

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAMINAS

RAMOM DINIZ

WEDEN MARQUES DA SILVA FERNANDES

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETO RESIDENCIAL UTILIZANDO
METODOLOGIA BIM**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MURIAÉ

2022

RAMOM DINIZ
WEDEN MARQUES DA SILVA FERNANDES

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETO RESIDENCIAL UTILIZANDO
METODOLOGIA BIM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel, em Engenharia Civil, do Centro Universitário FAMINAS.

Orientador: Prof. Me. Arlan do Carmo Mendonça

MURIAÉ

2022

DINIZ, Ramom; FERNANDES, Weden Marques da Silva

Compatibilização de projeto residencial utilizando metodologia BIM. /
Ramom Diniz; Weden Marques da Silva Fernandes. – Muriaé, 2022.

Número de páginas. il.: 91

Orientador: Prof. Me. Arlan do Carmo Mendonça
Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Civil)

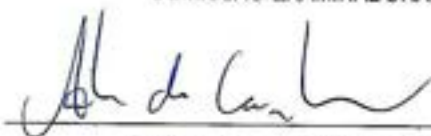
1. BIM 2. Construção Civil 3. Projetos **I.** Ramom Diniz. **II.** Weden Marques da Silva Fernandes. Compatibilização de projetos utilizando metodologia BIM.

CDD:

TERMO DE APROVAÇÃO
RAMOM DINIZ
WEDEN MARQUES DA SILVA FERNANDES
COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETO RESIDENCIAL UTILIZANDO
METODOLOGIA BIM

Trabalho de Conclusão de Curso

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Me. Arlan do Carmo Mendonça
Orientador



Prof. Dra. Carla de Souza Manhanini
Faminas Centro Universitário



Prof. Esp. Gustavo Mello Cosentino
Faminas Centro Universitário

NOTA: 99

Muriae, 13 de 12 de 2022

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente, por nos capacitar na realização deste sonho, mostrando-se presente em nossas vidas em todos os momentos.

Ao professor Arlan Mendonça, nosso orientador, por todos os conselhos e auxílio necessário.

Aos familiares e amigos, por todo apoio e incentivo nos momentos difíceis e que foram compreensivos com a nossa ausência dada pela dedicação deste trabalho.

Ao Centro Universitário Faminas e a todos os professores que contribuíram para a nossa formação, tanto pelos ensinamentos diários como pela experiência de vida buscando sempre nos direcionar para o melhor.

Por fim, agradecemos a todos que de forma direta ou indireta contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

“A imaginação é mais importante que o conhecimento. O conhecimento é limitado, enquanto a imaginação abraça o mundo inteiro, estimulando o progresso, e dando origem à evolução.”

(Albert Einstein)

RESUMO

DINIZ, Ramom; FERNANDES, Weden Marques da Silva. **Compatibilização de projeto residencial utilizando a metodologia BIM**. 2022. 91 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil. Centro Universitário FAMINAS.

Em resposta aos contínuos avanços tecnológicos da computação, a engenharia civil tem se beneficiado ao longo dos anos com a utilização de novos softwares e tecnologias, permitindo a otimização dos processos construtivos e melhorias na integração projeto e execução, resultando em aumento de produtividade, qualidade e eficiência. Surgindo para suprir a deficiência do setor, a *Building Information Modeling* (BIM) é uma tecnologia desenvolvida para que a indústria da construção civil (ICC) obtenha maior qualidade, agilidade e economia em seus projetos e construções. Este trabalho consiste em mostrar como a metodologia BIM surgiu e revolucionou o mercado, tendo como objetivo principal desenvolver um projeto completo de um sobrado (arquitetônico, elétrico, estrutural e hidrossanitário) utilizando softwares que utilizam a BIM e por fim mostrar as incompatibilidades encontradas e corrigi-las para a entrega do projeto final. A tecnologia BIM apresentou-se como uma ferramenta que permite conectividade e integração, tendo como resultado final projetos compatibilizados, que podem ser levados a campo para execução, tornando o processo construtivo mais rápido e menos oneroso.

Palavras-chave: BIM. Compatibilização de projetos. Construção Civil.

ABSTRACT

DINIZ, Ramom; FERNANDES, Weden Marques da Silva. **Compatibility of residential project using BIM methodology**. 2022. 91 f. Course Completion Work (Bachelor's degree in Civil Engineering). University Center FAMINAS.

In response to the continuous technological advances in computing, civil engineering has benefited over the years from the use of new software and technologies, allowing the optimization of construction processes and improvements in the integration of design and execution, resulting in increased productivity, quality, and efficiency. Building Information Modeling (BIM) is a technology developed to help the construction industry (ICC) to obtain more quality, agility, and savings in its projects and constructions. This work consists of showing how the BIM methodology emerged and revolutionized the market, with the main objective of developing a complete project of a two-story house (architectural, electrical, structural and plumbing) using software that uses BIM and finally showing the incompatibilities found and correct them for the delivery of the final project. The BIM technology presents itself as a tool that allows connectivity and integration, with the final result being compatible projects that can be taken to the field for execution, making the construction process faster and less expensive.

Keywords: BIM. Project Compatibility. Civil Construction.

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

LISTA DE SIGLAS

AIA	<i>American Institute of Architects</i>
ABNT	<i>Associação Brasileira de Normas Técnicas</i>
AEC	<i>Architecture, Engineering and Construction</i>
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
NBR	<i>Norma Técnica Brasileira</i>

LISTA DE ACRÔNIMOS

BIM	<i>Building information Modeling</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
LOD	<i>Level of Development</i>
MEP	<i>Mechanical, Electrical, and Plumbing</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivos Gerais	14
1.1.2 Objetivos Específicos.....	14
1.2 JUSTIFICATIVA	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 PLANEJAMENTO E PROJETO	16
2.2 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS.....	17
2.3 HISTÓRICO DO DESENHO TÉCNICO	18
2.4 HISTÓRICO DO <i>COMPUTER AIDED DESIGN</i> (CAD).....	21
2.5 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)	23
2.5.1 Definição	23
2.5.2 Dimensões do BIM.....	25
2.5.3 Interoperabilidade	27
2.5.4 Níveis de desenvolvimento	29
2.6 FERRAMENTAS DE APLICAÇÃO BIM	30
2.6.1 Autodesk Revit.....	30
2.6.2 ArchiCAD	32
2.6.3 AltoQi	33
2.6.3.1 Qi Builder	33
2.6.3.2 Eberick	34
2.6.4 TQS	35
2.7 PROJETOS NECESSÁRIOS PARA UMA EDIFICAÇÃO	36
2.7.1 Concepção Inicial.....	36
2.7.2 Projeto arquitetônico	37
2.7.3 Projeto estrutural.....	38
2.7.4 Projeto elétrico	39
2.7.5 Projeto hidrossanitário	40
2.8 POLÍTICAS PÚBLICAS DE IMPLANTAÇÃO DO BIM NO BRASIL	41
3 METODOLOGIA	46
3.1 ESTUDO DE CASO	46
3.2 MODELAGEM DOS PROJETOS NO REVIT	46
3.2.1 Projeto Arquitetônico.....	46
3.2.2 Projeto Elétrico.....	48
3.2.3 Projeto Hidrossanitário.....	49
3.2.4 Projeto Estrutural – Modelagem.....	50
3.2.5 Projeto Estrutural – Dimensionamento	51
3.3 COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS	52

3.4 ANÁLISE DE INTERFERÊNCIAS E SOBREPOSIÇÕES	52
4 RESULTADOS	53
4.1 PROJETOS.....	53
4.1.1 Projeto Arquitetônico.....	53
4.1.2 Projeto Elétrico.....	57
4.1.3 Projeto Hidrossanitário.....	59
4.1.4 Projeto Estrutural	63
4.2 INCOMPATIBILIDADES	65
4.2.1 Incompatibilidades Entre Projeto Estrutural e Elétrico	65
4.2.2 Incompatibilidades Entre Projeto Estrutural e Hidrossanitário	69
4.2.3 Compatibilização Final Entre Todos os Projetos Realizados	73
5 CONCLUSÕES	74
REFERÊNCIAS.....	76

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil está cada vez mais preocupada com a qualidade e a produtividade, o que leva à redução dos custos de produção e garante um produto final de alta qualidade, garantindo que os recursos disponíveis sejam utilizados em todo o seu potencial.

