460	10660
	43	10,0	380	760	28800
	44	10,0	728	1456	10592
	45	10,0	716	1432	10272
	46	10,0	1438	2876	32800
	47	10,0	722	1444	10408
	48	10,0	846	1692	12864
	49	10,0	184	368	12800
	50	10,0	194	388	13872
	51	10,0	60	120	7200
	52	10,0	525	1050	55275
V3	53	10,0	607	1214	7382
	54	10,0	210	420	8820
	55	10,0	443	886	39222
	56	10,0	804	1608	12864
	57	10,0	388	776	30048
	58	10,0	900	1800	21600
	59	10,0	494	988	48832
	60	10,0	498	996	49896
	61	12,5	270	540	14580
	62	12,5	868	1736	15008
	63	12,5	265	530	13275
	64	12,5	582	1164	7230
	65	12,5	889	1778	15822
	66	12,5	225	450	11250
	67	12,5	1048	2096	25968
	68	12,5	295	590	17250
V4	69	12,5	358	716	25572
	70	12,5	881	1762	15482
	71	12,5	173	346	5982
	72	12,5	591	1182	7266
	73	12,5	205	410	8400
	74	12,5	552	1104	6276
	75	12,5	556	1112	6342
	76	12,5	826	1652	10812
	77	12,5	280	560	14000
	78	12,5	378	756	9450
	79	12,5	390	780	9900
	80	12,5	275	550	14125
	81	12,5	655	1310	8592
	82	12,5	740	1480	10240
	83	12,5	1188	2376	29664
	84	12,5	283	566	15858

AÇO	DIAM (mm)	C,TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6,3	8,1	2,2
CA50	8,0	204,2	88,6
CA50	10,0	227,2	194,1
CA50	12,5	220,6	233,7
CA60	5,0	621,9	105,4
PESO TOTAL (kg)			
CA50	478,6		
CA60	105,4		

Volume de concreto (C-25) = 5,86 m³
Área de forma = 99,05 m²

Obra

Projeto Estrutural

Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras

Projeto

Renan Elias Mendes de Oliveira

Proprietário

John Lennon Andrade Olevino

Projeto

Edificação Unifamiliar

Descrição

<> VIGAS DO PAVIMENTO SUPERIOR

Conj.

85

Conj.

Fia./Conj.

Data

<>

Escala

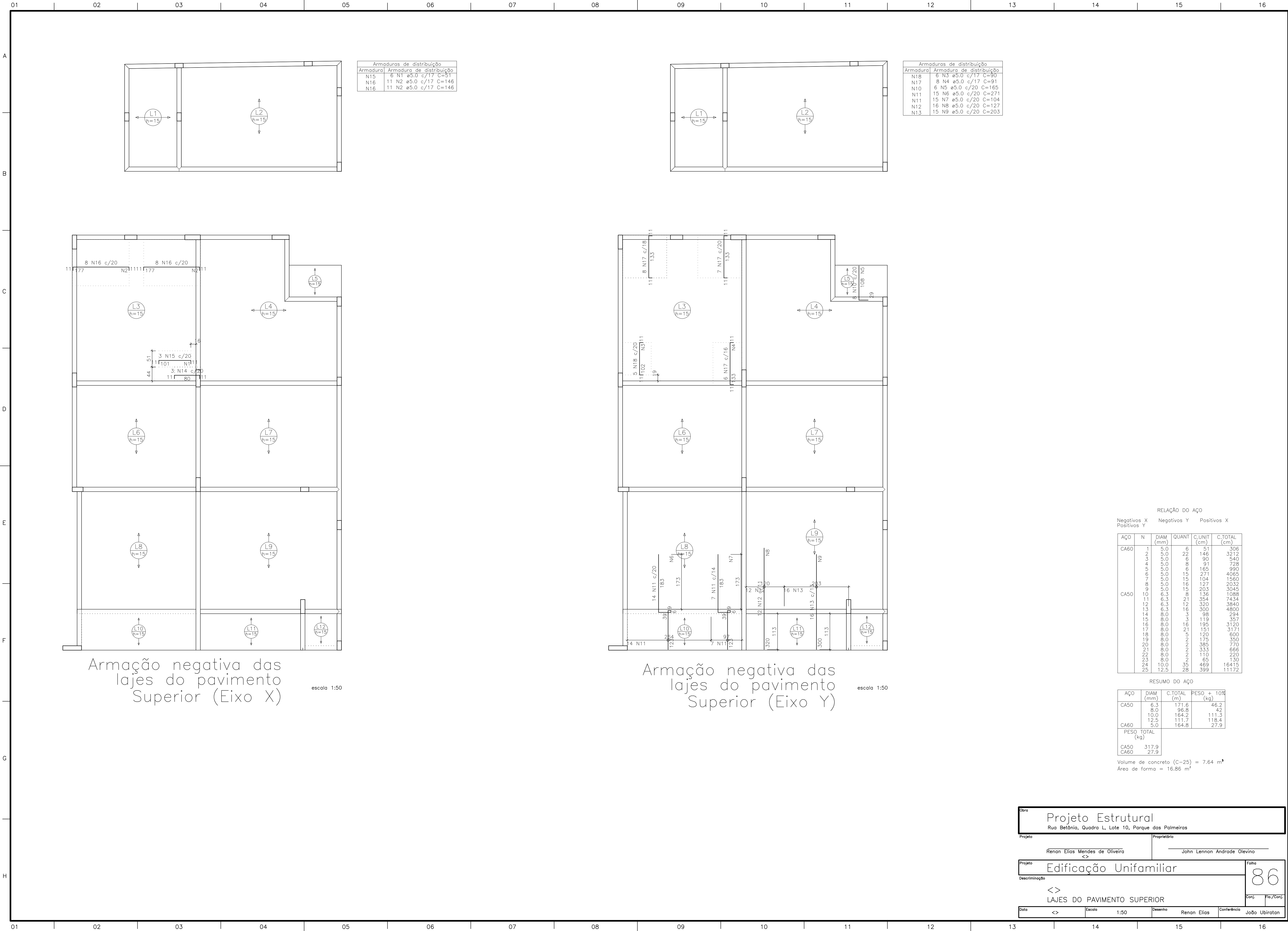
1:25

Desenho

Renan Elias

Conferência

João Ubiratan

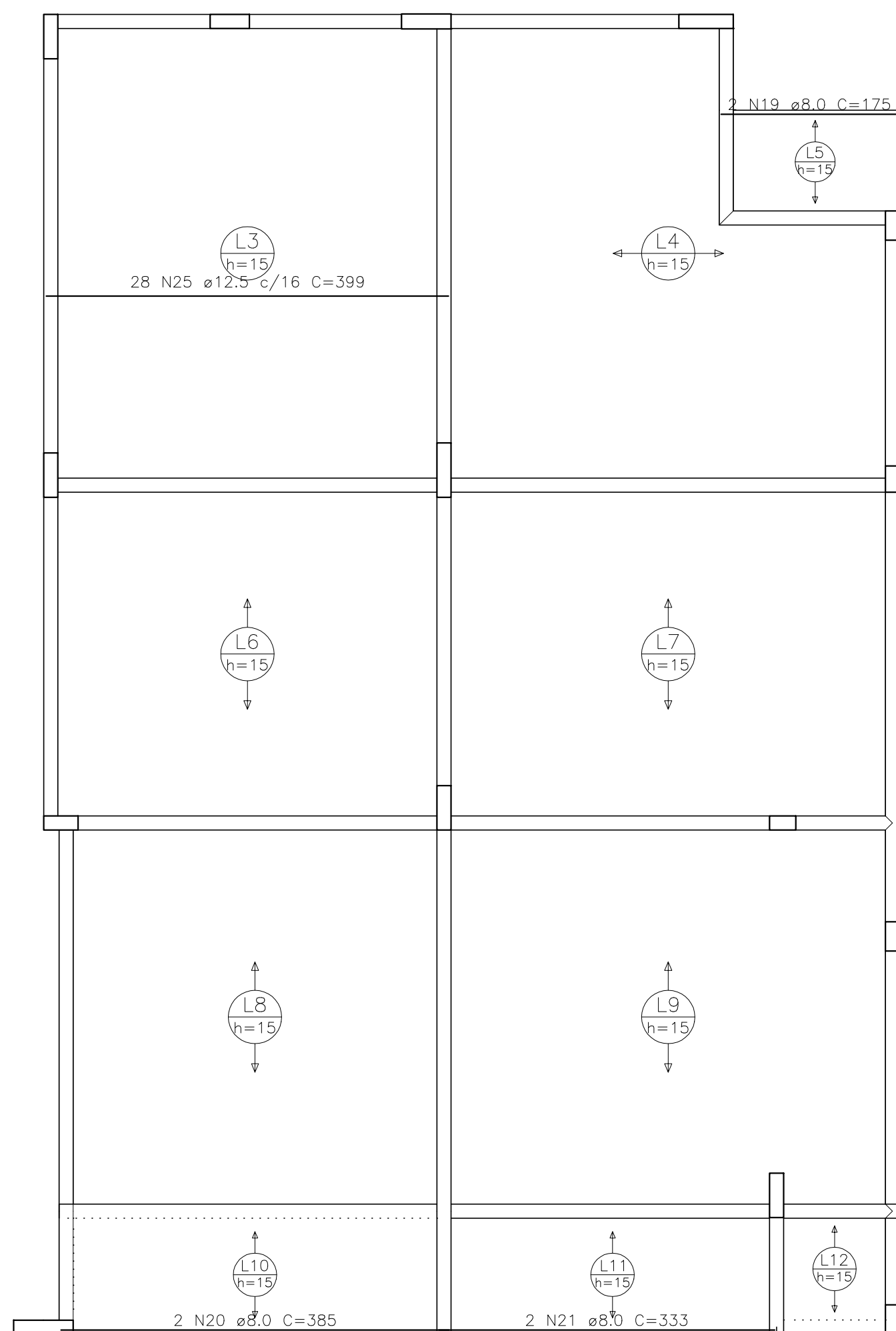
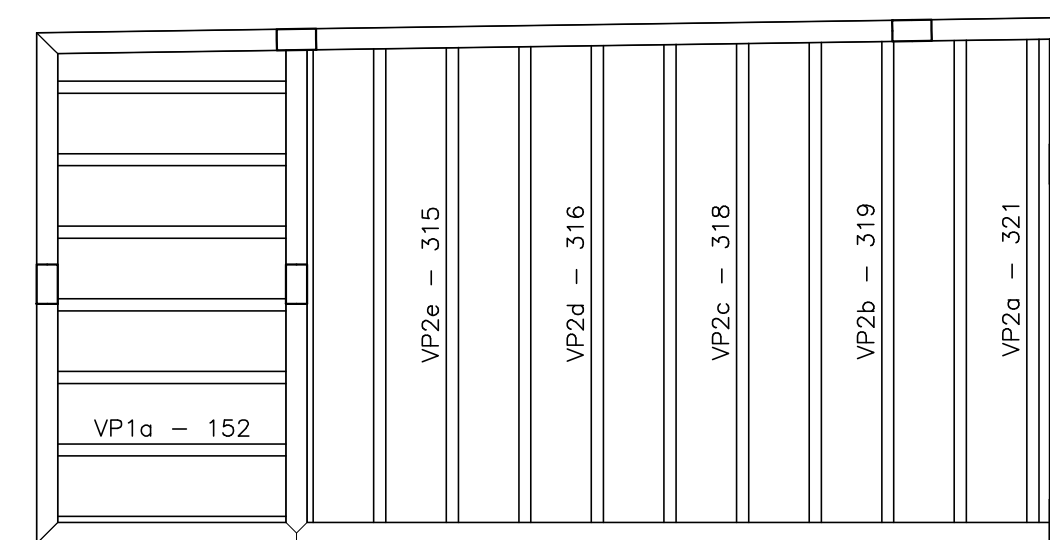
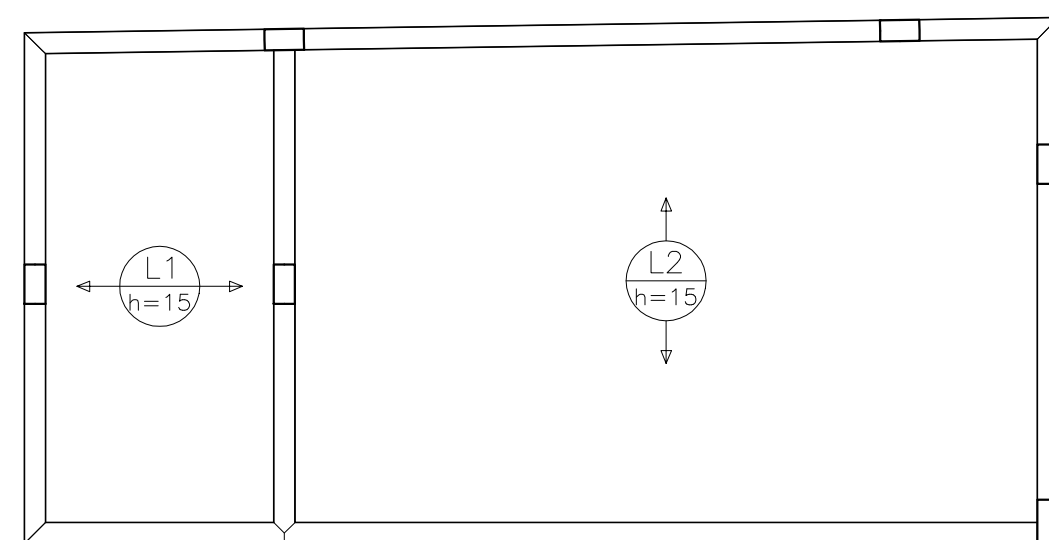
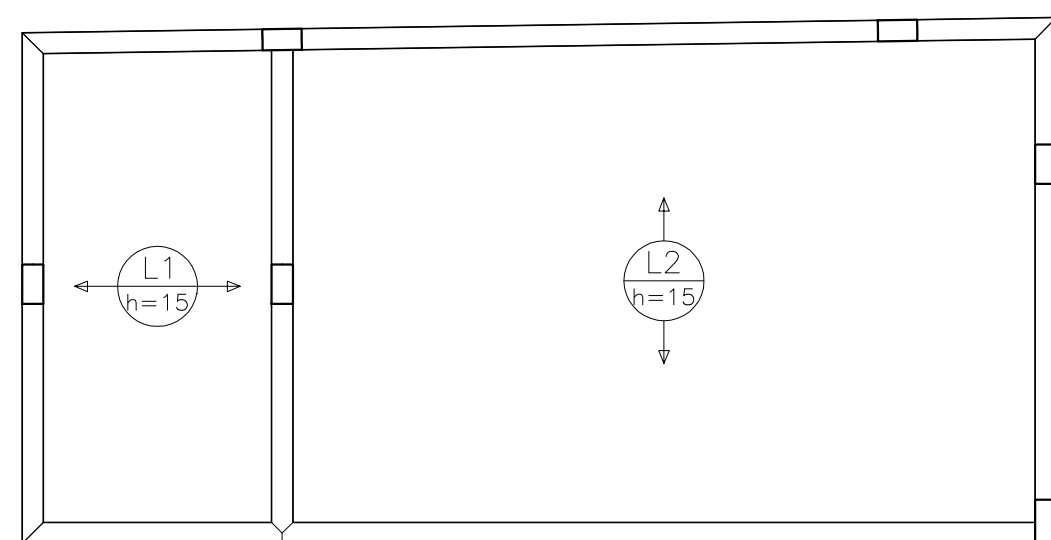


RELAÇÃO DO AÇO					
Negativos X			Positivos X		
AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	6	51	306
	2	5.0	22	146	3212
	3	5.0	6	90	540
	4	5.0	8	91	728
	5	5.0	6	165	990
	6	5.0	15	271	4065
	7	5.0	15	104	1560
	8	5.0	16	127	2032
	9	5.0	15	203	3045
	10	6.3	8	136	1088
CA50	11	6.3	21	354	7434
	12	6.3	12	320	3840
	13	6.3	16	300	4800
	14	8.0	3	98	294
	15	8.0	3	119	357
	16	8.0	16	195	3120
	17	8.0	21	151	3171
	18	8.0	5	120	600
	19	8.0	2	175	350
	20	8.0	2	385	770
	21	8.0	2	333	666
	22	8.0	2	110	220
	23	8.0	2	65	130
	24	10.0	35	469	16415
	25	12.5	28	399	11172

RESUMO DO AÇO			
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	171.6	46.2
	8.0	96.8	42
	10.0	164.2	111.3
	12.5	111.7	118.4
CA60	5.0	164.8	27.9
PESO TOTAL (kg)			
CA50	317.9		
CA60	27.9		

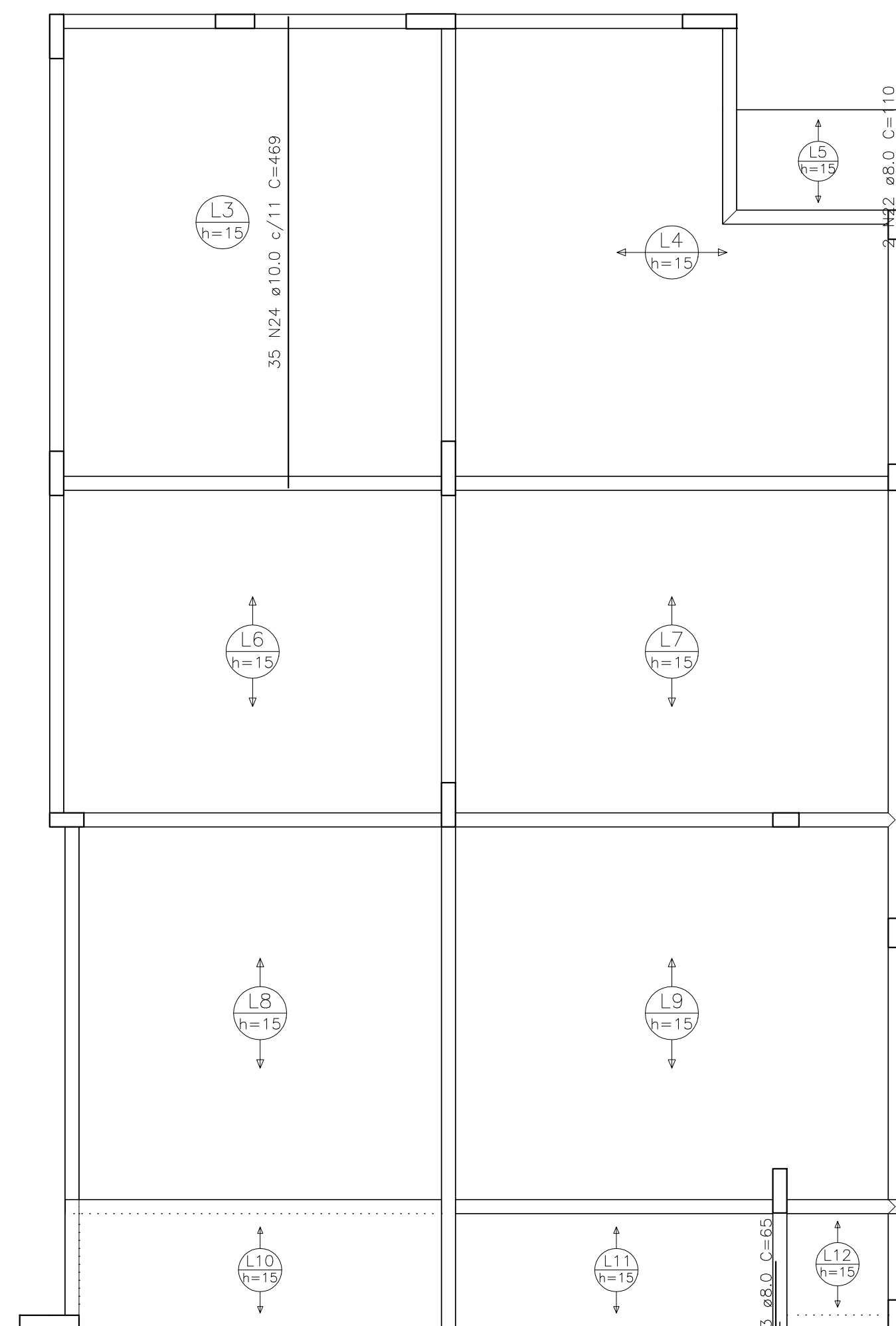
Volume de concreto (C-25) = 7.64 m³
Área de forma = 16.86 m²

Obra	
Projeto Estrutural	
Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras	
Projeto	Proprietário
Renan Elias Mendes de Oliveira	John Lennon Andrade Oliveira
Projeto	
Edificação Unifamiliar	
Descrição	Folha
<> LAJES DO PAVIMENTO SUPERIOR	86
Data	Escala
<>	1:50
Desenho	Conferência
Renan Elias	João Ubiratan



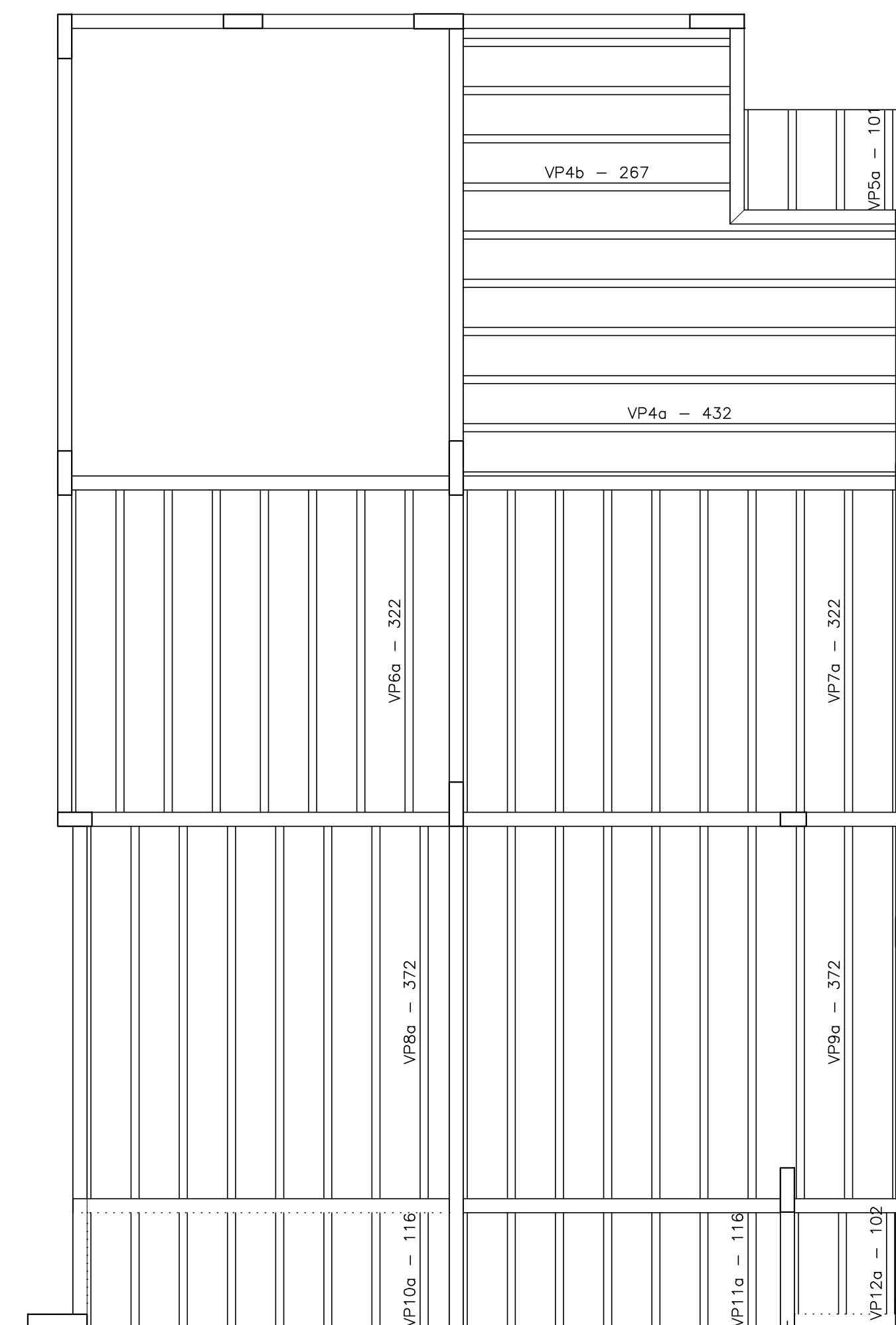
Armação positiva das lajes do pavimento Superior (Eixo X)

escala 1:50



Armação positiva das
lajes do pavimento
Superior (Eixo Y)

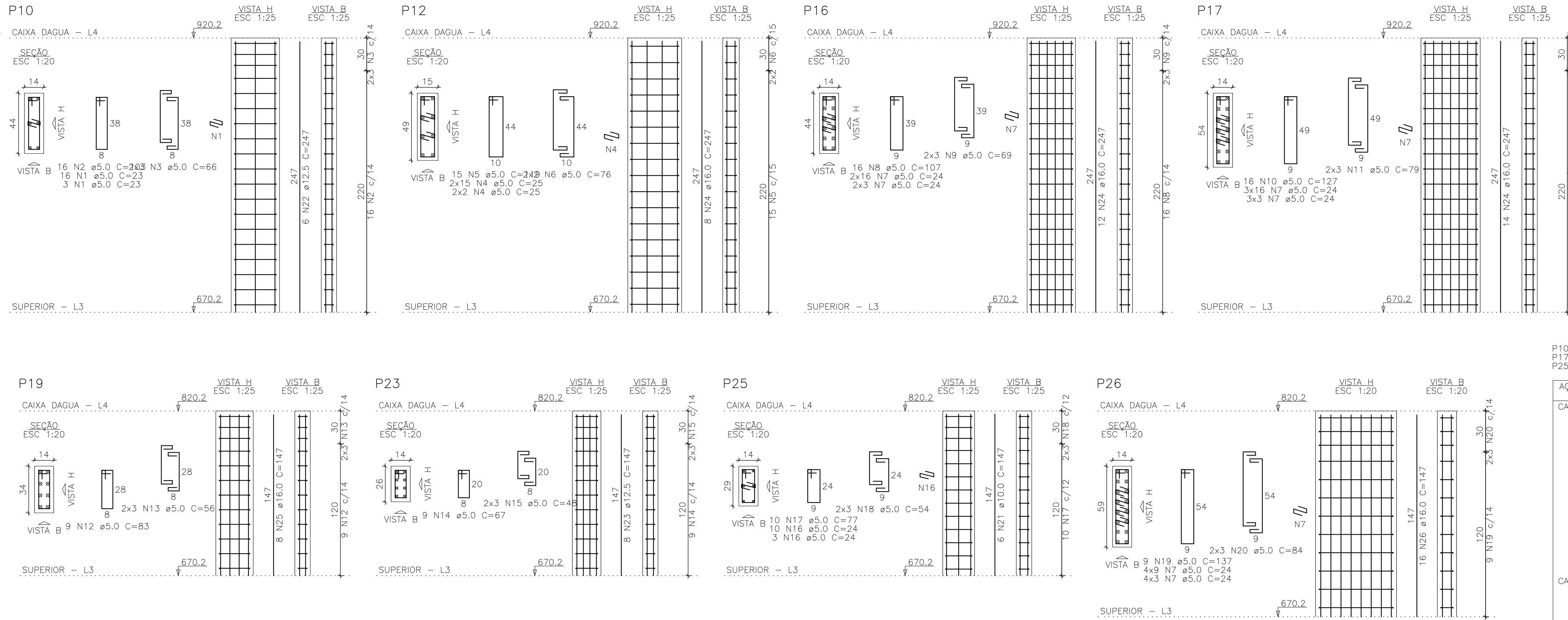
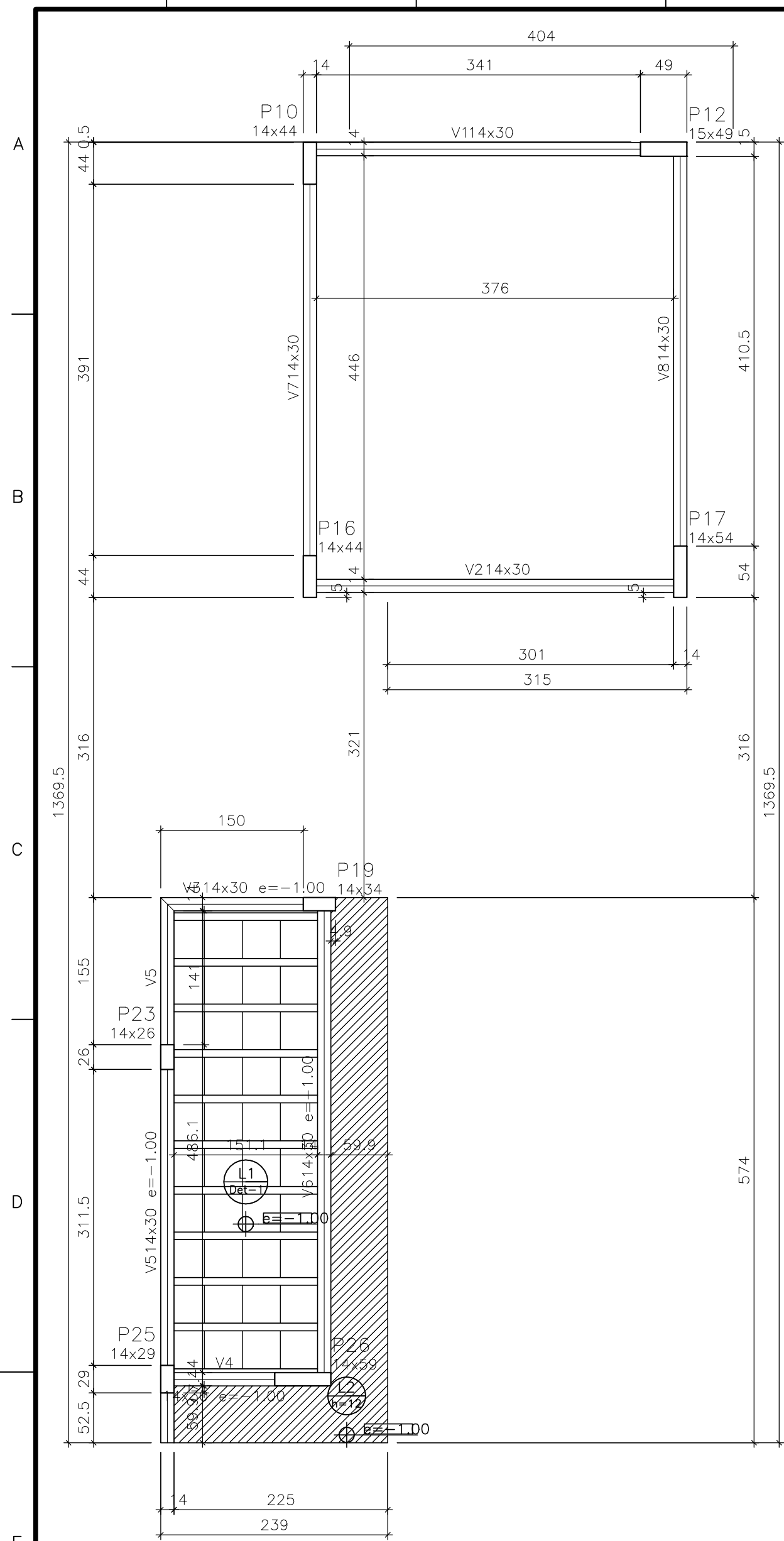
escala 1:50



Planta de vigotas pré-moldadas

escala 1:50

Obra Projeto Estrutural Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras				
Projeto Renan Elias Mendes de Oliveira		Proprietário John Lennon Andrade Oleivno		
Projeto Edificação Unifamiliar Descrição <> LAJES DO PAVIMENTO SUPERIOR				Folha 87
Data <>	Escala 1:50	Desenho Renan Elias	Conferência João Ubatatan	Conj. / Fia./Cor.

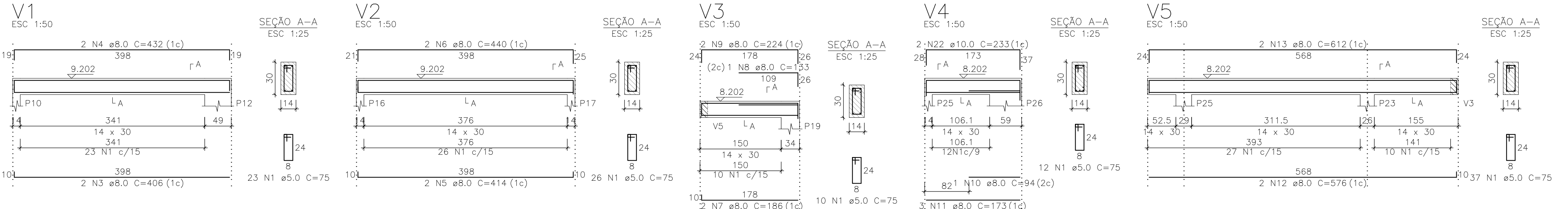


RESUMO DO AÇO				
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)	
CA50	10.0	8.8	28.2	6
	12.5	26.6	83.6	
CA60	16.0	119.3	207.1	
	5.0	186	31.5	
PESO TOTAL (kg)				
CA50	241.2			
CA60	31.5			
Volume de concreto (C-25) = 0.99 m³				
Área de forma = 18.52 m²				

RELAÇÃO DO AÇO					
AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	19	23	437
	2	5.0	16	103	1648
	3	5.0	16	66	1056
	4	5.0	36	25	900
	5	5.0	15	119	1785
	6	5.0	15	76	1140
	7	5.0	14	24	343.2
	8	5.0	16	107	1712
	9	5.0	16	69	1104
	10	5.0	16	127	2032
	11	5.0	9	79	711
	12	5.0	9	83	747
	13	5.0	9	56	504
	14	5.0	16	127	2032
	15	5.0	6	48	288
	16	5.0	13	24	312
	17	5.0	10	77	770
	18	5.0	6	54	324
	19	5.0	9	137	1233
	20	5.0	6	247	1482
	21	10.0	6	147	882
	22	12.5	6	247	1482
	23	12.5	6	147	882
	24	16.0	34	247	8398
	25	16.0	8	147	1176
	26	16.0	16	147	2352

Forma do pavimento Caixa Dagua

escala 1:50



RELAÇÃO DO AÇO				
AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)
CA60	1	5.0	196	75
	2	6.3	2	73
	3	8.0	2	406
	4	8.0	2	432
	5	8.0	2	414
	6	8.0	2	440
	7	8.0	2	186
	8	8.0	1	133
	9	8.0	2	224
	10	8.0	3	173
	11	8.0	3	94
	12	8.0	2	576
	13	8.0	2	612
	14	8.0	2	524
	15	8.0	1	164
	16	8.0	1	162
	17	8.0	2	561
	18	8.0	2	473
	19	8.0	2	507
	20	8.0	2	474
	21	8.0	2	512
	22	10.0	2	233

RESUMO DO AÇO				
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)	
CA50	6.3	1.5	0.4	
	8.0	137.5	59.7	
	10.0	4.7	3.2	
CA60	5.0	147	24.9	
PESO TOTAL (kg)				
CA50	63.3			
CA60	24.9			
Volume de concreto (C-25) = 1.35 m³				
Área de forma = 23.81 m²				

Lajes							
Dados				Sobrecarga (kN/m²)			
Nome	Tipo	Altura (cm)	Elevação (m)	Nível (m)	Peso própria (kN/m²)	Adicional (kN/m²)	Acidental Localizada (kN/m²)
L1	Pré-moldada	12	-1.00	8.202	1.35	1.82	0.50
L2	Maciça	12	-1.00	8.202	3.00	1.82	0.50

Blocos de enchimento				
Detalhe	Tipo	Nome	Dimensões (cm)	Quantidade
1	EPS Unidirecional	BB/40/40	8 40 40	40