Uma série de projetos (arquitetônico, estrutural, instalações complementares, entre outros) são necessários para a construção de uma edificação e a qualidade desses projetos está diretamente relacionada à qualidade do produto acabado. No entanto, a indústria da construção não acompanha os avanços tecnológicos das demais indústrias, o que faz com que a maioria dos projetos sejam executados de forma ultrapassada, gerando uma série de desafios para a construção civil. O resultado final é um conjunto de projetos sem compatibilização e muitas interdependências. Ligado a isso, a cultura do improvisado é adotada na construção para contornar problemas que advêm da fase de projeto.

A *Building Information Modeling* (BIM) surge como um processo holístico de criação e gerenciamento de informações para um recurso construído. Com base em um modelo inteligente e habilitada por uma plataforma na nuvem, a BIM integra dados estruturados e multidisciplinares para produzir uma representação digital de um recurso em todo seu ciclo de vida, desde o planejamento e o projeto até a construção e as operações, sendo este modelo um fator mitigante para um dos grandes problemas do setor da construção civil: a complexidade dos projetos atuais, que, devido ao surgimento de novas tecnologias e materiais, sobrecarrega e impõe constante inovação dos arquitetos, engenheiros e profissionais da construção (AEC). Os custos estão aumentando, os prazos de conclusão estão diminuindo e a escassez de materiais e mão de obra não é mais tolerada. Desta forma, o BIM surge como uma ferramenta de transformação do método tradicional de gestão da construção, que não consegue mais acompanhar a crescente demanda do mercado.

Portanto, a *Building Information Modeling* (BIM), viabiliza todo o processo e tem muito a contribuir, pois auxilia e conecta todos os projetistas garantindo maior agilidade, assertividade e confiabilidade. Além disso, permite a antecipação das decisões e especificações do projeto, bem como o desenvolvimento de modelos com a sequência de atividades a serem executadas juntamente com seus custos e prazos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivos Gerais

Como a tecnologia BIM tem se difundido no mercado atual da construção civil, este trabalho tem como intuito, utilizar de *softwares* BIM para confecção dos projetos arquitetônico, estrutural, elétrico e hidrossanitário de um sobrado e analisar os benefícios que a compatibilização desses projetos por meio da tecnologia BIM oferece, por meio de verificação visual do modelo 3D e *software* de detecção de interferências, tendo por resultado final, o projeto pronto para a execução.

1.1.2 Objetivos Específicos

A fim de atingir o objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) modelagem dos projetos arquitetônico, estrutural, elétrico e hidrossanitário utilizando o *software* Autodesk Revit;
- b) análise, dimensionamento e detalhamento estrutural utilizando o *software* AltoQi Eberick;
- c) compatibilização dos projetos analisando o modelo tridimensional;
- d) análise das incompatibilidades entre os projetos com a ferramenta de verificação de interferência do *software* Autodesk Revit;
- e) correção das incompatibilidades e finalização dos projetos.

1.2 JUSTIFICATIVA

Este trabalho justifica-se em elucidar e enfatizar como a tecnologia BIM é importante para o cenário da construção civil, uma vez que, é necessário acompanhar os avanços tecnológicos e buscar novos métodos para atingir resultados mais eficientes.

Na construção civil define-se o projeto como uma tarefa em que vários dos dados do edifício são criadas e definidas. Cada um desses projetos é desenvolvido,

na maioria das vezes, por projetistas de diversos escritórios e de forma isolada, o que aumenta muito a probabilidade de incoerência entre eles, que só será detectado na fase de execução da obra. Com o intuito de conciliar qualidade, economia e produtividade, profissionais da construção civil buscam ferramentas capazes de otimizar a integração entre os projetos e relacionar todas as etapas da execução buscando eliminar erros ainda na fase projetual, elevando o padrão de qualidade técnica, melhor gestão dos recursos e prazos, redução dos custos e uma maior interoperabilidade entre as atividades da construção.

Como resultado, é fundamental que os profissionais da área tenham compreensão conceitual dos projetos que envolvem edificações. Neste contexto, a modelagem BIM é um dos desenvolvimentos mais importantes em tecnologia da informação na indústria da construção civil. Com isso, a criação e disseminação de informações nesse modelo são essenciais para aprimorar o conhecimento dos profissionais do setor e contribuir para o aprimoramento das técnicas de gerenciamento de projetos.

Em uma pesquisa realizada em 2004 pelo NIST (*National Institute of Standards and Technology*) constatou-se que a insuficiência de interoperabilidade foi o agente de gastos de aproximadamente 16 bilhões de dólares por ano pelo setor da construção civil dos Estados Unidos. Isso ocorreu devido à demanda de reintrodução de dados, duplicação de tarefas e à sujeição de sistemas baseados em papel, implicando em grandes custos, tempo e qualidade nas etapas de uma construção (SILVA, 2017).

Portanto, a *Building Information Modeling* (BIM), objeto deste estudo, melhora todos os aspectos do processo e tem muito a oferecer, pois ainda auxilia o analista orçamentário na obtenção de dados quantitativos e no desenvolvimento do orçamento, resultando em assertividade e confiabilidade. Além disso, facilita as mudanças de projeto durante o curso do projeto, permite que decisões e especificações do projeto sejam antecipadas, permite a identificação de incompatibilidades de projetos e permite o desenvolvimento de modelos com uma sequência de atividades a serem concluídas concomitantemente com seus custos e prazos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PLANEJAMENTO E PROJETO

Atualmente, no Brasil, os empreendimentos públicos e/ ou privados são feitos com planejamento informal, baixa garantia de qualidade, sem prazo ou orçamento. O projeto de construção civil é uma das primeiras etapas do processo construtivo e, portanto, desempenha um papel importante no alcance da qualidade na produção das edificações, pois é durante a fase de projeto que os conceitos de organização do espaço, bem como a tecnologia a ser utilizada na fase de execução, são definidas (RUFINO, 2000).

Segundo Rodriguez (2005), a essência da concepção do projeto é a execução de tarefas técnicas por especialistas da área, além de satisfazer as especificidades expressas em requisitos e restrições pré-definidas. Rufino (2000) ainda diz que para atender à necessidade de transmitir as características físicas e tecnológicas da obra, o projeto deve ser entendido como mais do que a criação de desenhos e memórias descritivas. O projeto não pode ser entendido apenas pelas lentes das especialidades de arquitetura ou engenharia, mas sim como uma atividade multidisciplinar que inclui desde análises de marketing até análises de custos, decisões tecnológicas e de fabricação.

Para Limmer (1997 p. 9), projeto é definido como “um conjunto de atividades, ordenadas logicamente e inter-relacionadas, que conduzem a um objetivo predeterminado, atendendo-se as condições definidas de prazo, custo, qualidade e risco”. Para atingir as metas dentro dos parâmetros estabelecidos, são necessários o planejamento e a gestão do projeto. Limmer (1997 p. 2) ainda acrescenta que “planejar e controlar são atividades mutuamente exclusivas, ou seja, uma não existe sem a outra”.

O processo de planejamento pode ser pensado como um processo de tomada de decisão que é realizado para antecipar uma ação futura desejada, empregando métodos eficientes para fazê-lo (PALHOTA, 2016).

Há vários benefícios em aplicar o planejamento e o controle. Para Mattos (2010) as principais são:

- conhecimento pleno da obra;

- detecção e correção de situações desfavoráveis;
- agilidade na tomada de decisões;
- relação com o orçamento;
- otimização de recursos;
- padronização;
- referência para metas;
- documentações e rastreabilidade;
- criação de dados históricos;
- profissionalismo.