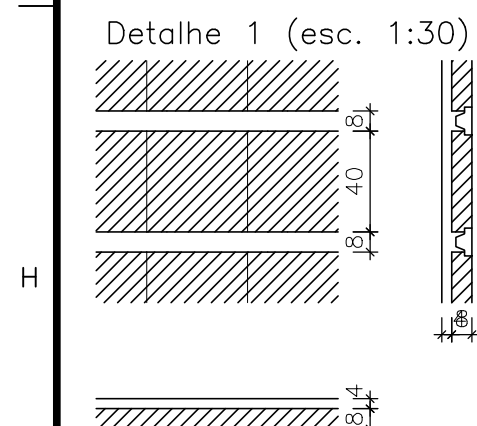
Características dos materiais			
fck (MPa)	Ecs (MPa)	Dimensão máxima do agregado	
25	24150	19 mm	

Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (m)	Nível (m)
V1	14x30	0.00	9.202
V2	14x30	0.00	9.202
V3	14x30	-1.00	8.202
V4	14x30	-1.00	8.202
V5	14x30	-1.00	8.202
V6	14x30	-1.00	8.202
V7	14x30	0.00	9.202
V8	14x30	0.00	9.202

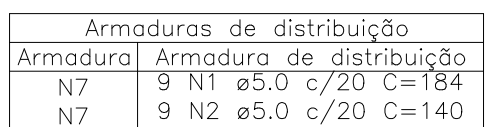
Legenda dos pilares	
	Pilar que morre

Legenda das vigas e paredes	
	Viga

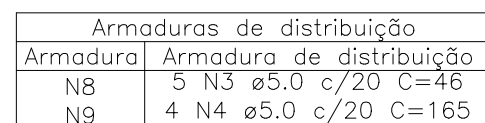
Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (m)	Nível (m)
P10	14x44	0.00	9.202
P12	15x49	0.00	9.202
P16	14x44	0.00	9.202
P17	14x54	0.00	9.202
P19	14x34	-1.00	8.202
P23	14x26	-1.00	8.202
P25	14x29	-1.00	8.202
P26	14x59	-1.00	8.202



Obra		Projeto Estrutural	
Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras			
Projeto	Renan Elias Mendes de Oliveira	Proprietário	John Lennon Andrade Olevino
Projeto	Edificação Unifamiliar		Folha 88
Descrição	Forma do Pavimento Cobertura VIGAS E PILARES DO PAVIMENTO COBERTURA		Conj. / No. Conj.
Data	Escala	INDICADA	Desenho
			Renan Elias
			Conferência
			João Ubiratan



escala 1:50



escala 1:50



RELAÇÃO DO AÇO					
Negativos X Positivos Y		Negativos Y		Positivos X	
AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5,0	9	184	1656
	2	5,0	9	140	1260
	3	5,0	5	46	230
	4	5,0	4	VAR	VAR
	5	5,0	6	VAR	VAR
CA50	6	6,3	24	111	2664
	7	6,3	22	170	3740
	8	6,3	3	112	336
	9	6,3	11	97	1067
	10	8,0	2	70	140
	11	8,0	2	235	470
	12	8,0	6	104	728
	13	8,0	6	641	3846
	14	10,0	2	570	1140

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	51.4	13.8
	8.0	63.2	27.4
CA60	5.0	81.3	13.8
PESO TOTAL (kg)			
CA50	41.3		
CA60	13.8		

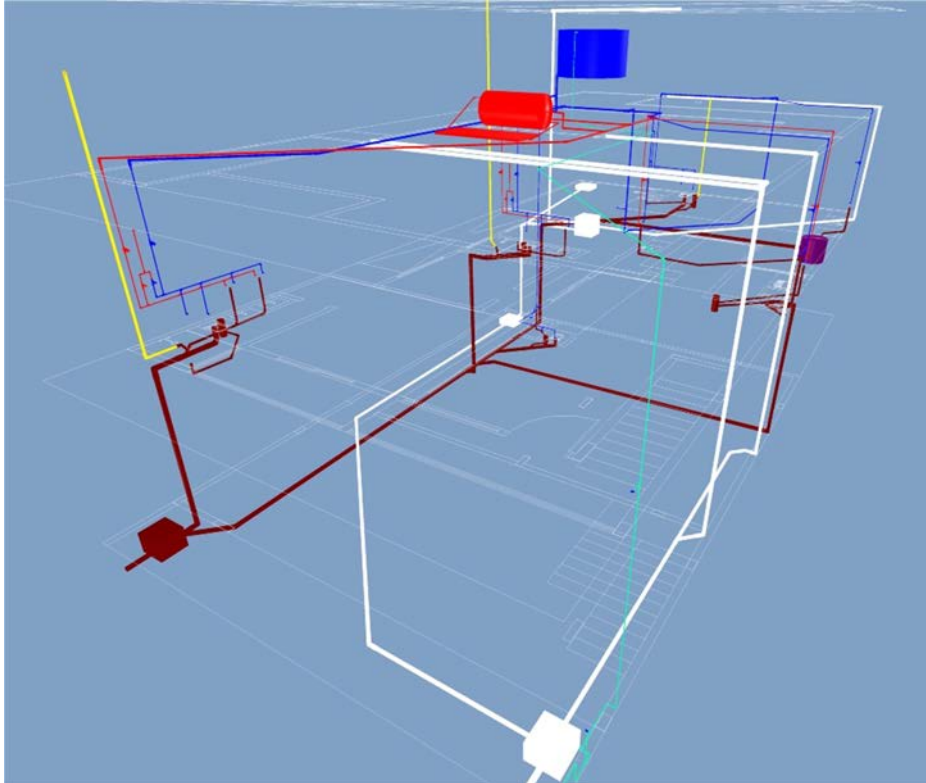
Volume de concreto (C-25) = 0.95 m³
Área de forma = 5.62 m²

Obra				
Projeto Estrutural Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras				
Projeto			Proprietário	
Renan Elias Mendes de Oliveira			John Lennon Andrade Oliveira	
Projeto Edificação Unifamiliar				Folha 89
Descrição				
<> LAJES DO PAVIMENTO COBERTURA				Conj. Fls./Conj.
Data	Escala	Desenho	Conferência	
<>	1:50	Renan Elias	João Ubiratan	

4.4 HIDROSSANITÁRIO

A Malha das tubulações hidrossanitárias calculadas podem ser visualizadas na figura 30

Figura 30 – Representação em 3D da malha hidrossanitária



Fonte: Produção do próprio autor

Os principais problemas apontados como mau cheiro em banheiros não irão ocorrer pois foram previstos aparelhos sifonados ligados corretamente e colunas de ventilação a fim de evitar a sobrepressão nestas peças.

Tabela 10– Consumo de água fria

Tipo de edificação	Consumo AF (L/dia)	Unidade	Número
Residência	150	Por pessoa	4

Fonte: Produção do próprio autor

Consumo diário: 0.6 m³/dia

Volume estimado: 0.9 m³

Peça adotada:

Polietileno - 1500 L - 2"

Altura: 105 cm

Diâmetro: 177 cm

Volume efetivo: 1.5 m³

Tipo de aquecedor: Aquecedor de acumulação (horizontal)

Tabela 11 – Consumo de água quente

Tipo de edificação	Consumo AF (L/dia)	Unidade	Número
Residência	45	Por pessoa	4

Fonte: Produção do próprio autor

Consumo diário: 0.18 m³/dia

Temperatura de recuperação: 20 °C

Tempo de recuperação: 2 h

Fórmula aplicada para o cálculo da potência

$$P = 0,00116389 \cdot (V \cdot Ch / 100) \cdot (Tr/\text{tempo})$$

Onde:

P = Potência (kW)

V = Volume diário (l/dia)

Ch = Consumo horário (%)

Tr = Temperatura de recuperação (°C)

tempo = Tempo de recuperação (h)

Volume calculado: 180 L

Potência calculada: 2.095 kW

Peça adotada

Reservatório térmico Solar - Reservatório Térmico solar vitrex horizontal - 400 -

Baixa pressão (1" x 1")

Volume: 400 l

Potência nominal: 2 kW

Diâmetro: 73 cm

Comprimento: 150 cm

Placa solar

Consumo diário: 0.18 m³/dia

Temperatura de recuperação: 20 °C

Intensidade de radiação solar: 5 kWh/m².dia

Fórmula para o cálculo da quantidade de calor necessária por dia e área total das placas

$$Q = V.(Tr) / 860$$

Onde:

Q = Quantidade de calor (kWh)

V = Volume (l)

Tr = Temperatura de recuperação (°C)

$$S = Q / I$$

Onde:

S = Área total (m²)

Q = Valor calculado na propriedade do elemento Calor dia (kWh)

I = Intensidade de radiação solar (kWh/m².dia)

Dimensionamento das placas solares

Número de placas: 1

Área total de placas: 1.22304 m²

Peça adotada

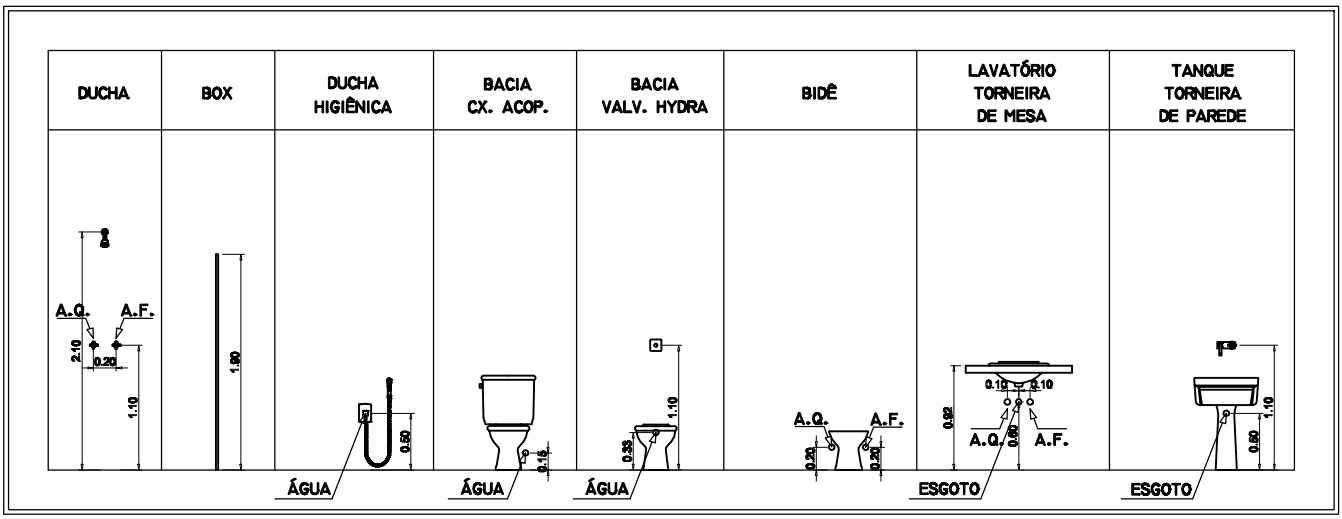
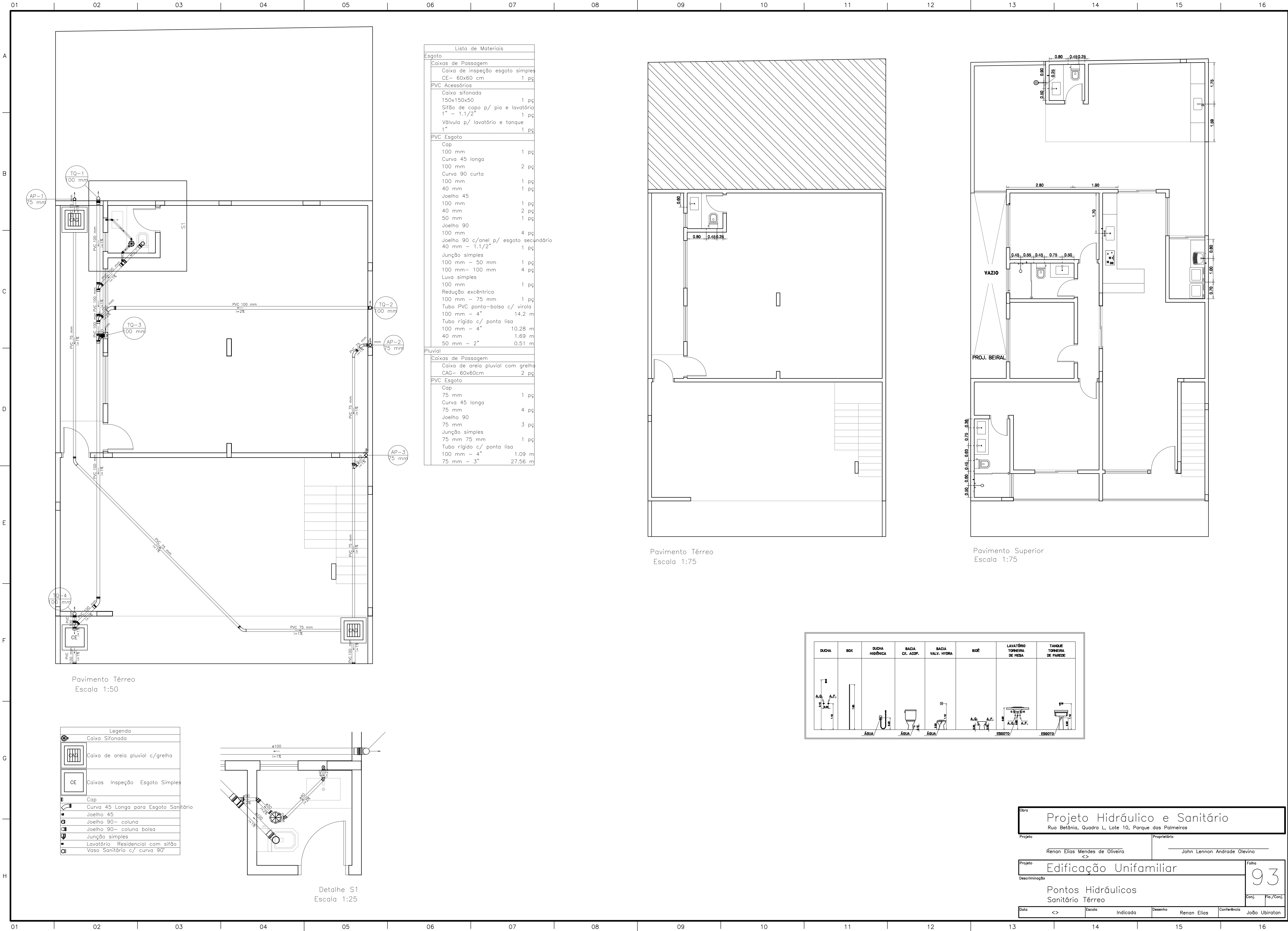
Peça: Placa Solar - CSC - Premium - 200 H

Área coletora real: 1.22304 m²

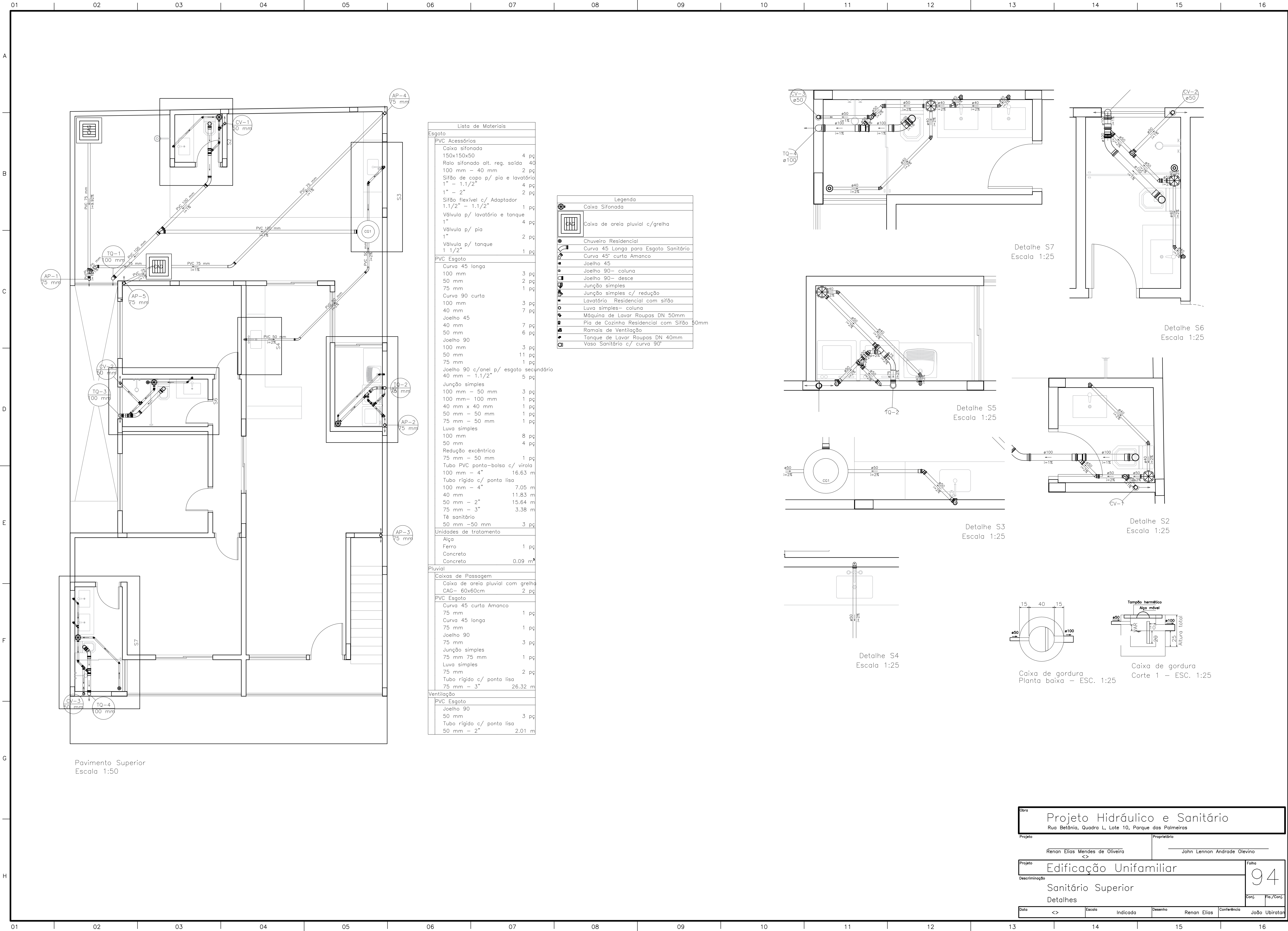
Comprimento: 209 cm

Largura: 88 cm

Os detalhamentos hidrossanitários podem ser visualizados nas pranchas a seguir:

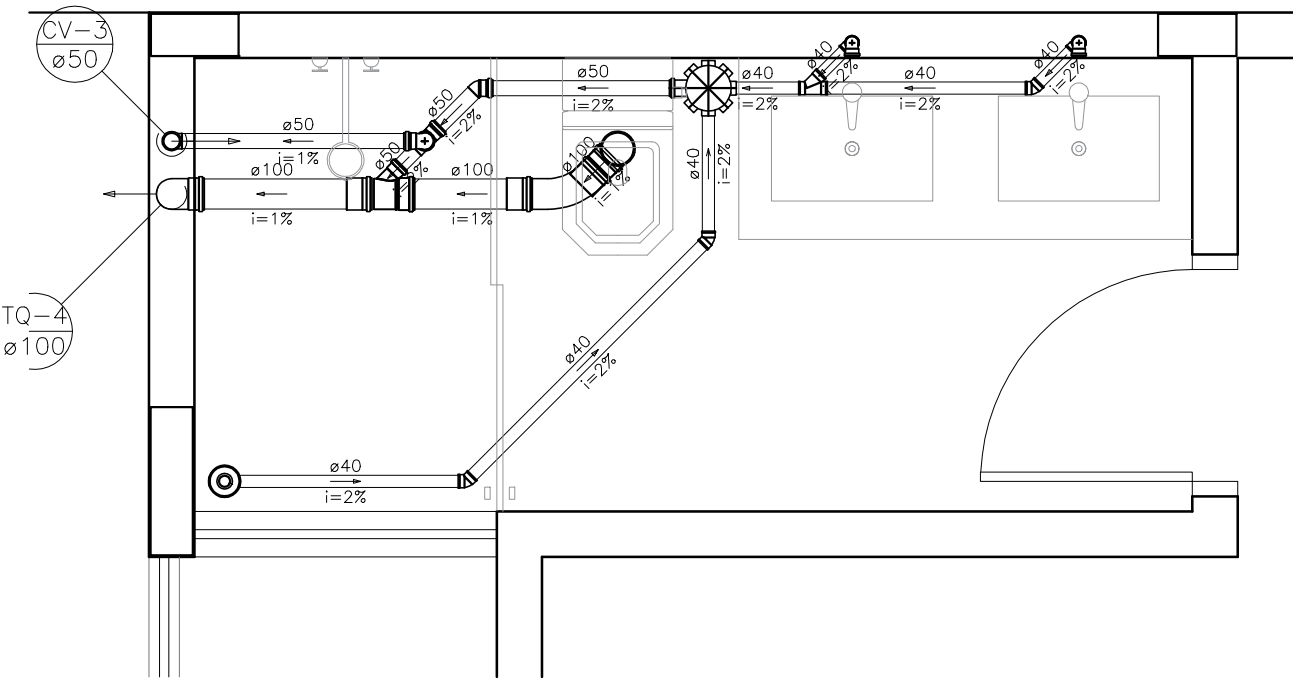


Obra	
Projeto Hidráulico e Sanitário	
Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras	
Projeto	Proprietário
Renan Elias Mendes de Oliveira	John Lennon Andrade Olevino
Projeto	
Edificação Unifamiliar	
Folha	
93	
Descrição	
Pontos Hidráulicos Sanitário Térreo	
Data	Escala
<>	Indicada
Desenho	Renan Elias
Conferência	João Ubiratan

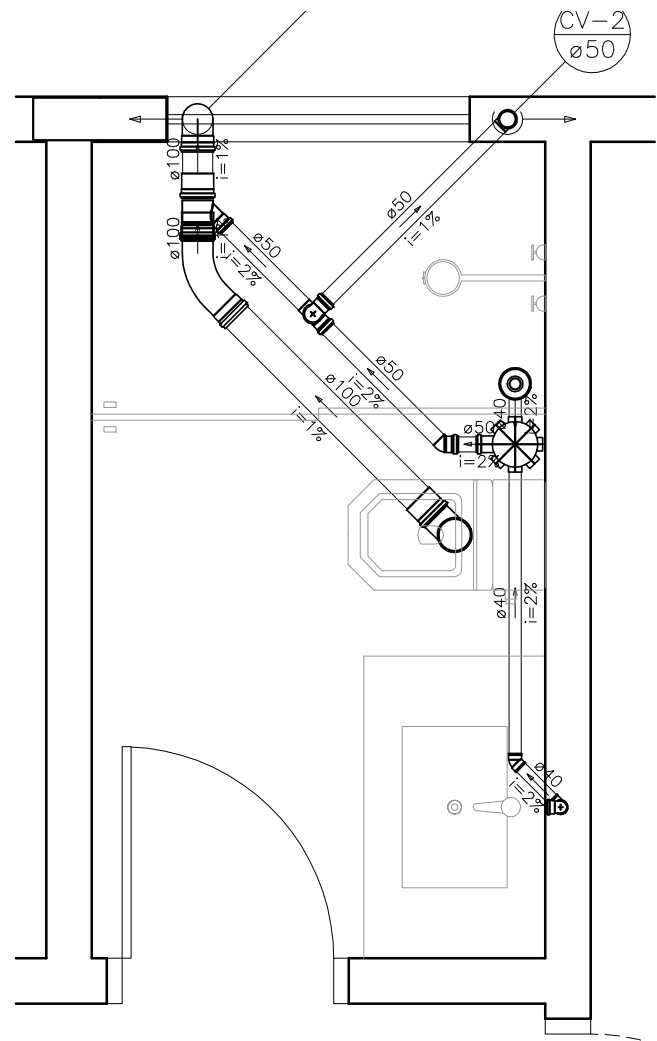


Lista de Materiais	
Esgoto	
PVC Acessórios	
Caixa sifonada	4 pç
150x150x50	
Ralo sifonado alt. reg. saída	40
100 mm - 40 mm	2 pç
Sifão de copo p/ pia e lavatório	1" - 1.1/2"
1" - 1.1/2"	4 pç
1" - 2"	2 pç
Sifão flexível c/ Adaptador	1.1/2" - 1.1/2"
1.1/2" - 1.1/2"	1 pç
Válvula p/ lavatório e tanque	1"
1"	4 pç
Válvula p/ pia	1"
1"	2 pç
Válvula p/ tanque	1.1/2"
1.1/2"	1 pç
PVC Esgoto	
Curva 45 longa	100 mm
100 mm	3 pç
50 mm	2 pç
75 mm	1 pç
Curva 90 curta	100 mm
100 mm	3 pç
40 mm	7 pç
Joelho 45	40 mm
40 mm	7 pç
50 mm	6 pç
Joelho 90	100 mm
100 mm	3 pç
50 mm	11 pç
75 mm	1 pç
Joelho 90 c/anel p/ esgoto secundário	40 mm - 1.1/2"
40 mm - 1.1/2"	5 pç
Junção simples	
100 mm - 50 mm	3 pç
100 mm - 100 mm	1 pç
40 mm x 40 mm	1 pç
50 mm - 50 mm	1 pç
75 mm - 50 mm	1 pç
Lixa simples	
100 mm	8 pç
50 mm	4 pç
Redução excêntrica	
75 mm - 50 mm	1 pç
Tubo PVC ponta-bolsa c/ virala	
100 mm - 4"	16.63 m
Tubo rígido c/ ponta lisa	
100 mm - 4"	7.05 m
40 mm	11.83 m
50 mm - 2"	15.64 m
75 mm - 3"	3.38 m
Tê sanitário	
50 mm - 50 mm	3 pç
Unidades de tratamento	
Alça	
Ferro	1 pç
Concreto	
Concreto	0.09 m³
Pluvial	
Caixas de Passagem	
Caixa de areia pluvial com grelha	
CAG- 60x60cm	2 pç
PVC Esgoto	
Curva 45 curta Amanco	75 mm
75 mm	1 pç
Curva 45 longa	75 mm
75 mm	1 pç
Joelho 90	75 mm
75 mm	3 pç
Junção simples	75 mm 75 mm
75 mm 75 mm	1 pç
Lixa simples	
75 mm	2 pç
Tubo rígido c/ ponta lisa	
75 mm - 3"	26.32 m
Ventilação	
PVC Esgoto	
Joelho 90	50 mm
50 mm	3 pç
Tubo rígido c/ ponta lisa	
50 mm - 2"	2.01 m

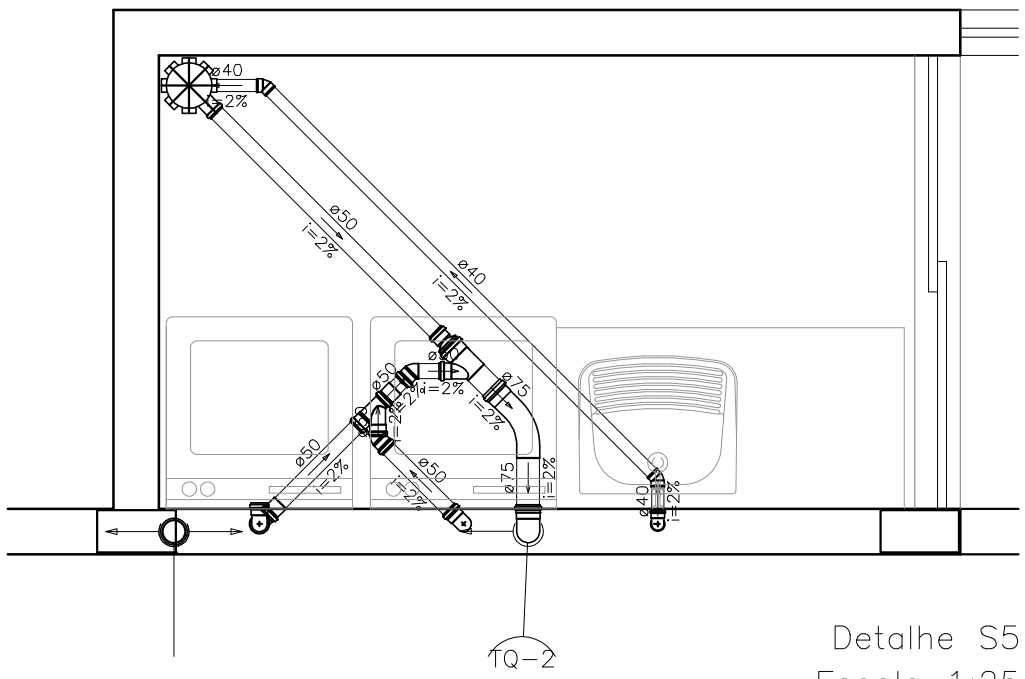
Legenda	
	Caixa Sifonada
	Caixa de areia pluvial c/grelha
	Chuveiro Residencial
	Curva 45° Longa para Esgoto Sanitário
	Curva 45° curta Amanco
	Joelho 45
	Joelho 90- coluna
	Joelho 90- desce
	Junção simples
	Junção simples c/ redução
	Lavatório Residencial com sifão
	Lixa simples- coluna
	Máquina de Lavar Roupas DN 50mm
	Pia de Cozinha Residencial com Sifão 50mm
	Rameio de Ventilação
	Tanque de Lavar Roupas DN 40mm
	Vaso Sanitário c/ curva 90°



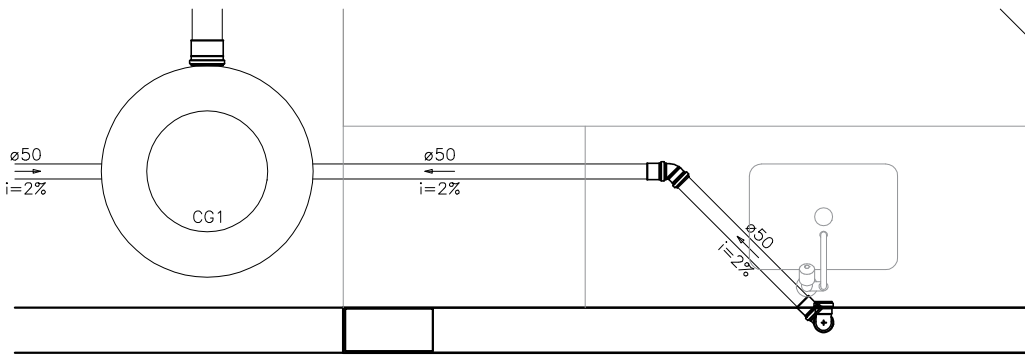
Detalhe S7
Escala 1:25



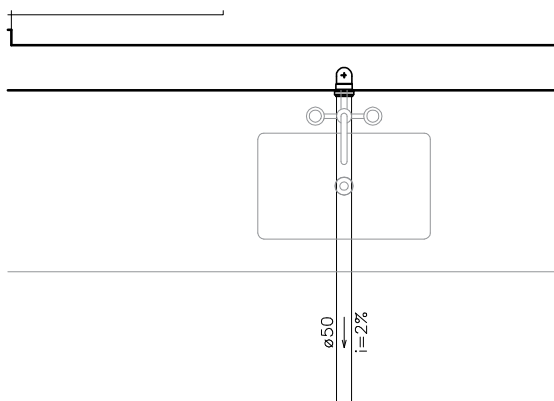
Detalhe S6
Escala 1:25



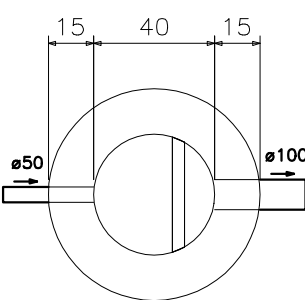
Detalhe S5
Escala 1:25



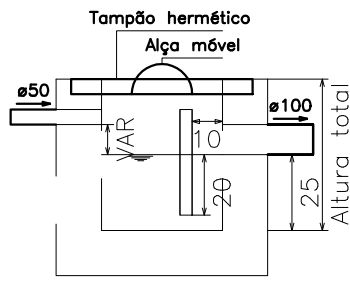
Detalhe S3
Escala 1:25



Detalhe S4
Escala 1:25

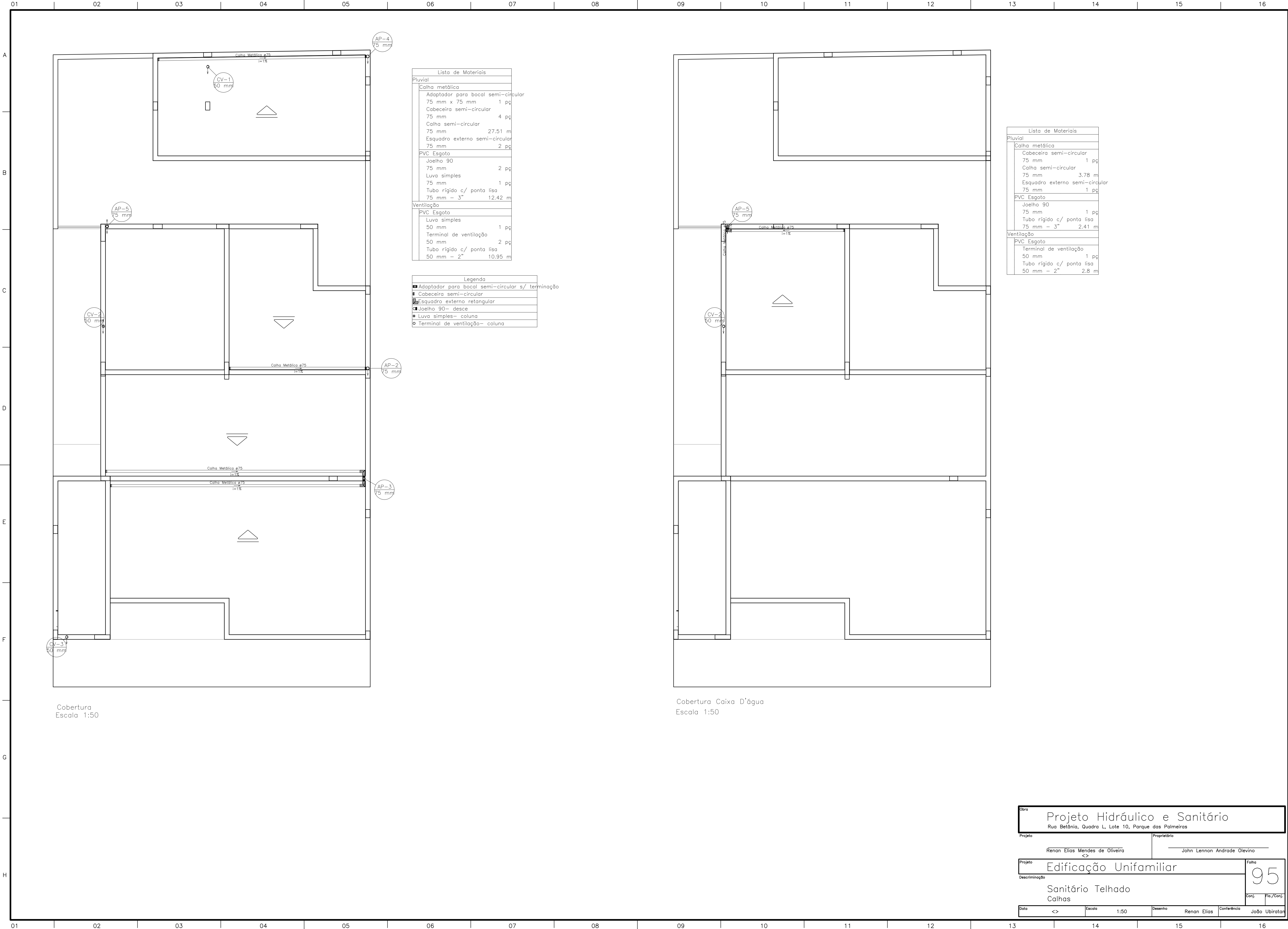


Caixa de gordura
Planta baixa - ESC. 1:25



Caixa de gordura
Corte 1 - ESC. 1:25

Obra		Projeto Hidráulico e Sanitário	
Projeto		Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras	
Proprietário		Renan Elias Mendes de Oliveira	
Projeto		John Lennon Andrade Olevino	
Descrição		Edificação Unifamiliar	
Data		94	
Escala		Indicada	
Desenho		Renan Elias	
Conferência		João Ubiratan	