2.2 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

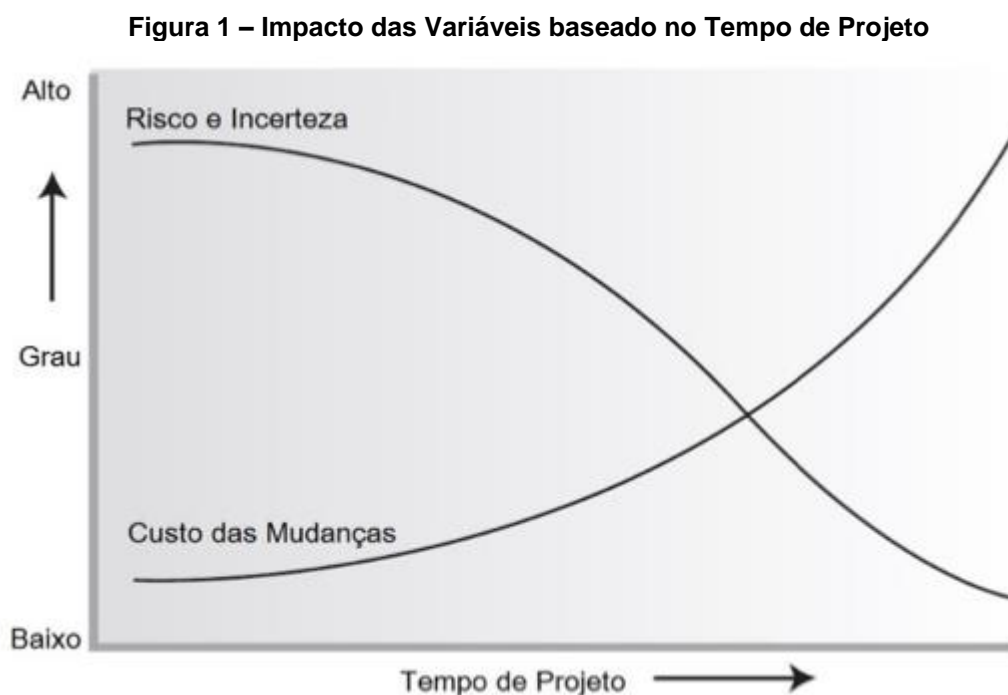
A compatibilização de projetos pode ser definida como um método de interação entre vários tipos de projetos de trabalho, com o objetivo de identificar potenciais conflitos durante a fase de execução. A proposta é eliminar essas interferências entre os elementos construtivos ajustando cada projeto de forma a economizar retrabalho, tempo e desperdício de material (MONTEIRO et al., 2017).

De acordo com Tavares Junior (2001) a “compatibilização de projetos torna-se uma ferramenta necessária para a melhoria da qualidade do projeto pela eliminação das não-conformidades apresentadas pelos mesmos”. O autor também afirma que a compatibilização de projetos se baseia na prática de detecção de interferências por meio de superposição, bem como na organização de reuniões com os gerentes de projeto e a coordenação envolvida, com o objetivo de solucionar os conflitos.

A compatibilização é a gestão e integração de projetos com o objetivo de sincronizar, eliminar conflitos entre projetos relacionados a uma obra específica, simplificar a execução, otimizar e utilizar materiais, tempo e mão de obra, bem como a manutenção posterior (CALLEGARI, 2007).

Para enfatizar, Bortolloto (2014) diz que o desenvolvimento do projeto base e dos projetos complementares, bem como o desenvolvimento da perfeita compatibilidade entre eles, estão se tornando cada vez mais importantes, pois as mudanças feitas durante a fase de projeto são muito mais simples e economicamente viáveis quando em comparação com as mudanças feitas durante a fase de execução

da obra ou após a conclusão do projeto. Esta concepção é retratada na Figura 1, a qual demonstra o impacto das variáveis ao longo do processo de elaboração do projeto.



Fonte: (ANTONELLO; ROMANO; MARTINS, 2015).

Ao analisar a figura, é possível compreender que, conforme tem-se o aumento da duração do projeto e aproxima-se da execução, o custo de mudanças incide diretamente no grau de maior nível, ou seja, torna-se ineficiente. Por outro lado, o projeto em sua fase consolidada apresenta baixo grau de risco.

Sabe-se que a compatibilização de projetos é uma ferramenta para alcançar uma execução eficiente e econômica, mas ainda pode enfrentar desafios. Com o aumento da velocidade de construção, os cronogramas e prazos estão sendo encurtados, colocando a compatibilização em segundo plano por ser uma operação demorada e trabalhosa. Com isso, voltaram-se os olhares a ferramentas computacionais que agilizam e automatizam os processos (MONTEIRO et al., 2017).

2.3 HISTÓRICO DO DESENHO TÉCNICO

Desde os primórdios da humanidade, quando o homem começou a viver em sociedade e a se comunicar através de palavras, houve a necessidade de que ele se

comunicasse também por escrito, ou transmitisse suas ideias e experiências, como a caça, pesca, agricultura, energia, etc., para assim, perpetuar sua existência (GROBEL e TELLES, 2012).

Com o passar dos anos, os registros gráficos mais antigos da humanidade apareceram nas paredes das cavernas, pinturas rupestres, que eram desenhos para povos antigos, que, segundo Oliveira (2015, p. 22) “representavam o desejo pela posse do elemento pintado, algo que seria feito ou adquirido. Assim, de forma mágica, o que era desenhado estava a caminho da conquista ou da realização”. A Figura 2 apresenta uma pintura rupestre encontrada na ravina Izcuña, no Deserto de Atacama, Chile.

Figura 2 – Ravina Izcuña, caçada a uma baleia.



Fonte: National Geographic (2018)

A partir de pinturas rupestres, pictogramas, escrita protocuneiforme, o homem consegue desenvolver a matemática escrita, pictografada como ideogramas, símbolos dos sumérios, que dada a necessidade de registrar sua produção agrícola e pecuária, a utilizavam como um inventário. Eram feitas também, etiquetas que ficavam presas as sacas de embarque de produtos agrícolas. (KRAMER, 1969).

Segundo Piaseski (2010, p. 08) os conhecimentos geométricos iniciais que o homem teve, a respeito da geometria, partiram das necessidades em entender melhor o ambiente onde habitava. Motivo este que talvez justifique a origem da sua palavra,

pois o termo “geometria” deriva do grego geo = terra + metria = medida que significa medição de terra.

De acordo com (Eves apud Piaseski, 2010), quando o homem precisou delimitar terrenos, criou a geometria, que é definida pelo traçado de desenho de formas, fórmulas, cálculo de área e volume, etc. Foi nessa época que surgiu o conceito de figuras geométricas como, por exemplo, quadrado e triângulos. Outros conceitos geométricos, como paralelismo e perpendicularidade, foram sugeridos após a construção de paredes e túneis (EVES, 1997 apud PIASESKI, 2010, p. 08).

Próximo ao fim do século XVII o célebre matemático francês Gaspar Monge desenvolveu o método da dupla projeção ortogonal, que se consagrou como método Mongeano. O método utiliza dois planos de projeção perpendiculares entre si onde um deles admite-se como sendo horizontal e o outro, naturalmente, vertical. O desenho técnico usa como base o método Mongeano, entretanto, com o nome de método das projeções ortográficas (RABELLO, 2005, p.22).

O desenho técnico é uma ferramenta aliada para desenvolver conceitos, projetos e comunicar ideias. Para Ribeiro et all (2011) é uma forma de expressão gráfica cuja finalidade é representar, dimensionar e posicionar objetos de acordo com as necessidades da arquitetura e dos diversos modos de engenharia. Ele usa linhas, números, símbolos e instruções escritas padronizados internacionalmente. O desenho técnico é definido como uma linguagem gráfica universal para arquitetura e engenharia.