Lista de Materiais	
Pluvial	
Calha metálica	
Adaptador para bocal semi-circular	
75 mm x 75 mm	1 pç
Cabeceira semi-circular	
75 mm	4 pç
Calha semi-circular	
75 mm	27.51 m
Esquadro externo semi-circular	
75 mm	2 pç
PVC Esgoto	
Joelho 90	
75 mm	2 pç
Luva simples	
75 mm	1 pç
Tubo rígido c/ ponta lisa	
75 mm - 3"	12.42 m
Ventilação	
PVC Esgoto	
Luva simples	
50 mm	1 pç
Terminal de ventilação	
50 mm	2 pç
Tubo rígido c/ ponta lisa	
50 mm - 2"	10.95 m

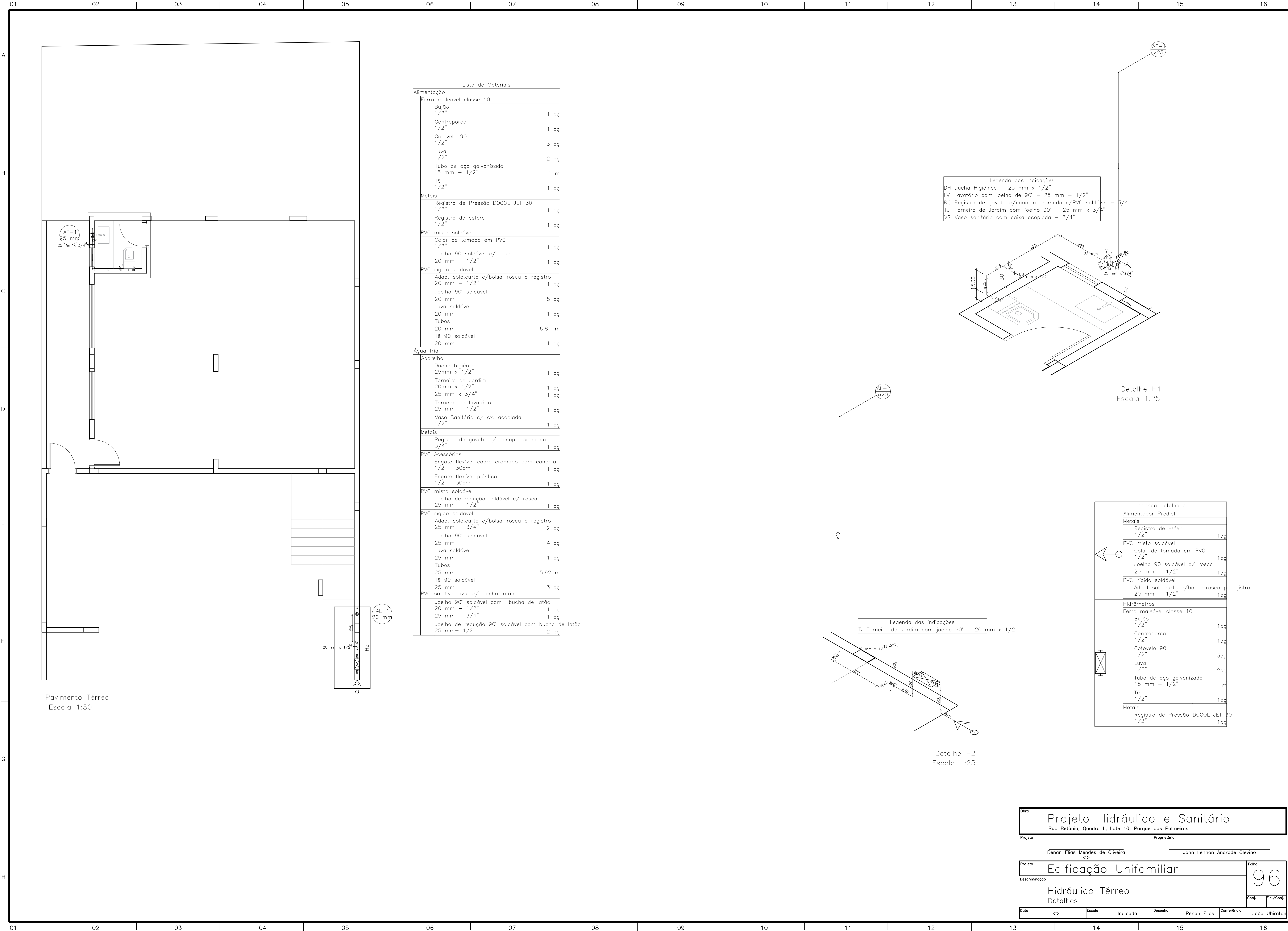
Legenda	
■	Adaptador para bocal semi-circular s/ terminação
■	Cabeceira semi-circular
■	Esquadro externo retangular
■	Joelho 90- desce
○	Luva simples- coluna
○	Terminal de ventilação- coluna

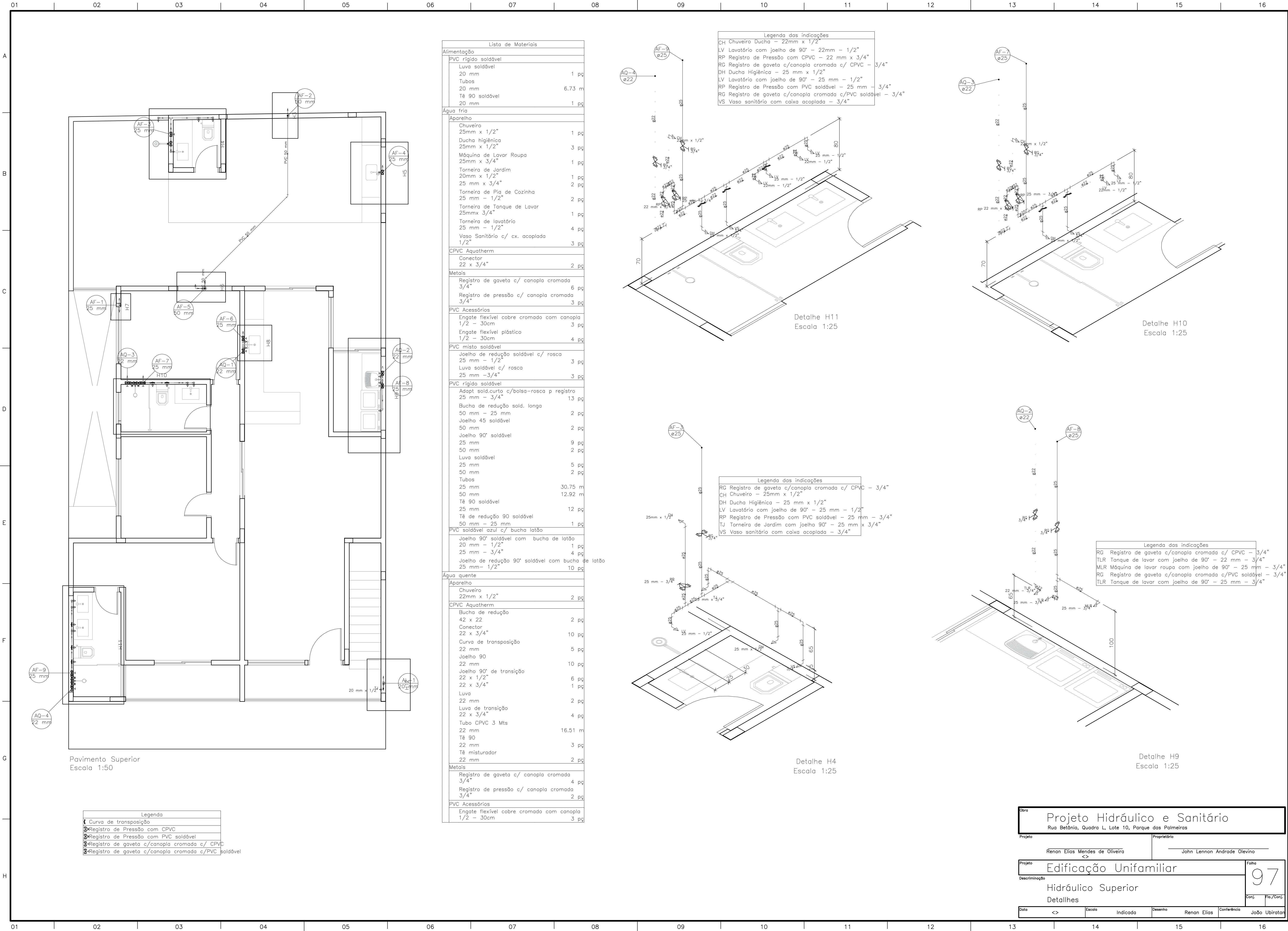
Lista de Materiais	
Pluvial	
Calha metálica	
Cabeceira semi-circular	
75 mm	1 pç
Calha semi-circular	
75 mm	3.78 m
Esquadro externo semi-circular	
75 mm	1 pç
PVC Esgoto	
Joelho 90	
75 mm	1 pç
Tubo rígido c/ ponta lisa	
75 mm - 3"	2.41 m
Ventilação	
PVC Esgoto	
Terminal de ventilação	
50 mm	1 pç
Tubo rígido c/ ponta lisa	
50 mm - 2"	2.8 m

Cobertura
Escala 1:50

Cobertura Caixa D'água
Escala 1:50

Obra			
Projeto Hidráulico e Sanitário			
Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras			
Projeto	Renan Elias Mendes de Oliveira		Proprietário
	<>		John Lennon Andrade Olevino
Projeto	Edificação Unifamiliar		
Descrição	Sanitário Telhado		
	Calhas		
Data		Escala	1:50
<>		Desenho	Renan Elias
		Conferência	João Ubiratan
		Folha	95
		Conj.	Folha/Conj.





Lista de Materiais		
Água fria		
Aparelho		
Chuveiro	25mm x 1/2"	1 pç
Ducha higiênica	25mm x 1/2"	3 pç
Máquina de Lavar Roupa	25mm x 3/4"	1 pç
Torneira de Jardim	20mm x 1/2"	1 pç
Torneira de Pia de Cozinha	25 mm x 3/4"	2 pç
Torneira de Tanque de Lavar	25mm x 3/4"	1 pç
Torneira de lavatório	25 mm - 1/2"	4 pç
Vaso Sanitário c/ cx. acoplada	1/2"	3 pç
CPVC Aquatherm		
Conector	22 x 3/4"	2 pç
Metais		
Registro de gaveta c/ canopla cromada	3/4"	6 pç
Registro de pressão c/ canopla cromada	3/4"	3 pç
PVC Acessórios		
Engate flexível cobre cromado com canopla	1/2 - 30cm	3 pç
Engate flexível plástico	1/2 - 30cm	4 pç
PVC misto soldável		
Joelho de redução soldável c/ rosca	25 mm - 1/2"	3 pç
Luva soldável c/ rosca	25 mm - 3/4"	3 pç
PVC rígido soldável		
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	25 mm - 3/4"	13 pç
Bucha de redução sold. longa	50 mm - 25 mm	2 pç
Joelho 45 soldável	50 mm	2 pç
Joelho 90° soldável	25 mm	9 pç
	50 mm	2 pç
Luva soldável	25 mm	5 pç
Tubos	50 mm	2 pç
	25 mm	30.75 m
	50 mm	12.92 m
Tê 90° soldável	25 mm	12 pç
Tê de redução 90° soldável	50 mm - 25 mm	1 pç
PVC soldável azul c/ bucha latão		
Joelho 90° soldável com bucha de latão	20 mm - 1/2"	1 pç
	25 mm - 3/4"	4 pç
Joelho de redução 90° soldável com bucha de latão	25 mm - 1/2"	10 pç
Água quente		
Aparelho		
Chuveiro	22mm x 1/2"	2 pç
CPVC Aquatherm		
Bucha de redução	42 x 22	2 pç
Conector	22 x 3/4"	10 pç
Curva de transposição	22 mm	5 pç
Joelho 90	22 mm	10 pç
Joelho 90° de transição	22 x 1/2"	6 pç
	22 x 3/4"	1 pç
Luva	22 mm	2 pç
Luva de transição	22 x 3/4"	4 pç
Tubo CPVC 3 Mts	22 mm	16.51 m
Tê 90	22 mm	3 pç
Tê misturador	22 mm	2 pç
Metais		
Registro de gaveta c/ canopla cromada	3/4"	4 pç
Registro de pressão c/ canopla cromada	3/4"	2 pç
PVC Acessórios		
Engate flexível cobre cromado com canopla	1/2 - 30cm	3 pç

Legenda das indicações

CH Chuveiro Ducha - 22mm x 1/2"

LV Lavatório com joelho de 90° - 22mm - 1/2"

RP Registro de Pressão com CPVC - 22 mm x 3/4"

RG Registro de gaveta c/canopla cromada c/ CPVC - 3/4"

DH Ducha Higiênica - 25 mm x 1/2"

LV Lavatório com joelho de 90° - 25 mm - 1/2"

RP Registro de Pressão com PVC soldável - 25 mm - 3/4"

RG Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável - 3/4"

VS Vaso sanitário com caixa acoplada - 3/4"

Legenda das indicações

RG Registro de gaveta c/canopla cromada c/ CPVC - 3/4"

CH Chuveiro - 25mm x 1/2"

DH Ducha Higiênica - 25 mm x 1/2"

LV Lavatório com joelho de 90° - 25 mm - 1/2"

RP Registro de Pressão com PVC soldável - 25 mm - 3/4"

TJ Torneira de Jardim com joelho 90° - 25 mm x 3/4"

VS Vaso sanitário com caixa acoplada - 3/4"

Legenda das indicações

RG Registro de gaveta c/canopla cromada c/ CPVC - 3/4"

TLR Tanque de lavar com joelho de 90° - 22 mm - 3/4"

MLR Máquina de lavar roupa com joelho de 90° - 25 mm - 3/4"

RG Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável - 3/4"

TLR Tanque de lavar com joelho de 90° - 25 mm - 3/4"

Legenda

Curva de transposição

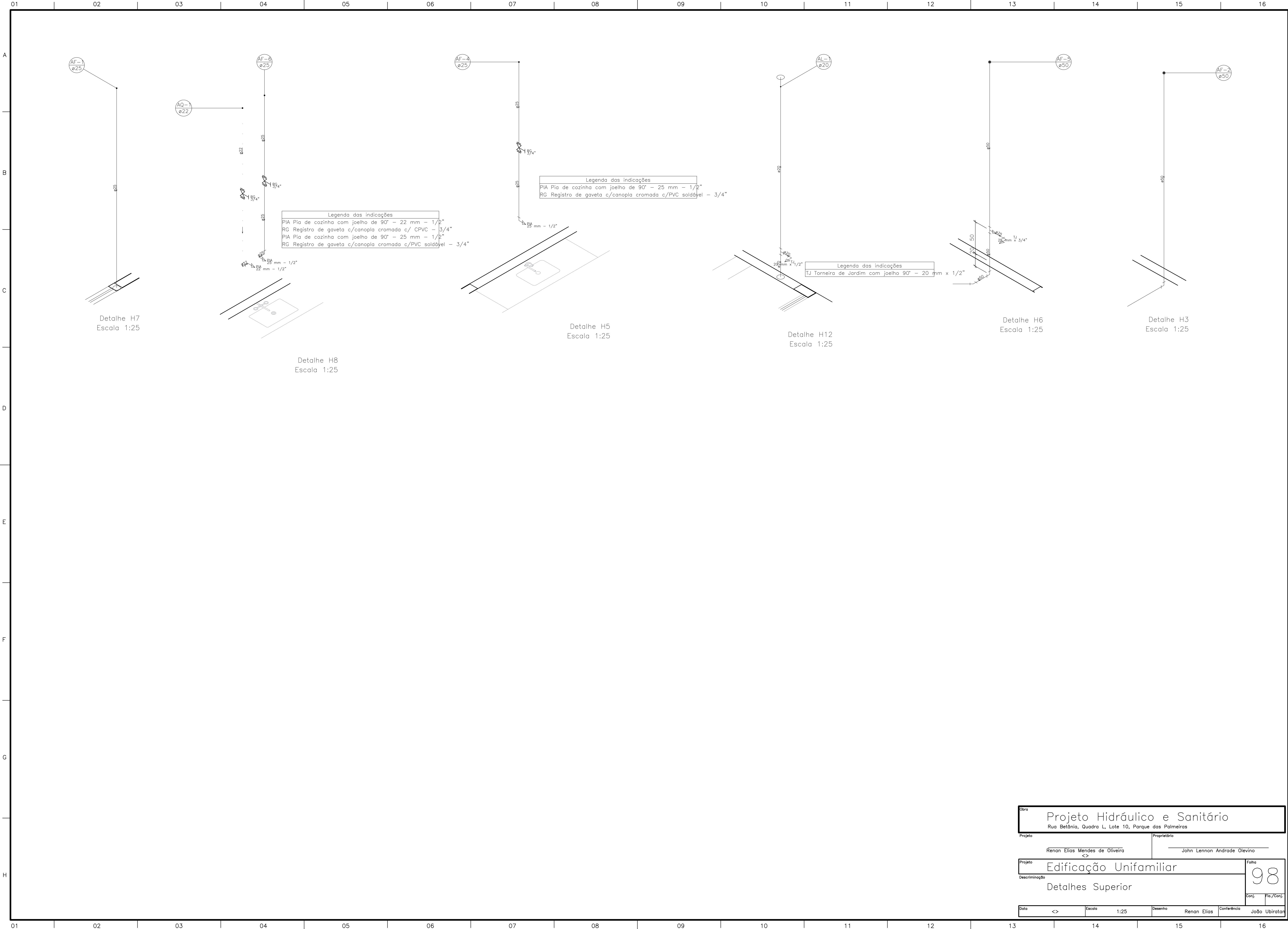
Registro de Pressão com CPVC

Registro de Pressão com PVC soldável

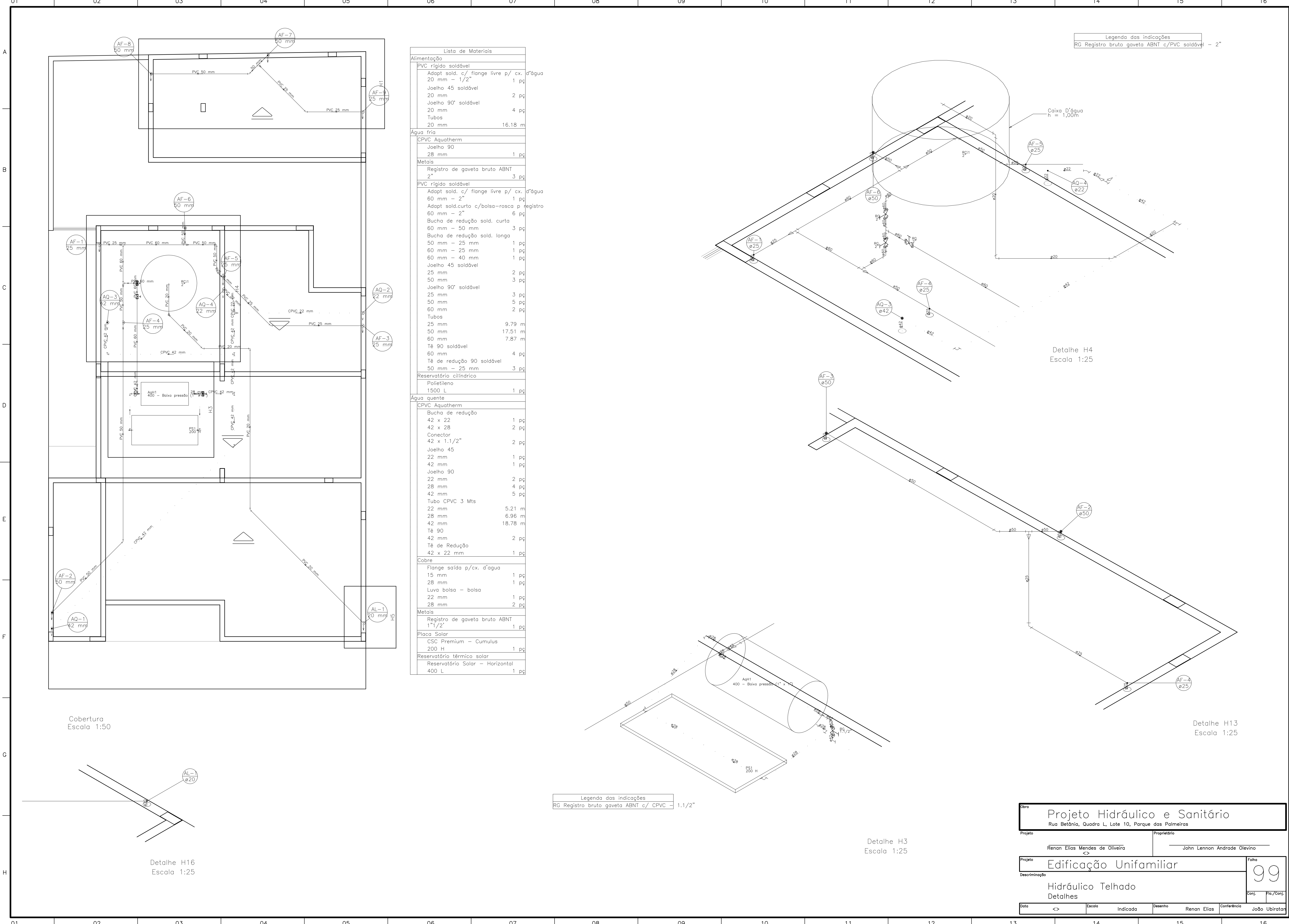
Registro de gaveta c/canopla cromada c/ CPVC

Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável

Obra		Projeto Hidráulico e Sanitário	
Projeto		Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras	
Proprietário		Renan Elias Mendes de Oliveira	
Projeto		Edificação Unifamiliar	
Descrição		Hidráulico Superior	
Data		Escala	
Indicada		Desenho	
Renan Elias		Conferência	
João Ubiratan		Folha	
97		Conj.	
Folha/Conj.		97	



Obra			
Projeto Hidráulico e Sanitário			
Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras			
Projeto		Proprietário	
Renan Elias Mendes de Oliveira		John Lennon Andrade Olevino	
Projeto			Folha
Edificação Unifamiliar			98
Descrição			Conj. / Fa./Conj.
Detalhes Superior			
Data	<>	Escala	1:25
Desenho	Renan Elias	Conferência	João Ubiratan



Lista de Materiais	
Alimentação	
PVC rígido soldável	
Adapt sold. c/ flange livre p/ cx. d'água	
20 mm - 1/2"	1 pç
Joelho 45 soldável	
20 mm	2 pç
Joelho 90° soldável	
20 mm	4 pç
Tubos	
20 mm	16.18 m
Água fria	
CPVC Aquatherm	
Joelho 90	
28 mm	1 pç
Metais	
Registro de gaveta bruto ABNT	
2"	3 pç
PVC rígido soldável	
Adapt sold. c/ flange livre p/ cx. d'água	
60 mm - 2"	1 pç
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	
60 mm - 2"	6 pç
Bucha de redução sold. curta	
60 mm - 50 mm	3 pç
Bucha de redução sold. longa	
50 mm - 25 mm	1 pç
60 mm - 25 mm	1 pç
60 mm - 40 mm	1 pç
Joelho 45 soldável	
25 mm	2 pç
50 mm	3 pç
Joelho 90° soldável	
25 mm	3 pç
50 mm	5 pç
60 mm	2 pç
Tubos	
25 mm	9.79 m
50 mm	17.51 m
60 mm	7.87 m
Tê 90 soldável	
60 mm	4 pç
Tê de redução 90 soldável	
50 mm - 25 mm	3 pç
Reservatório cilíndrico	
Poliétileno	
1500 L	1 pç
Água quente	
CPVC Aquatherm	
Bucha de redução	
42 x 22	1 pç
42 x 28	2 pç
Conector	
42 x 1.1/2"	2 pç
Joelho 45	
22 mm	1 pç
42 mm	1 pç
Joelho 90	
22 mm	2 pç
28 mm	4 pç
42 mm	5 pç
Tubo CPVC 3 Mts	
22 mm	5.21 m
28 mm	6.96 m
42 mm	18.78 m
Tê 90	
42 mm	2 pç
Tê de Redução	
42 x 22 mm	1 pç
Cobre	
Flange saída p/cx. d'água	
15 mm	1 pç
28 mm	1 pç
Luva bolsa - bolsa	
22 mm	1 pç
28 mm	2 pç
Metais	
Registro de gaveta bruto ABNT	
1"1/2"	1 pç
Placa Solar	
CSC Premium - Cumulus	
200 H	1 pç
Reservatório térmico solar	
Reservatório Solar - Horizontal	
400 L	1 pç

Legenda das indicações
RG Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável - 2"

Caixa D'água
h = 1,00m

Detalhe H4
Escala 1:25

Detalhe H13
Escala 1:25

Cobertura
Escala 1:50

Detalhe H16
Escala 1:25

Detalhe H3
Escala 1:25

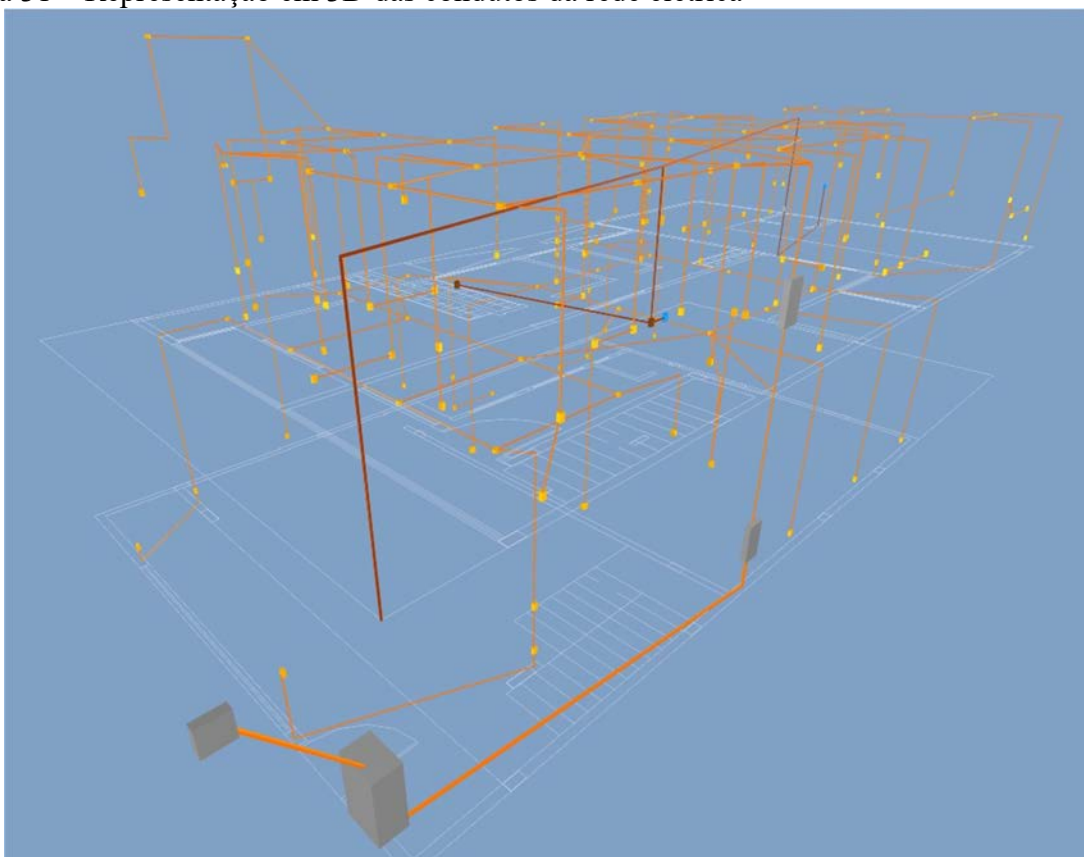
Legenda das indicações
RG Registro bruto gaveta ABNT c/ CPVC - 1.1/2"

Obra		Projeto Hidráulico e Sanitário	
Projeto		Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras	
Proprietário		Renan Elias Mendes de Oliveira	
Projeto		John Lennon Andrade Olevino	
Descrição		Edificação Unifamiliar	
Data		99	
Escala		Hidráulico Telhado	
Indicada		Detalhes	
Desenho		Renan Elias	
Conferência		João Ubiratan	

4.5 ELÉTRICO

O modelo tridimensional das peças e condutos elétricos pode ser visualizado na figura 31.

Figura 31 – Representação em 3D das condutos da rede elétrica

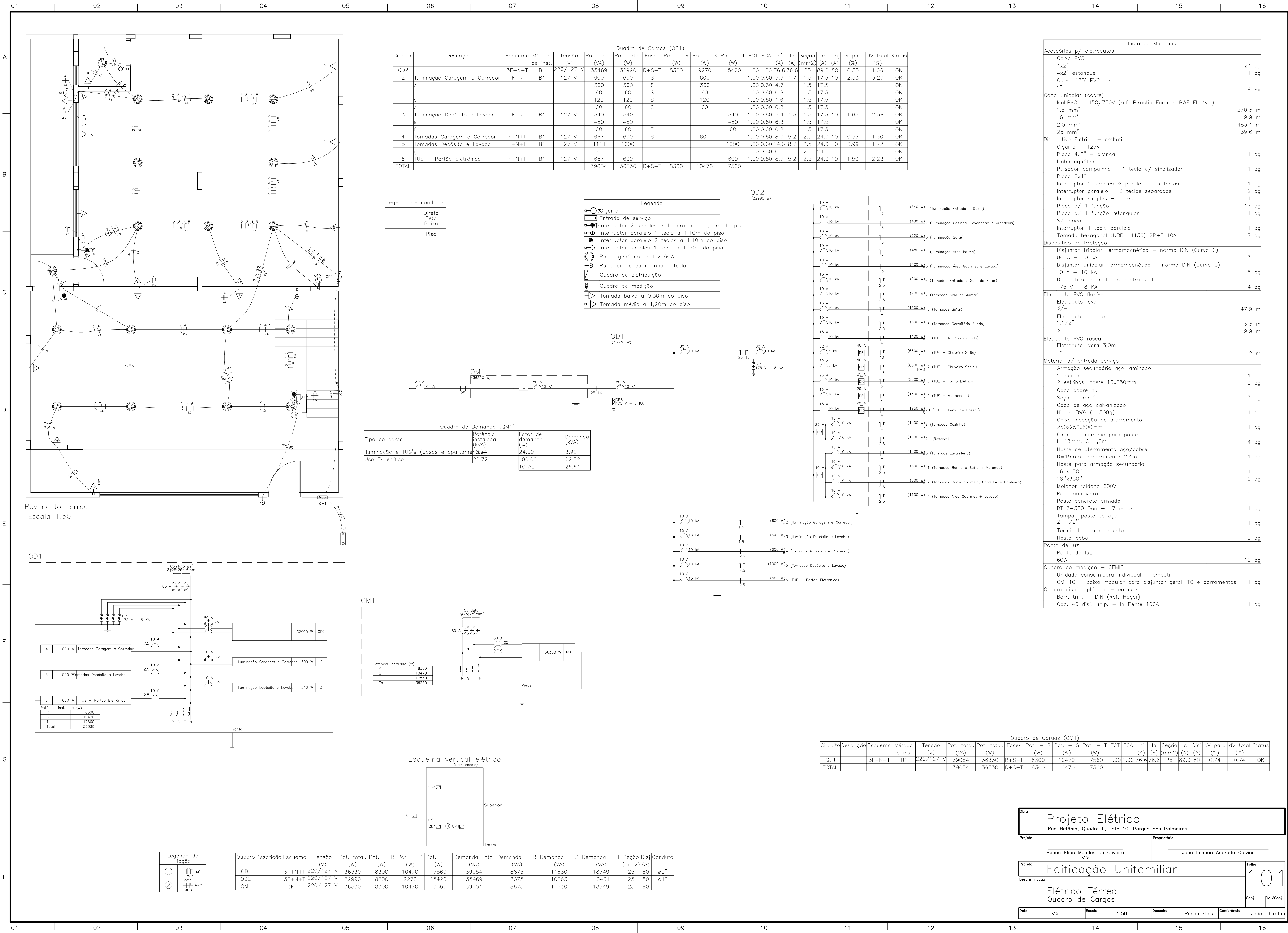


Fonte: Produção do próprio autor

Os pontos elétricos conforme anteprojeto foram lançados e com isso, pode ser criado circuitos setorizados, de forma que se pudesse separar iluminação e tomadas de uso geral e de uso específica. Os dois primeiros tipos de circuito foi limitado a uma potência máxima de 1500 watts que é o recomendado para cargas de 127V. A setorização dos circuitos é importante para eventuais manutenções futuras.

Foi empregado o disjuntor termomagnético nas áreas molhadas para evitar que os usuários fossem atingidos por correntes elétricas em algum contato direto com a superfície eletrificada. O emprego deste não é obrigatório, porém foi caracterizado como importante para os circuitos em que foi utilizado no projeto.

As demais informações do projeto podem ser observadas nas duas pranchas a seguir:



Obra: **Projeto Elétrico**
Rua Betânia, Quadra L, Lote 10, Parque das Palmeiras

Projeto: Renan Elias Mendes de Oliveira
Proprietário: John Lennon Andrade Olevino

Projeto: **Edificação Unifamiliar**
Descrição: Elétrico Térreo
Folha: **101**

Data: <> Escala: 1:50 Desenho: Renan Elias Conferência: João Ubirator



	14	15	16
--	----	----	----

4.6 COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS

O presente estudo teve como objetivo identificar as incompatibilidades entre os projetos. Estas incompatibilidades são geradas pelas interferências físicas observadas durante a compatibilização entre os projetos. Assim, para esta compatibilização, a proposta foi a utilização dos softwares AutoCad e SketchUp.

Todavia, as escolhas arquitetônicas propostas nem sempre são as mais adequadas para o desenvolvimento dos projetos complementares, o que pode gerar resultados esteticamente incertos para a edificação. Deste modo, o coordenador de projetos deve desenvolver seu trabalho, a fim de resolver da melhor forma as interferências encontradas durante a compatibilização.

Com a devida aprovação do projeto arquitetônico junto à Prefeitura Municipal, este vai a formato dwg para a realização dos projetos complementares.

Com os projetos complementares finalizados foi possível dar início ao processo de compatibilização, com o fito de encontrar as interferências físicas entre as propostas de cada especialidade. Para atender o objetivo da adequação projetual, foram utilizados quadros, nos quais constam os elementos, interferências e modificações propostas.

Este estudo pretende detectar as interferências físicas e sugerir uma proposta de adequação aos profissionais dos projetos conflitantes, os quais devem autorizar os ajustes. Na prática, o consenso entre os profissionais é a solução mais adequada para cada caso, a fim de obter a diminuição de custos e impactos ambientais gerados pelas modificações, retrabalho, desperdício de material e/ou redução da funcionalidade durante ou após a execução de uma edificação.