Segundo Marques (2015 p. 02), com o advento da Revolução Industrial, ocorreu o fenômeno da standardização, ou seja, a padronização da fabricação de mercadorias e a produção em série. Existiu a necessidade então, de padronizar a geometria descritiva para criar uma forma única de interpretar projetos para atender a essas necessidades. Visando essa padronização, de acordo com ABNT (2011, p. 39), no ano de 1946, membros de vários países se reuniram em Londres e colocaram em pauta a coordenação e convergência dos padrões industriais. Como resultado, eles decidiram estabelecer uma organização internacional para facilitar essa unificação. Esta organização, conhecida como Organization for Standardization (ISO), começou a operar oficialmente em fevereiro de 1947, com sede em Genebra, na Suíça.

Já no Brasil, foi criada a ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas em setembro de 1940. É responsável pela edição e aprovação das normas brasileiras (ABNT, 2011 p. 49).

Portanto, o desenho técnico é uma expressão gráfica que visa retratar a forma, o tamanho e a posição de um objeto de acordo com os requisitos de muitas disciplinas de engenharia, arquitetura, design e tecnologia. É de suma importância que os profissionais entendam como interpretar e desenvolver projetos que possam ser compreendidos universalmente (MARQUES, 2015).

2.4 HISTÓRICO DO *COMPUTER AIDED DESIGN* (CAD)

Perante o desenvolvimento da indústria de *softwares* gráficos e da Tecnologia da Informação na década de 1960, o computador se tornou uma ferramenta essencial em todas as áreas. Segundo Schodek et al. (2007, tradução nossa), na década de 1980, a tecnologia era utilizada para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos e complementares por meio de um sistema conhecido como *Computer Aided Design* (Desenho Assistido por Computador) - CAD. O procedimento, que antes era manual, proporcionou maior qualidade, eficiência e agilidade. Como resultado do uso extensivo, os sistemas CAD começaram a enfatizar o projeto e os projetos foram automatizados.

De acordo com Amaral e Pina (2010) no fim da década de 1950 o cientista da computação e empresário americano Dr Patrick J. Harrantty desenvolveu um sistema comercial de controle numérico chamado *Computed Aided Manufacturing* (Fabricação Assistida por Computador) - CAM, que viria ser o precursor dos *softwares* CAD. Por este motivo, Dr Harrantty ficou conhecido como “pai do CAD/CAM.”

Anos depois, logo no início da década de 1960, Ivan Sutherland apresentou um *software* de edição gráfica com o nome de SketchPad, como tese de conclusão de seu PhD no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Este foi o primeiro programa a utilizar, até então, a tecnologia CAD, abrindo espaço para desenvolvimento de novos programas do mesmo segmento. (AMARAL E PINA FILHO, 2010).

O Sketchpad foi executado no computador Lincoln TX-2 (1958) no MIT. O usuário desenhou na tela com a caneta de luz recém-inventada. Dos 36 bits disponíveis para armazenar cada local de exibição no arquivo de exibição, 20 forneceram as coordenadas desse local para o sistema de exibição e os 16 restantes

forneceram o endereço do elemento de n-componente responsável por adicionar aquele local ao display. A utilização do SketchPad é ilustrada na figura 2.

Figura 3 – Ivan Sutherland demonstrando uso do SketchPad.



Fonte: Bimaplus (2018)

No início da implementação do CAD, o projeto do produto era feito exclusivamente por meio de visualizações em duas dimensões (CAD 2D), eletronicamente. Com o avanço contínuo, inclusive em plataforma CAD, surgiu a possibilidade de representação tridimensional (CAD 3D), onde o produto é modelado em um espaço tridimensional. Com a utilização de programas específicos pode-se aplicar efeitos que valorizam e melhor representam o projeto aumentando a semelhança visual com a realidade física do produto final (SILVA, 2011).

Em 1981, com o lançamento do computador pessoal IBM, a computação em desktop torna-se acessível às massas e vemos o início da disseminação do produto. De acordo com Ishibaro (2015), a Autodesk lançou seu primeiro programa CAD para desktops em 1982, chamado AutoCAD Release. Segundo o autor, com o lançamento de *softwares* mais fáceis de usar, o uso do CAD substituiu as representações de projetos desenhadas à mão, facilitando o compartilhamento de projetos e reduzindo o tempo gasto em modificações.

O uso de *softwares* na engenharia tomou proporções irreversíveis de forma que é indispensável a sua utilização na atuação profissional. De acordo com Aguiar, Campos Filho e Generoso (2018, p. 02):

A utilização de ferramentas de engenharia auxiliada por computador, do inglês *Computer Aided Engineering* (CAE), assim como o CAD, trouxe melhorias para a área da engenharia, pois agilizam os cálculos que anteriormente eram feitos à mão e detalham com maior precisão através da utilização de ferramentas de modelagem numérica como método de elementos finitos (MEF). Entre os benefícios do CAE se destacam as várias simulações possíveis em curto espaço de tempo que um corpo poderá sofrer como o estresse, a deformação, a transferência de calor, a proposta de solução para o problema supervisionado pelo conhecimento técnico de uma mão de obra especializada e a integração entre os *softwares* utilizados no CAD. Devido à necessidade de precisão que obras de engenharia necessitam para melhor e maior segurança, atendendo as normas técnicas; o uso de ferramentas CAE e CAD cumprem essa necessidade, visto que tais possibilitam maiores quantidades de cálculos e simulações (AGUIAR, CAMPOS FILHO e GENEROSO, 2018 p.02).

Bortolotto (2014) diz que o uso dos *softwares* permite maior flexibilidade durante a produção em massa dos projetos, pois a busca por produtividade e eficiência é fundamental para a sobrevivência da empresa, e a cada projeto eles se tornam mais complexos devido ao desenvolvimento urbano e econômico das áreas urbanas, que só tendem a aumentar com o passar dos anos.

2.5 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

2.5.1 Definição

Como resultado do cenário em evolução, surgiu uma nova plataforma para auxiliar no desenvolvimento de projetos utilizando conceitos e processos inovadores: Modelagem de Informação de Construção, ou BIM. De acordo com Eastman *et al.* (2014), o BIM pode ser definido como uma tecnologia de modelagem virtual com processos e modelos construtivos. A capacidade de construir um edifício digitalmente, com características que reflitam o projeto real, como desempenho e construtibilidade, com dados associados a cada aspecto do modelo, seria utilizada para a construção civil.

Segundo Araújo (2015, p. 05), o BIM é um método de trabalho baseado no princípio de que a construção virtual deve ser concluída em todas as etapas, desde o planejamento até a execução, reformas, programas de manutenções, etc. Ele está presente desde as tarefas de estudos preliminares, passando pela logística, manutenção, demolição e reforma, ou seja, o BIM está presente durante todo o ciclo de vida de um edifício como mostra a Figura 4. Ainda segundo Araújo, construir todo

o trabalho de forma virtual antes de executá-lo ajuda a antecipar a percepção de muitos problemas que podem surgir no mundo real. Um dos fatores que vai permitir que essa previsão seja ampliada e simplificada é a capacidade dos diversos profissionais envolvidos no projeto se integrarem melhor, permitindo que todos os projetos sejam consolidados em um único modelo e analisados e compatíveis com relatórios de interferência.

Figura 4 – Esquema da utilização do BIM na cadeia produtiva da construção civil.



Fonte: Curbi (2019)

Para Cardoso (2013), desde que o BIM e suas características foram introduzidas na indústria da construção civil, houve um aumento constante de sua utilização ao longo do ciclo de negócios. Primeiro, no domínio da concepção, depois no domínio da execução de projetos, marketing de vendas e, finalmente, engenheiros de execução, que também adotaram essa tecnologia.

Segundo Gonçalves (2021), no conceito BIM, as características físicas da construção são mostradas em geometrias, enquanto as informações funcionais do projeto são adicionadas a este edifício. Esses detalhes pretendem integrar todos os agentes e disciplinas envolvidos no desenvolvimento de todas as fases de um projeto, gerando resultados não apenas na fase de concepção, mas também na execução, implementação, manutenção e gerenciamento de um projeto.

De acordo com Eastman *et al.* (2014), o uso de tecnologias BIM pode resultar em diversos benefícios, tanto para o processo de trabalho, que dá suporte a diversas práticas da indústria, quanto para o produto final. O autor também menciona que,

apesar do BIM ainda estar em seus estágios iniciais de uso, ele já apresenta ganhos significativos quando comparado ao tradicional CAD 2D (*Computer Aided Design*) e desenho a mão.

Os autores, Cardoso (2013), Gonçalves (2021) e Eastman *et al.* (2014), concordam sobre os principais benefícios e vantagens de incorporar o BIM em um negócio: uma redução significativa no tempo necessário para desenvolver projetos de engenharia, arquitetura e instalação, a capacidade de apoiar a produção automatizada de peças com maior precisão e assertividade, e a precisão no levantamento. A Figura 5 evidencia alguns benefícios da utilização da tecnologia BIM.

Figura 5 – Benefícios do processo BIM



Fonte: Estúdio Origem (2016)

Portanto, a metodologia BIM traz benefícios em todas as fases do projeto proporcionando eficiência e otimizando os processos.

2.5.2 Dimensões do BIM

Além das renderizações 3D, o BIM fornece uma série de outras informações conhecidas como dimensões. Segundo Neil Calvert (2013), o BIM possui muitos compartimentos de armazenamento de informações conhecidos como dimensões.

Dependendo do contexto, um modelo pode ser 4D, 5D, 6D, 7D ou mesmo nD. Segundo a análise do autor, podemos classificar as 7 principais dimensões do BIM como:

- 2D Gráfico - são as dimensões do plano, onde estão representadas graficamente as plantas do projeto;
- 3D Modelo - adiciona uma dimensão espacial ao design, permitindo que se veja os objetos dinamicamente. Um modelo 3D pode ser utilizado na visualização em perspectiva de um negócio, na pré-fabricação de peças e em simulações de iluminação. No caso do BIM, cada componente 3D possui atributos e parametrizações que o distinguem como um componente do mundo real, e não apenas uma representação visual;
- 4D Planejamento - adiciona uma dimensão de tempo ao modelo, definindo quando cada peça será comprada, armazenada, preparada, instalada e utilizada. Organiza a disposição do canteiro de obras, a manutenção e movimentação dos equipamentos, as ferramentas utilizadas e outros aspectos cronologicamente relacionados;
- 5D Orçamento - adiciona a dimensão custo ao modelo, determinando quanto cada parte da obra vai custar, recursos necessários e o impacto destes no orçamento final e o controle de metas de acordo com o andamento da obra;
- 6D Sustentabilidade - adiciona a dimensão energia ao modelo, é feita a análise energética quantificando e qualificando a energia utilizada na construção, a energia a ser consumida no seu ciclo de vida e seu custo. Através da análise sabe-se o grau de impacto físico do projeto no meio em que este está inserido;
- 7D Gestão de Instalações - adiciona a dimensão de operação ao modelo, onde o usuário final pode extrair informações de como o empreendimento como um todo funciona, suas particularidades, quais os procedimentos de manutenção em caso de falhas ou defeitos e até mesmo análise de como se dará a demolição;

O termo "nD" refere-se a informações do modelo. Em relação à física dimensional, ela pode ser expandida nas três dimensões do espaço euclidiano. No entanto, as informações podem abranger outra área fora do espaço. O modelo foi desenvolvido para retratar o processo de construção, que mudará ao longo do processo de construção. Devido ao tempo de construção, a possibilidade de visualização em três dimensões ao longo da fase requer a descrição de outra dimensão, 4D. Considerando a possibilidade de uma análise econômica do custo de um modelo 3D durante o tempo de construção, isso significa levar em conta a quinta dimensão 5D (MONTEIRO, 2010). A Figura 6 abaixo mostra as dimensões do BIM.

Figura 6 – Os diversos níveis D do Bim



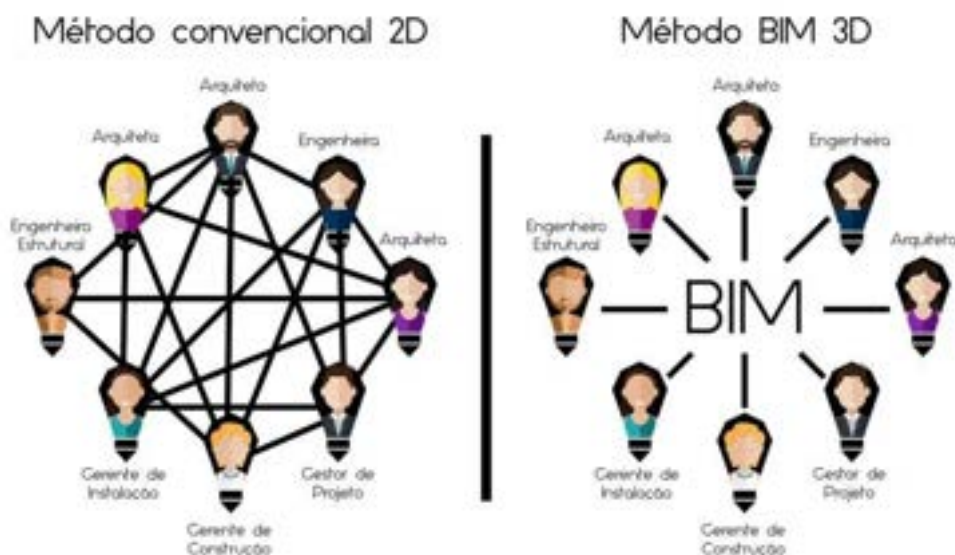
Fonte: SDS Educa (2019)

2.5.3 Interoperabilidade

A capacidade de integrar diversas áreas do desenvolvimento administrativo de um projeto, possibilitada pela plataforma BIM, exige fluidez para maximizar a eficiência dos *softwares* utilizados. Este requisito decorre do fato de que um projeto pode ter várias fases e participantes. Ao longo do processo, eles devem interagir e trocar informações. Quando há boa interoperabilidade, a necessidade de replicação de dados é eliminada, bem como a capacidade de automatizar o fluxo de trabalho em

diferentes aplicativos (ANDRADE e RUSCHEL, 2009, p.80). A Figura 7 mostra, esquematicamente, a interação entre os colaboradores.

Figura 7 – Interoperabilidade no BIM



Fonte: (SPBIM – Arquitetura Digital, 2019)

Analisando a figura, é possível observar que ao utilizar a metodologia BIM as informações são mais diretas e precisas, descartando possíveis falhas de comunicação entre os colaboradores e agilizando todo o processo em geral.

Como resultado, há uma tendência natural de integrar e combinar aplicativos para fornecer funções além daquelas fornecidas por uma única empresa de desenvolvimento de *software*. O método de integração é essencial para negócios de alto valor, pois alcançar a interoperabilidade entre os muitos sistemas em uso é mais fácil, por uma grande margem, do que realocar todas as empresas em uma única plataforma. Como resultado, o IFC – *Industry Foundation Classes* – é um dos modelos de dados padrão, tanto públicos quanto internacionais, utilizados para troca e integração de dados entre indústrias que utilizam BIM (EASTMAN *et al*, 2014). A interoperabilidade é um conceito muito importante e necessário para que os modelos possam interatuar entre si.

2.5.4 Níveis de desenvolvimento

Os sistemas BIM utilizam modelos paramétricos. De acordo com Eastman *et al.* (2014) a modelagem paramétrica estabelece regras geométricas e não geométricas, o que possibilita que os objetos possam se ajustar dependendo das situações em que serão inseridos.

O Nível de Desenvolvimento (*Level of Development – LOD*), é definido como um critério de maturidade e usabilidade de um Modelo BIM para as diferentes fases de um projeto (LIMA, 2020).