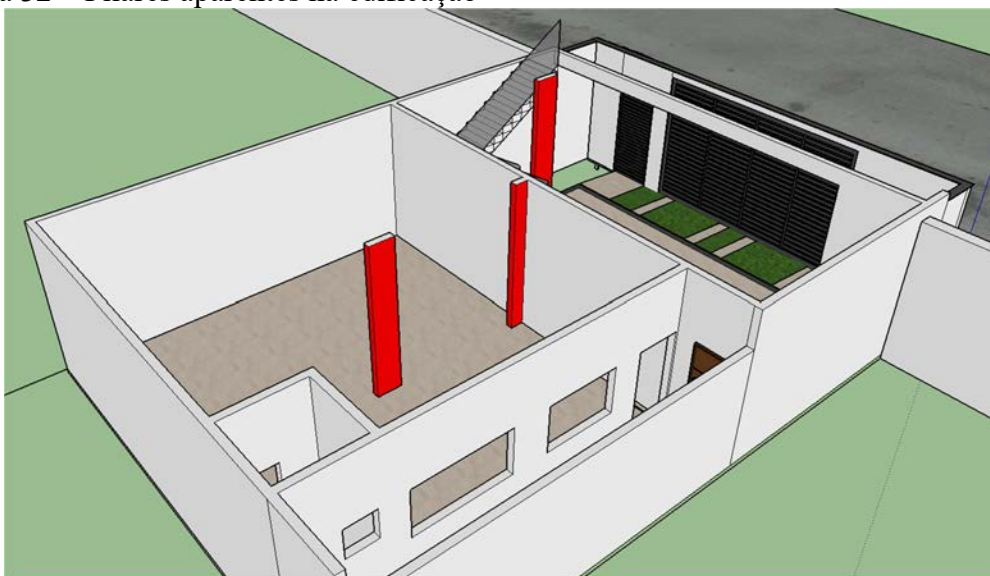
Com o intuito de facilitar a visualização e entendimento dos projetos, na compatibilização, foi destacado cada projeto por uma cor. O projeto estrutural foi lançado com a cor cinza, para o projeto hidrossanitário foram usadas as cores azul para tubulação de água fria, vermelho para tubulação de água quente, verde para alimentação, marrom para esgoto, branco para águas pluviais e amarelo para ventilação. No projeto elétrico foi utilizado a cor laranja. Algumas dessas cores já são pré-definidas pelos softwares os quais os projetos foram elaborados, outras, foram definidas pelo projetista para que se pudesse trabalhar melhor e que os elementos ficassem identificados e evidentes.

4.6.1 Arquitetônico x Estrutural

Com a finalidade de se evitar retrabalhos depois de finalizados os projetos, com o término do projeto arquitetônico, a planta foi utilizada para o lançamento dos elementos estruturais de modo que ficasse o maior número embutidos, ou seja, não visíveis.

Iniciando pelos pilares, foi necessária a visibilidade de três, o P17, P20 e P24, os dois primeiros localizados no depósito e o terceiro, ao lado da escada. Já era previsto um elemento estrutural no meio do depósito pelo fato de ser um vão muito grande e então a única compatibilização necessária foi a dimensão deste (15x55cm). O P20 foi necessário pois se o colocasse na direção da parede, ele ficaria embutido no pavimento inferior e aparente no pavimento superior, como o depósito será de utilização apenas para armazenamento de produtos, não vê-se necessária tanta qualidade estética, somado a direção do maior momento de inércia, optou-se por aparentá-lo no pavimento térreo. Ao lado da escada já havia um pilar nas referências de fachadas enviadas, portanto não comprometeu o projeto visto que pode ser usado como elemento estético. Estes elementos podem ser visualizados em vermelho conforme figura 32.

Figura 32 – Pilares aparentes na edificação



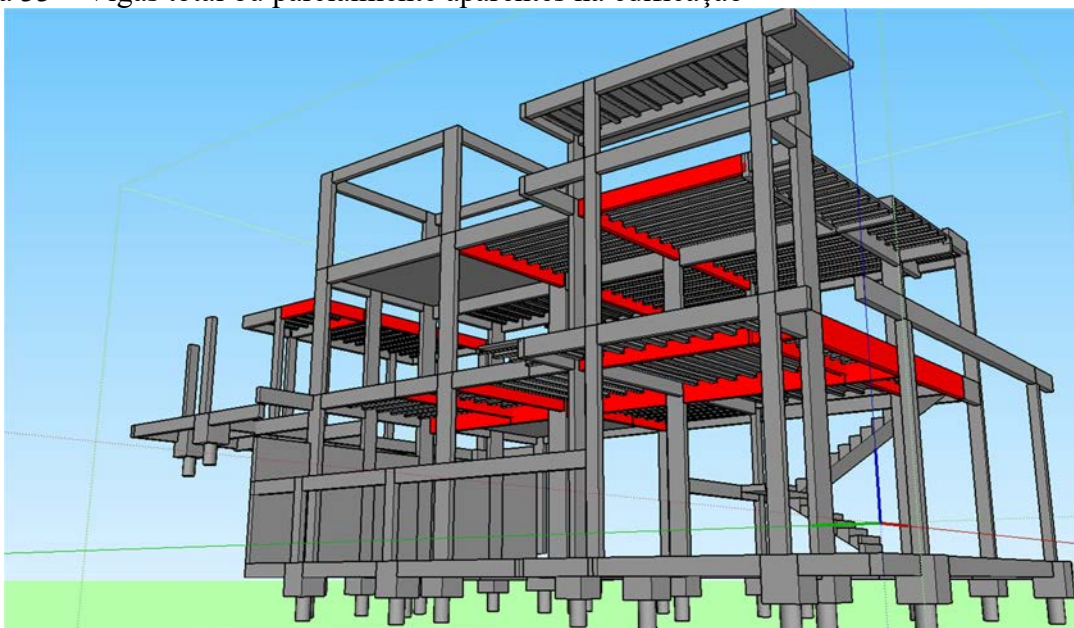
Fonte: Produção do próprio autor

Passando-se as vigas, assim como os pilares, procurou-se deixá-las escondidas no alinhamento das paredes, porém foi inevitável que algumas ficassem visíveis. Contudo, não se viu problema nessa exposição pelo fato do cliente optar por utilizar forro de gesso abaixo da laje para que no pavimento térreo, fosse possível esconder tubulação de esgoto, e também

para dar um caráter estético mais bonito com a presença de sancas e rebaixos em ambientes mais utilizados.

Em tese as vigas expostas seriam a V6, V7, V8, V9, V10, V14, V19 e V20 do pavimento superior, porém visíveis no pavimento térreo, e as vigas V5, V6, V11 e V14. Todas poderão ser escondidas por forro de gesso como previsto pelo cliente, assim não haverá prejuízo estético. As vigas que ficariam aparentes estão representadas em vermelho na figura 33.

Figura 33 – Vigas total ou parcialmente aparentes na edificação



Fonte: Produção do próprio autor

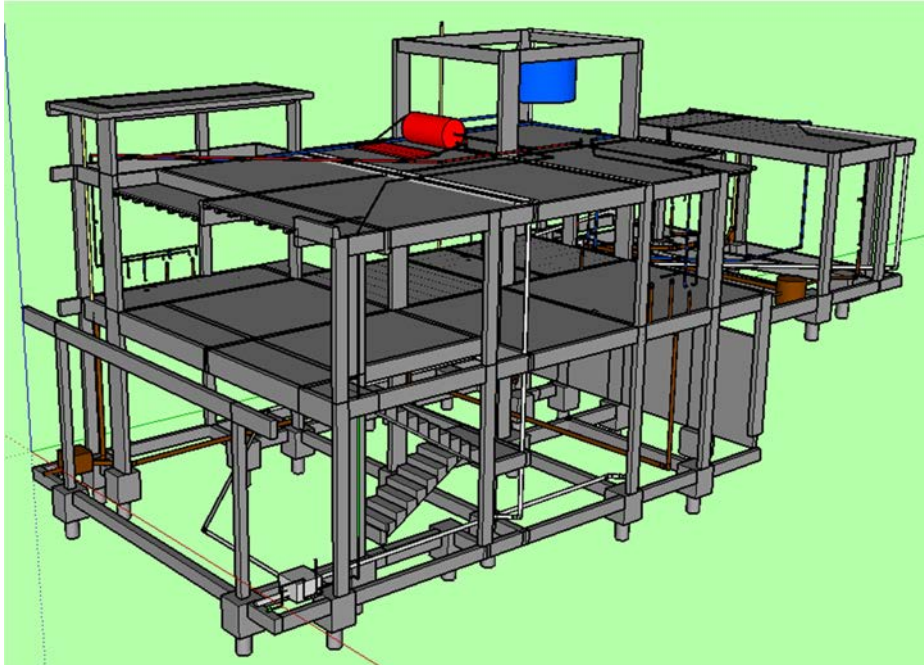
Visto isso, as alterações no que se diz respeito aos pilares foram alterados no projeto executivo. Em relação as vigas não foi preciso, pois nos cortes elas já estavam representadas e não haverá prejuízo estético por causa do rebaixo do forro.

4.6.2 Arquitetônico e Estrutural x Hidrossanitário

Ainda na fase de definição das colunas de água fria, água quente e tubos de queda, utilizando o software AutoCad, foi marcado onde haveria a presença de pilares de modo a evitar a sobreposição com o traçado dessas tubulações. Desse modo, não foi preciso fazer o deslocamento de pilares, pois esses já estavam alocados e, dessa forma, foram previstos caminhos para a malha para não haver interferências. Esse traçado, pode ser feito a partir dos pontos hidráulicos pré-definidos, confirmando-se que toda a malha esteja embutida na

alvenaria e não fique exposta. A compatibilização pode ser melhor visualizada por meio de elementos 3D conforme ilustrado na figura 34.

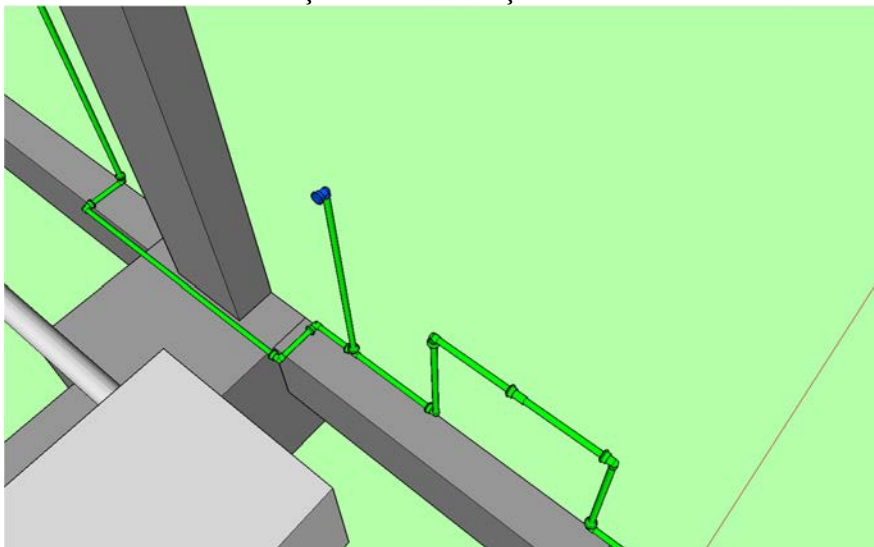
Figura 34 – Visão geral dos elementos estruturais com a malha hidrossanitária



Fonte: Produção do próprio autor

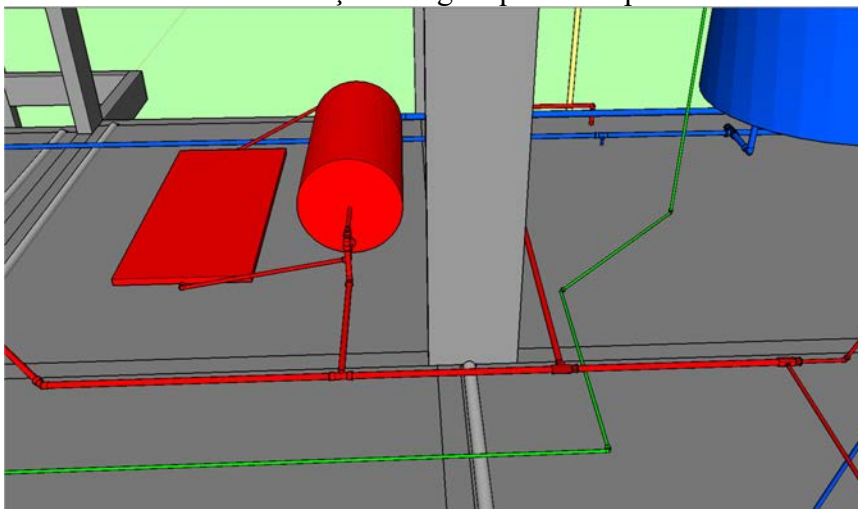
Como citado, no momento da definição do caminho das tubulações, a localização dos pilares já era conhecida então foi possível fazer desvios conforme as figuras 35, 36, 37 38 e 39.

Figura 35 – Desvio da tubulação de alimentação



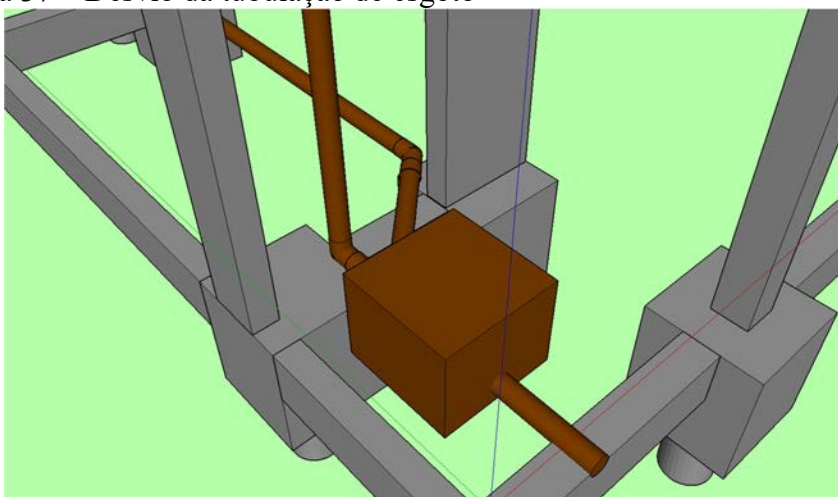
Fonte: Produção do próprio autor

Figura 36 – Contorno da tubulação de água quente no pilar



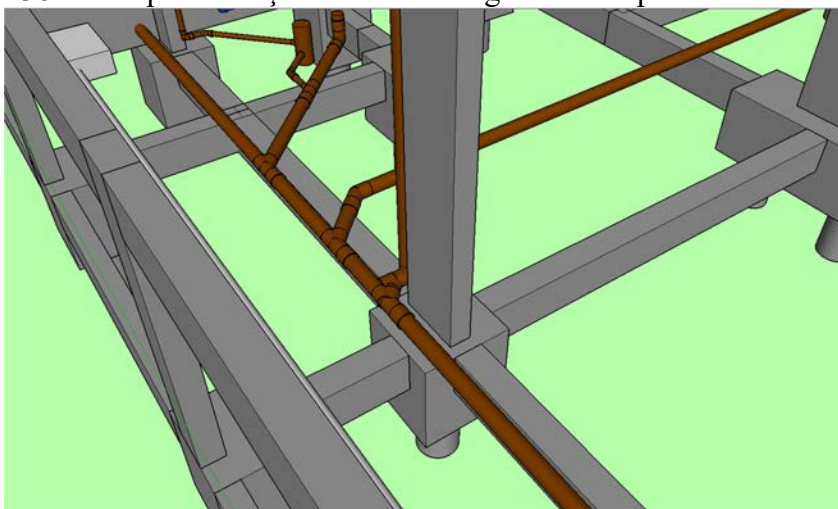
Fonte: Produção do próprio autor

Figura 37 – Desvio da tubulação de esgoto



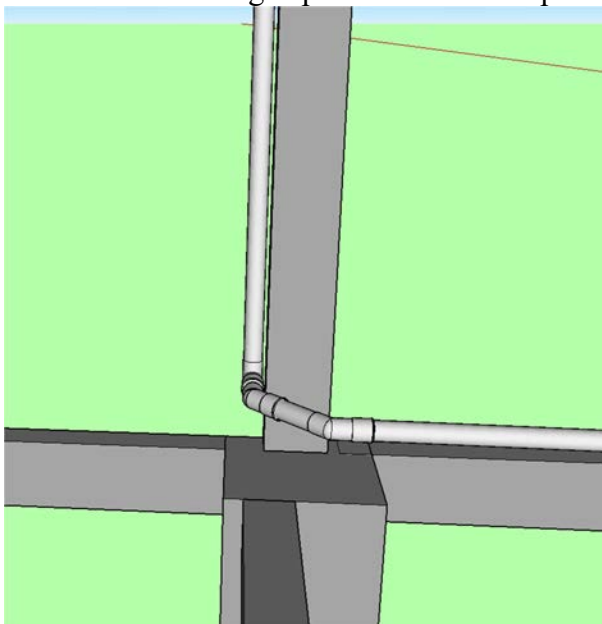
Fonte: Produção do próprio autor

Figura 38 – Compatibilização da rede de esgoto com o pilar



Fonte: Produção do próprio autor

Figura 39 – Descida de água pluvial ao lado do pilar



Fonte: Produção do próprio autor

Já nas vigas, permite-se fazer o furo (este já previsto no momento da montagem das formas), para a passagem de tubulação de água fria, água quente e esgoto. As duas primeiras não apresenta tanta complicação pois possuem pequenos diâmetros e estas podem percorrer caminhos por entre as ferragens. A tubulação de alimentação, por exemplo, possui um diâmetro de 20mm, já o agregado do concreto, de 19mm.

Segundo a NBR 6118:2014, para furos que atravessam vigas na direção de sua largura, “em qualquer caso, a distância mínima de um furo à face mais próxima da viga deve ser no mínimo igual a 5 cm e duas vezes o cobrimento previsto para essa face. A seção remanescente nessa região, tendo sido descontada a área ocupada pelo furo, deve ser capaz de resistir aos esforços previstos no cálculo, além de permitir uma boa concretagem.

Devem ser respeitadas, simultaneamente, para dispensa da verificação, as seguintes condições:

- furos em zona de tração e a uma distância da face do apoio de no mínimo $2h$, onde h é a altura da viga;
- dimensão do furo de no máximo 12 cm e $h/3$;
- distância entre faces de furos, em um mesmo tramo, de no mínimo $2h$;
- cobrimentos suficientes e não seccionamento das armaduras”.