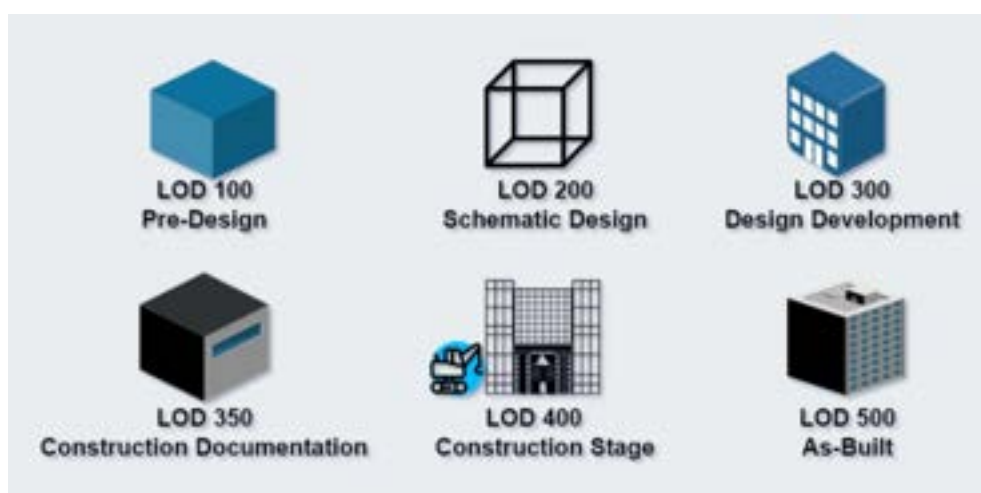
De acordo com Lima (2020), o *American Institute of Architects*, ou Instituto Americano de Arquitetura (AIA) foi definido cinco níveis de desenvolvimento, sendo possível situar qual o nível necessário de informações em cada etapa do projeto, determinando também o nível de confiabilidade dos dados AIA, (2013). A seguir é apresentado os cinco níveis de desenvolvimentos e seus critérios:

- LOD 100: definido como o primeiro nível de desenvolvimento, as informações contidas no modelo são mais genéricas e com poucos detalhes. Sendo indicado na fase de análise da concepção, com os estudos de volumes, áreas e perímetro, e para estimativas de custos e prazos;
- LOD 200: neste nível existe um modelo um pouco mais desenvolvido, que se equipara à fase anteprojeto em geral, e contém informações básicas necessárias para uma análise estrutural preliminar, permitindo o início da fase de gestão do projeto. Nesta fase, o projeto deve ser aprovado antes de ser executado;
- LOD 300: após a aprovação do anteprojeto, tem-se um modelo com o detalhamento de cada sistema, necessitando a aprovação de cada projeto. Desse modo, é possível iniciar a compatibilização dos projetos, garantindo que não haja erros para as próximas fases;
- LOD 400: ao longo desta etapa, há um modelo com mais detalhes e todas as estruturas que podem ser utilizadas durante a construção. É possível obter documentação legal, avaliações quantitativas e planejamento, permitindo o preenchimento do cronograma financeiro;

- LOD 500: tem-se um modelo equivalente ao “As Built” (Como Construído), correspondente ao modelo real da construção. Nesta etapa, todos os elementos e sistemas são modelados, possuindo os mesmos critérios que o LOD 400, mas pode ser usado durante a vida útil da edificação e suas futuras e necessárias manutenções.

A Figura 8 mostra como são os níveis de desenvolvimento (LOD).

Figura 8 – Level of Development – LOD



Fonte: (Adaptado de Medium, 2020)

A especificação do Nível de Desenvolvimento (LOD) abre o caminho para expressar como a geometria de um elemento, bem como as informações incluídas, evoluíram e se desenvolveram ao longo de todo o processo. Essencialmente, é a divisão do BIM em seções para facilitar o trabalho. Ele transmite até que ponto os diferentes membros da equipe podem confiar nas informações associadas a um elemento.

2.6 FERRAMENTAS DE APLICAÇÃO BIM

2.6.1 Autodesk Revit

Segundo Fontana (2017), o Revit é um programa de modelagem BIM desenvolvido para engenheiros e arquitetos pela Autodesk, mesma empresa que criou o AutoCAD. De acordo com o autor, o Revit é uma ferramenta que permite a criação

de modelos que podem ser utilizados para planejamento, construção e gerenciamento de projetos, além da capacidade de realizar análises e simulações utilizando um modelo tridimensional.

Existem várias ferramentas de *software* para BIM, sendo a mais conhecida o Revit Architecture, desenvolvido pela Autodesk, disponibilizado pela primeira vez no ano de 2000. O nome Revit é derivado das palavras inglesas "*Revise Instantly*", que foram traduzidas para o português como "Revise Instantaneamente", o que significa que ao projetar com o Revit, as alterações em um objeto são feitas instantaneamente em todos os objetos relacionados e em todas as visualizações de desenho em que aparece (NETTO, 2016). De acordo com a Autodesk, o Revit é uma ferramenta poderosa que permite aos gerentes de projeto planejar, projetar, construir e gerenciar projetos de infraestrutura.

Segundo Costa (2013), o *software* Revit apresenta maior proveito dado a sua semelhança nos comandos quando comparado ao AutoCAD. De acordo com o autor, incorporado ao Revit estão as plataformas Revit Architecture, para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos, o Revit Structure para dimensionamento de estruturas e o Revit MEP para desenvolvimento de projetos hidrossanitários. Além do programa Robot da Autodesk, pensado para análises atípica, de cálculos estruturais mais complexos.

A preferência pelo Revit para desenvolver um projeto em um modelo executável tridimensional decorre principalmente da robustez do programa, em suas funcionalidades e capacidades, bem como da familiaridade com o *software* AutoCAD. Esses principais recursos ajudaram o Revit a se tornar um player democrático nos mercados de arquitetura e engenharia, auxiliando arquitetos, engenheiros e construtores na execução de projetos automatizando a criação, documentação e medição de todo o trabalho (ARAÚJO e COELHO, 2021, p. 09).

O Revit Architecture para a completa solução BIM, deve ser complementado o Revit Structure para projetos de estrutura e também o Revit MEP que é o *software* para projetos de instalações elétricas, hidráulicas e ar-condicionado. A interoperabilidade deles é o que garante a solução completa do modelo digital da construção, e seus detalhes reais (NETTO, 2016).

Figura 9 – Autodesk Revit



Fonte: Illustrarch (2021)

2.6.2 ArchiCAD

O ArchiCAD é um dos mais antigos programas de CAD que existem; começou a ser desenvolvido na Hungria, em 1984, pela Graphisoft (Figura 10) que hoje é uma subsidiária da empresa alemã Nemetschek (GASPAR e LORENZO, 2014, p. 18).

O *software*, com o chamado *Virtual Building*, foi o pioneiro no conceito que parte do princípio em que a edificação deve ser inteiramente modelada em 3D, para que a partir daí, sejam obtidas as vistas de documentação. Gaspar e Lorenzo (2014) evidenciam que, a ideia introduzida no ano de 1987, é parte das primeiras experiências daquilo que hoje em dia é conhecido como BIM.

O ArchiCAD é um *software* BIM líder para arquitetura e urbanismo. Ele tem foco na arquitetura, *design* e criatividade, combinado com a tecnologia de ponta e a inovação, permitindo aos arquitetos expandir as ideias e criar grandes projetos (AMARAL, 2018).

Figura 10 – ArchiCad Concept



Fonte: Graphisoft (2021)

A Graphisoft faz parte e apoia a iniciativa *Open BIM*, que é uma abordagem universal para o desenvolvimento de projetos de forma colaborativa, baseado em padrões e fluxos de trabalho abertos. Permitindo assim, que os profissionais envolvidos no projeto possam compartilhar seus modelos independente de qual *software* esteja utilizando (LIMA, 2020).

O ArchiCAD conta com atualizações anuais pensadas sempre em trazer soluções integradas, reduzindo a necessidade de plugins, facilitando assim o fluxo de trabalho. Lima (2020) diz que “a aplicação oferece muito mais do que uma simples tradução do *software*. A versão brasileira, por exemplo, já vem com conteúdo e normas locais como biblioteca localizada, unidades de medida, normas arquitetônicas etc, que fazem do ArchiCAD uma ferramenta pronta para o uso em seu mercado.”

2.6.3 AltoQi

2.6.3.1 Qi Builder

Compreendendo a importância da interoperabilidade e da automação de parâmetros vinculados diretamente a normas locais e pensando nas necessidades de engenharia de instalações e suas compatibilizações a AltoQi, uma empresa nacional, criou o Qi Builder (Figura 11). Uma plataforma BIM voltada para desenvolver projetos:

hidrossanitário, elétrico, preventivo de incêndio, SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas), gás, cabeamento estruturado e alvenaria estrutural em um único sistema que ao mesmo tempo realiza o dimensionamento conforme as normas brasileiras, ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) (FARIAS, 2020).

Segundo Farias (2020), a plataforma é a melhor opção para grandes projetos nacionais de engenharia de instalações, pois insere diretamente as normas e restrições práticas de dimensionamento. O que impulsiona a concepção e o desenvolvimento do projeto, além de identificar possíveis erros que serão destacados durante a validação do projeto com a prefeitura, uma vez que o BIM se passará a ser um requisito obrigatório.

Figura 11 – AltoQi Builder



Fonte: AltoQi (2022)

Os detalhamentos executivos das instalações gerados pelo Builder oferecem clareza, elevada qualidade e de modo realista, integrados às demais disciplinas. Você conta também com diversas configurações, o que possibilita personalizar suas entregas (ALTO QI, 2022).

Qualquer informação alterada no projeto também se reflete nas documentações. Geração de detalhes isométricos, cortes, diagramas, esquemas e memoriais de cálculo garantem maior segurança e qualidade no resultado dos seus projetos (ALTO QI, 2022).

2.6.3.2 Eberick

O *software* Eberick (Figura 12) foi desenvolvido para elaboração de projetos estruturais em concreto armado, moldado in-loco, pré-moldado, alvenaria estrutural e estruturas mistas. Possui um ambiente para modelagem e definição dos carregamentos dos elementos estruturais. Pode ser integrado com as demais disciplinas de projeto BIM e permite a visualização simultânea do modelo 3D. As

ferramentas de alta produtividade permitem editar rapidamente e simular diferentes cenários de projeto, contribuindo para soluções estruturais eficientes (ALTO QI, 2022).

O *software* Eberick analisa a estrutura com base na ABNT NBR 6118:2014 verificando os ELU (Estado Limite Último) e ELS (Estado Limite de Serviço); outras normas são usadas em conjunto. Para ajudar o projetista, assim que a estrutura é lançada por completo, o Eberick abre uma janela com as informações. Caso o programa aponte erro o projetista consegue corrigir e otimizar o desempenho com base na análise sugerida (RODRIGUES, 2020).

O Eberick gera os detalhamentos executivos dos elementos estruturais e demais plantas do projeto com clareza, qualidade e eficiência. Permite diversas configurações, possibilitando a personalização das entregas. É possível obter um documento único com o memorial de cálculo do projeto, contendo os relatórios referentes às análises, à obtenção dos esforços e aos dimensionamentos dos elementos (ALTO QI, 2022).

Figura 12 – AltoQi Eberick



Fonte: AltoQi (2022)

2.6.4 TQS

TQS é uma empresa brasileira, presente a mais de 30 anos no mercado e o *software* mais utilizado nos grandes escritórios no Brasil para dimensionamento de estruturas de concreto armado, pré-moldado, protendido e alvenaria estrutural. O *software* contempla várias etapas do projeto, desde a concepção, análise estrutural, dimensionamento, detalhamento e a emissão das plantas (RIBEIRO, 2020).

O TQS (Figura 12) é um *software* composto por um conjunto de sistemas que, de forma totalmente integrada e automatizada, fornecem recursos necessários para a concepção estrutural, análise estrutural, dimensionamento e detalhamento de armaduras, geração de desenhos até a emissão de plantas. A ferramenta torna a elaboração de projetos estruturais um processo altamente produtivo e tem impacto

direto na qualidade dos mesmos. Permite o pleno atendimento aos requisitos das normas técnicas ABNT e a compatibilização do modelo estrutural dentro de um processo BIM (TQS, 2022).

Figura 13 – TQS Estudante



Fonte: TQS (2022)

De acordo com a TQS (2022), através de um *Plug-in* TQS-Revit, uma parceria entre a Autodesk e a TQS, é possível transferir informações de uma estrutura modelada no TQS para o Revit com grande facilidade. A interoperabilidade é primordial entre as aplicações, garantindo que todos os projetos estejam ligados e compartilhem informações simultâneas.

2.7 PROJETOS NECESSÁRIOS PARA UMA EDIFICAÇÃO

2.7.1 Concepção Inicial

O guia *Project Management Body of Knowledge - PMBOK* (2013, p. 1) define projeto como sendo um “esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. A natureza temporária dos projetos indica que eles têm um início e um término definidos. O término é alcançado quando os objetivos do projeto são atingidos ou quando o projeto é encerrado porque os seus objetivos não serão ou não podem ser alcançados, ou quando a necessidade do projeto deixar de existir.”

De acordo com Menegatti (2015), projetar não está atrelada a uma única situação ou etapa de um empreendimento, mas a todas elas, reunindo as necessidades iniciais identificadas pelo empreendedor e continuando até a fase pós-construção. O projeto desempenha um papel significativo e estratégico para alcançar um resultado positivo, pois são um conjunto de atividades interligadas e realizadas de forma sistemática para atingir determinado resultado final, demandando tempo para colocar essas atividades em ação. Como resultado, um projeto é uma coleção de atividades e ideias destinadas a determinar as características de um produto. Pode ser utilizado como ferramenta de previsão, reduzindo erros e imprevistos e trazendo benefícios à construção.

Oliveira (2005), destaca que a eficiência do desenvolvimento do projeto é determinada pela qualidade da justificativa, que exige a utilização de procedimentos metodologicamente estabelecidos que visam orientar de forma simultânea e colaborativa vários profissionais e estabelecer um fluxo de informações adequado entre eles. De acordo com essa afirmação do autor, cabe destacar que a preocupação do projeto cresceu em função de sua elaboração, que é considerada uma das principais fontes de melhorias no desempenho do produto final, com alguns benefícios como: redução de custos e erros de produção, tanto no produto quanto no processo e, ao mesmo tempo, a otimização das etapas de execução da construção.

2.7.2 Projeto arquitetônico

Segundo Odebrecht (2006), a função da arquitetura é “resolver problemas de ordem funcional e de ordem estética, observando o contexto em que se inserem, tanto o físico, como o cultural, o socioeconômico e o tecnológico.” O projeto arquitetônico é, portanto, a materialização da concepção. É por meio dele que as ideias deixam de ser abstratas e tomam forma. Trata-se da evolução do esboço em um guardanapo para um desenho técnico representado e com viabilidade de execução.

Moreira e Kowaltowski (2009) dizem que ao projeto arquitetônico é a etapa que antecede todos os outros projetos, ditos complementares. O objetivo é descrever as condições sob as quais o projeto irá operar. Ao atingir seu objetivo, o desafio agora é como o edifício proposto deve reagir. Neste contexto, o desenvolvimento do projeto

arquitetônico é uma atividade analítica, além de ser um dos primeiros passos no processo de construção.

Avila (2011) afirma que o desenvolvimento de um projeto arquitetônico ocorre em diversas etapas, que se completam ao decorrer do projeto, que podem ter o envolvimento de diversos profissionais que, ao incorporar questões pertinentes às diversas especialidades envolvidas, criam um ambiente multidisciplinar ideal para o bom desenvolvimento do edifício. Este método deve resultar em um projeto executável que leve em consideração todas as informações dos projetos complementares, bem como quaisquer possíveis conflitos.

O conhecimento técnico e o planejamento que o projeto arquitetônico leva para a obra são capazes de agregar qualidade e, conseqüentemente, valor a ela. O projeto arquitetônico é o pontapé inicial para o desenvolvimento de projetos de construção civil.