Ainda de acordo com a NBR 6118:2014, para furos que atravessam vigas na direção de sua altura, “as aberturas em vigas, contidas no seu plano principal, como furos para passagem de tubulação vertical nas edificações, não podem ter diâmetros superiores a $1/3$ da largura

dessas vigas nas regiões desses furos. Deve ser verificada a redução da capacidade portante ao cisalhamento e à flexão na região da abertura. A distância mínima de um furo à face mais próxima da viga deve ser no mínimo igual a 5 cm e duas vezes o cobrimento previsto nessa face. A seção remanescente nessa região, tendo sido descontada a área ocupada pelo furo, deve ser capaz de resistir aos esforços previstos no cálculo, além de permitir uma boa concretagem. No caso de ser necessário um conjunto de furos, estes devem ser alinhados e a distância entre suas faces deve ser de no mínimo 5 cm, ou o diâmetro do furo e cada intervalo deve conter pelo menos um estribo. No caso de elementos estruturais submetidos à torção, esses limites devem ser ajustados de forma a permitir um funcionamento adequado”.

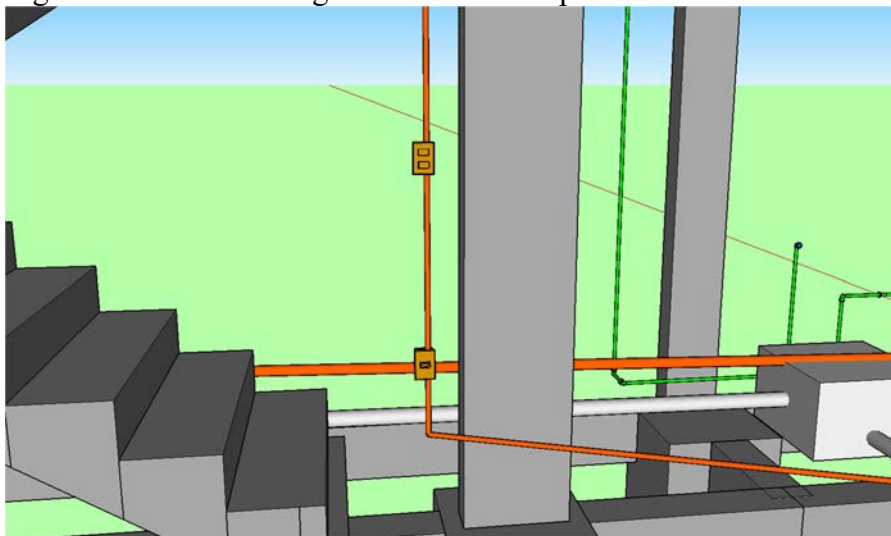
Visto isso, para evitar problemas com flechas acentuadas pelo furo nas vigas, aumentou-se sua altura em 5 ou 10cm para que se pudesse fazer este caminho com mais tranquilidade somado ao ponto de uniformizar o tamanho de todas as vigas do pavimento da residência facilitando a sua montagem e execução. Todas as vigas que apresentam passagem por seu interior, embora funcione dentro do coeficiente de segurança de 40%, foram adicionadas barras extras para que não haja complicações. Na questão da passagem das tubulações de esgoto que são maiores, procura-se no momento da execução, fazer a entrada da tubulação horizontal pela linha neutra dos esforços da viga, ou seja, no centro da dela. Já nas vigas baldrame, não foi identificado a necessidade de furos, pois está esta 40cm abaixo do nível do solo, enquanto a tubulação passa pela alvenaria de embasamento, sem prejuízo a parte estrutural.

4.6.3 Arquitetônico, Estrutural e Hidráulico x Elétrico

Da mesma forma do projeto hidrossanitário, para a definição dos pontos elétricos, foram utilizadas as plantas dos pavimentos em questão já com os pilares alocados corretamente de modo a evitar que tomadas e pontos de luz na parede ficassem sobrepostos a estes elementos estruturais. Definido os pontos, a planta com os pilares representados também foi utilizada para o traçado dos conduítes, alguns pontos energizados ficaram logo ao lado do pilar, já demonstrando a prévia compatibilização.

Logo na entrada da residência, por questões de praticidade dos usuários, viu-se necessário a colocação de um interruptor ao lado da escada, porém só havia um pilar, então decidiu-se fazer, em alvenaria, um prolongamento deste pilar para que isso fosse possível. Este elemento pode ser visualizado na figura 40.

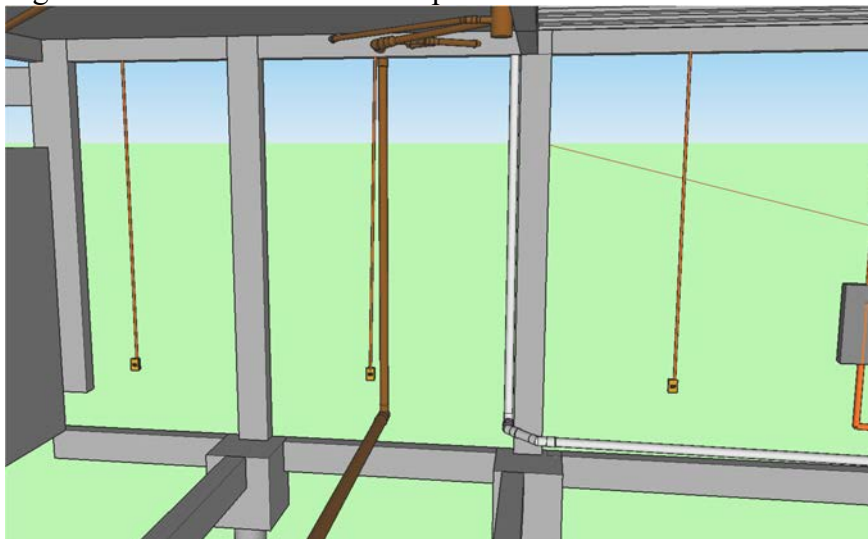
Figura 40 – Pontos energizados ao lado do pilar



Fonte: Produção do próprio autor

Na figura 41 podem ser observados três pontos de tomadas baixa que, instintivamente o projetista ligaria por condutos horizontais umas as outras, porém, como foi previsto um pilar entre elas, decidiu-se levar conduítes partindo do ponto de luz localizado na laje.

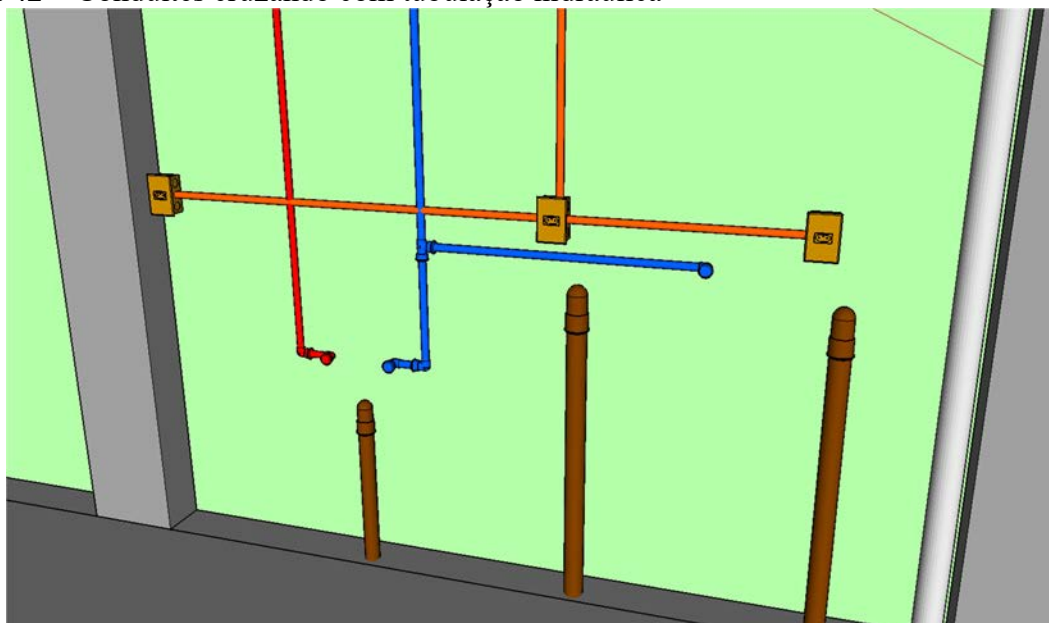
Figura 41 – Tomadas baixas compatibilizadas



Fonte: Produção do próprio autor

Na figura 42 é apresentada uma sobreposição dos conduítes com tubulações hidráulicas na lavanderia, essa incompatibilidade não precisa ser corrigida pelo fato do conduíte ser feito de PVC flexível, sendo assim, pode esse passar por trás da tubulação no local de intersecção. Essa superposição ocorre em outros ambientes também, e podem ser resolvidos da mesma forma.

Figura 42 – Conduítes cruzando com tubulação hidráulica



Fonte: Produção do próprio autor

Na figura 43, observam-se pontos de luz na cota superior em relação às tubulações de esgoto, nesse caso, isso é aceitável, pois esses pontos estão alocados apenas para a concretagem da laje, o que permitirá passar toda a fiação. Nesses ambientes haverá a presença de forros de gesso, os quais esconderão a tubulação de esgoto, e entre as superfícies de concreto e gesso será puxado fios para ligar o ponto de luz da laje ao ponto do forro.

Figura 43 – Pontos de luz na laje



Fonte: Produção do próprio autor

5 CONCLUSÃO FINAL

O objetivo desse trabalho foi elaborar um projeto executivo completo integrando as disciplinas do curso e apresentar de forma detalhada todos os elementos dos projetos complementares. Esse objetivo foi alcançado, pois de fato houve a síntese detalhada de cada projeto separado de forma que um não apresente problemas ao outro e, de forma explícita, vê-se possível a leitura das pranchas com todos elementos detalhados e contabilizados.

Os objetivos específicos foram também alcançados, pois se teve um contato direto com o cliente assimilando a realidade com o mercado, foram elaborados o projeto arquitetônico e todos os complementares, assim como a sua compatibilização para que se verificassem possíveis desavenças.

Foi possível satisfazer o cliente quanto aos seus anseios iniciais, no que se diz respeito à fachada da casa, a distribuição dos ambientes, seus tamanhos, disposição dos móveis, localização das esquadrias e seus tamanhos, funcionalidade do imóvel e com isso, obtém-se a aceitação para uma futura indicação a outros indivíduos que desejam construir.

O projeto estrutural tido como prioritário entre os complementares, sendo feito primeiro a locação dos seus elementos (pilares e vigas) para depois determinar o caminho das tubulações. Existe um grande vão na garagem, o qual se fez necessário apoiar viga em viga, assim, o uso de armadura de costura foi necessário para melhorar a ancoragem. Esse projeto foi elaborado pensando também no caráter estético da residência, para que os elementos estruturais influenciassem o mínimo possível. Tudo foi dimensionado considerando os esforços reais, assim como foram adicionadas barras nos casos em que houvesse a existência de furos devido às tubulações hidrossanitárias. Todos os cálculos apresentaram resultados esperados atingindo a segurança para o carregamento da obra.

No projeto hidráulico foi possível deixar todas as peças com a pressão mínima necessária para o uso aceitável do consumidor, portanto as tubulações que saem do reservatório possuem 60 mm de diâmetro, favorecendo uma pressão maior que chega às peças. No projeto sanitário, procurou-se quando possível, fazer o traçado externo a residência, e toda a malha trabalhando a favor da gravidade, foram previstas coluna de ventilação e aparelhos sifonados para que não haja problemas com mau cheiro.

No projeto elétrico os pontos de luz foram suficientes para a iluminação dos ambientes, assim como tomadas dispostas de forma a serem úteis conforme layout definido. Os circuitos foram setorizados para que em uma eventual manutenção se possa trabalhar com menores dificuldades. Foram previstas tomadas de uso específico para equipamentos de potência alta, e

dessa maneira, a corrente dimensionada corretamente para que não chegue ao ponto dos disjuntores serem desarmados. Também pode-se fazer a utilização de disjuntores termomagnéticos.

Com todos estes projetos executados pela mesma pessoa, pode-se provar, por meio da compatibilização tridimensional, que vários problemas e retrabalhos foram evitados, e quando presentes, é possível captá-los com mais facilidade e clareza, a fim desses serem consertados no momento da concepção do projeto e evitar problemas na obra.

Vê-se a compatibilização como essencial para um serviço de qualidade. Essa é equivalente ao teste de qualidade do produto antes da sua fabricação, este requer um alto investimento, e quanto mais estudado e planejado antes da sua execução, menor será o seu custo, e melhor conceituado ficará seu produtor, no caso, o engenheiro.

O estudo aprofundado de cada tipo de projeto foi necessário para que complementasse os conhecimentos básicos obtidos durante a graduação, para que, mesmo com certa inexperiência do projetista, o produto seja de boa qualidade e funcionalidade, para que o cliente fique satisfeito e confirme a inclusão deste projetista no mercado trabalhista da engenharia civil.

Pode-se sugerir num trabalho futuro, o estudo do gerenciamento da obra, fazendo-se o cronograma físico-financeiro, muitas vezes utilizados para financiamentos em residências, utilizando métodos inovadores com a finalidade da diminuição de custo e tempo de obra, somando-se a qualidade desta, com a organização dos materiais e um menor desperdício destes. Assim como nesse trabalho, softwares também são muito utilizados para esse gerenciamento e são uma ferramenta para um serviço de qualidade.

REFERÊNCIAS

- ALTOQI. **Instalações hidrossanitárias**: dicas sobre as declividades aplicadas nos projetos. Disponível em; <<http://maisengenharia.altoqi.com.br/hidrossanitario/instalacoes-hidrossanitarias-dicas-sobre-declividades/>> Acesso em: 20 set. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: projeto de estrutura de concreto: procedimentos. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492**: representação de projetos de arquitetura. Rio de Janeiro, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160**: sistemas prediais de esgoto sanitário: projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13532**: elaboração de projetos de edificações - arquitetura. Rio de Janeiro, 1995.
- ÁVILA, V.M. **compatibilização de projetos na construção civil**. 2011. 84 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- BERNARDO, L. **Instalações prediais de água fria**. São Carlos: Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 1981. 59 p. (apostila de curso).
- CALLEGARI, S. **Análise da compatibilização de projetos em três edifícios residenciais multifamiliares**. 2007. 145f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2007.
- CONFERÊNCIA NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Problemas na indústria da construção**. 2013. Disponível em <<http://www.portaldaindustria.com.br/>> Acesso em: 09 jul. 2018.
- CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO. **Como o brasileiro constrói**. 2015. Disponível em < <http://www.caubr.gov.br/pesquisa2015/como-o-brasileiro-constroi/>> Acesso em: 09 jul. 2018.
- CUNHA, J. **Estruturas de concreto armado**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Civil, 198 p. 2014. (apostila de curso).
- DE VRIES, F. M.; BRUIJN, J.J. Quality management process during: rules and actions required/ basic considerations. In: LA QUALITÉ POUR LES USAGES DES BATIMENTS A TRAVERS LE MOND – CONGRES INTERNATIONAL, 11. 1999, Paris, **Proceedings...** Paris: Cîb, 1989.

FABRÍCIO, M. M. **O projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. 351f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FIGUEIREDO, L. **Planejamento e programação de um projeto da construção civil**. 2009. 119f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

GOOGLE MAPS. **Loteamento Parque das Palmeiras**. 2018. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Parque+das+Palmeiras>>. Acesso em: 26 out. 2018.

GRAZIANO, F. P. **Compatibilização de projetos**. 2003. 83f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT), São Paulo, 2003.

GUS, M. **Método para a concepção de sistemas de gerenciamento da etapa de projetos da construção civil: um estudo de caso**. 1996. 182f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Mobilidade) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

KOTHARI, C. **Research methodology: methods and techniques**. Nova Dehli: New Age International (P) Limited, 2004. 401 p.

LIBÂNIO, M.P. **Fundamentos do concreto e projetos de edifícios**. 2003. 380 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

MACINTYRE, A. J.; NISKIER, J. **Instalações elétricas**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000. 550p.

MELHADO, S.B. Metodologia de projeto voltada à qualidade na construção de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 1998.

MONTENEGRO, G.A. **Desenho arquitetônico: para cursos técnicos de 2. grau e faculdades de arquitetura**. 3. ed. São Paulo: Blücher, 1997. 165p.

NOVAES, C. C. A modernização do setor da construção de edifícios e a melhoria da qualidade do projeto. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 1998.

PENNA, F. **Etapas de um projeto arquitetônico**. Disponível em: <<http://www.ojornalzinho.com.br/2017/12/19/etapas-de-um-projeto-arquitetonico-penna-arquitetura-e-urbanismo/>>. Acesso em: 03 ago. 2018.

PICCHI, F.A. **Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. 1993. 462 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

RAUBER, F.C. **Contribuições ao projeto arquitetônico de edifícios em alvenaria estrutural**. 2005. 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

REBELLO, Y. C. P. **Bases para projetos estrutural na arquitetura**. 2. ed. São Paulo: Zigurate, 2007. 143 p.

REGO, R. M. **A Projetação arquitetônica e a mediação tecnológica: as modificações possíveis ao processo projetual pelo uso de novos instrumentos**. 2000. 284 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2000.

REGO, R.M. **As Naturezas cognitiva e criativa da projeção em arquitetura**, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672001000100006> Acesso em: 15 jul 2018.

RODRÍGUEZ, M. A. A; HEINECK, L. F. M. Coordenação de projetos: uma experiência de 10 anos dentro de empresas construtoras de médio porte. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2., Fortaleza, 2001. **Anais...** Fortaleza, 2001.

SILVA, M.H.A. **Proposição de ferramenta de avaliação de projetos hidráulicos e sanitários prediais**. 2016. 118f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

SOUZA, T.M. **Instalações elétricas e aplicações**. São Paulo: Páginas e Letras, 2013. 180p.

SINDICADO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO PARANÁ. **Diretrizes gerais para compatibilização de projetos**. Curitiba, 1995.

TAVARES J. **Um modelo de registro das tecnologias para uso na compatibilização de projetos de edificações**. São Carlos, 2003. 47p.

YAZIGI, W. **A Técnica de Edificar**. 14. ed. São Paulo: Pini, 2014. p. 54-58.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015 320 p.