2.7.3 Projeto estrutural

Um projeto estrutural é um projeto complementar ao arquitetônico, cujo foco é o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais (pilares, vigas, lajes). Lida com a análise e o projeto de estruturas que suportam ou resistem cargas. Segundo Daldegan (2016), todo projeto estrutural é desenvolvido com referência no projeto arquitetônico, estudos preliminares e investigações realizadas.

A compatibilidade de projetos premia soluções que combatem a interferência entre subsistemas; no entanto, é necessário integrá-los para proporcionar bom acabamento, qualidade e estética. As boas práticas indicam muitas direções que devem ser consideradas (PRADO, 2015).

Para Pereira (2019) a estrutura pode ser classificada como a parte resistente de um empreendimento e tem a função de resistir e transmitir as ações para o solo. O autor ainda afirma que um bom projeto visa fornecer uma solução estrutural que satisfaça três requisitos principais: segurança por meio da resiliência da estrutura, funcionalidade por meio de manutenção e durabilidade. Também deve ser integrado com outras disciplinas de projeto, como arquitetura e instalação elétrica e hidrossanitário.

Já Menegatti (2015), diz que o projeto estrutural é de certa forma influenciado pelo projeto arquitetônico pois há uma grande interferência estrutural nos espaços, que é causada pela altura das vigas, pela localização dos pilares e pelo número de lajes, por exemplo. Além disso, a autora afirma que desenvolvimento deste projeto deve ser supervisionado por um engenheiro civil com formação adequada e experiência na colocação de elementos estruturais como: o lançamento e a localização das lajes, vigas e pilares que darão sustentação à edificação. Então fica claro, que o gestor de projeto estrutural deve criar um projeto que tenha uma melhor interação com o projeto arquitetônico proposto, complementando-o de forma que não o prejudique, tanto visualmente quanto estruturalmente.

Como dito anteriormente, a sincronia dos projetos depende quase que inteiramente do bom senso e profissionalismo do engenheiro ou arquiteto, a quem cabe desenvolver um projeto arquitetônico adaptável a um projeto estrutural. Geralmente, o projeto estrutural tem que ser moldado ao arquitetônico, prejudicando assim a estética, a funcionalidade e até mesmo a eficiência do empreendimento.

2.7.4 Projeto elétrico

No projeto elétrico planeja-se cada detalhe de utilização da energia elétrica, circuitos, seção dos condutores, dimensionamento de carga, trajetos, saídas para iluminação e tomadas e etc. Todos são dimensionados com cuidado para que se consiga o funcionamento pleno da edificação, com segurança e confiabilidade.

Segundo Carvalho Junior (2016, p.21), um bom projeto tem um dimensionamento adequado, materiais com especificações técnicas que seguem a norma pertinente e uma integração harmoniosa com os demais projetos necessários à construção, resultando em economia de custos na aquisição de materiais e aumento da segurança para os ocupantes do edifício. Com isso, a compreensão da importância dos projetos e das informações contidas nas normas trará benefícios tanto financeiros quanto de pensamento crítico em relação aos requisitos teóricos e práticos que a engenharia e a implementação exigem para a mais alta qualidade de instalações elétricas primárias. Por isso, é fundamental conscientizar todos os consumidores sobre os fatos para que se estabeleça uma cultura de segurança e conforto na rede elétrica.

Costa e Branch (2019) definem o projeto elétrico como sendo um diagrama detalhado do que se pretende fazer na instalação. Inclui uma descrição aprofundada dos pontos de uso de energia elétrica, o percurso dos condutores, a quantificação dos materiais a serem utilizados, e uma análise de segurança, bem como a divisão de circuitos. Além disso, o objetivo do projeto é estabelecer um relacionamento entre a concessionária e os clientes consumidores, regulando o consumo de forma econômica e segura, além de garantir o cumprimento das exigências legais.

Como resultado de tudo que foi citado acima, um bom projeto elétrico é a concretização do que determinam as normas de segurança e instalação, tornando-o obrigatório em todos os tipos de construção e elevando o projeto ao status de segurança. Os pontos normativos são necessários para que ocorra o dimensionamento adequado.

2.7.5 Projeto hidrossanitário

Os sistemas de água fria e quente, saneamento, drenagem de áreas alagadas e combate a incêndios compõem os sistemas hidráulicos e sanitários. Como resultado, hidrossanitários (tubo, conexões e dispositivos) compõem grande parte dos elementos que compõem uma edificação e são um componente crucial porque estão sempre em contato com os usuários.

O projeto consiste, basicamente, no mapeamento de toda a rede de encanamento. Assim, engloba todo o sistema de distribuição de água quente e fria, esgoto e água da chuva. Esse último, ainda, pode contar com a captação e a reutilização da água da chuva. A elaboração de um bom projeto hidrossanitário evita a existência de problemas como mau cheiro vindo do esgoto, exposição de tubulações com o passar do tempo, falta de tampas em reservatórios, entre outros.

De acordo com Silva (2021), os sistemas hidráulicos e sanitários estão intimamente correlacionados com edifícios, que por sua vez, devem ter características específicas que lhes permitam desempenhar as funções para as quais foram concebidos. Como resultado, surge o conceito de desempenho associado ao uso do edifício, que pode ser descrito como os níveis mínimos de habitabilidade necessários para que os indivíduos usem o edifício e seus sistemas. No entanto, é um desafio igualar o desempenho exigido ao longo da vida útil de um edifício.

O sistema de instalação predial funciona como se fosse o aparelho circulatório do edifício. Desta maneira é necessário que haja um projeto elaborado por um profissional habilitado, com mão de obra especializada para a montagem dos tubos e conexões. As instalações hidráulicas e sanitárias devem estar operacionais durante toda a vida útil do edifício, afinal, elas são responsáveis por fornecer água aos usuários, coletar os efluentes, entre outras coisas. A qualidade dos mesmos implica não só em um desempenho adequado, atendendo às necessidades dos clientes, mas também a racionalização da utilização dos bens, evitando perdas e desperdícios (ARAÚJO, 2004).

2.8 POLÍTICAS PÚBLICAS DE IMPLANTAÇÃO DO BIM NO BRASIL

O Governo Federal, com o intuito de promover a modernização e a transformação digital da construção, criou em junho de 2017 o Comitê Estratégico de Implementação do *Building Information Modelling* – CE-BIM para formular uma estratégia que pudesse alinhar as ações e iniciativas do setor público e do privado, impulsionar a utilização do BIM no país, promover as mudanças necessárias e garantir um ambiente adequado para seu uso. O CE-BIM foi composto por representantes dos seguintes órgãos: Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços; Casa Civil da Presidência da República; Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações; Ministério das Cidades; Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão; Ministério da Defesa e Secretaria Especial do Programa de Parcerias de Investimentos da Secretaria-Geral da Presidência da República (GOVERNO FEDERAL, 2018).

O CE-BIM tem caráter temporário, com atribuições específicas à proposição, no âmbito do governo federal, da Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil, possui grupos de apoio técnico com profissionais especialistas na área e servidores indicados por cada órgão que compõe o Comitê, e também conta com Grupos ad hoc (Grupos Temáticos) com o intuito de discutir temas relacionados a eixos estratégicos tais como Capacitação de Recursos Humanos, Compras Governamentais, Regulamentação e Normalização, Plataforma BIM e Infraestrutura Tecnológica (GMARTINI ENGENHARIA, 2019).

Em 17 de maio de 2018, o Decreto nº 9.377 assinado pelo então Presidente da República Michel Temer naquele ano, instituiu a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modeling* no Brasil - Estratégia BIM BR, com a finalidade de promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no país. Todavia, este Decreto foi revogado pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, assinado pelo atual Presidente Jair Messias Bolsonaro com apenas algumas modificações que não impactaram no intuito do projeto.

Pela estratégia adotada pelo governo, serão realizadas diversas ações com o objetivo de:

- difundir o sistema BIM e seus benefícios;
- coordenar a estruturação do setor público para a adoção da tecnologia;
- criar condições favoráveis para o investimento, público e privado;
- estimular capacitação na metodologia;
- propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e contratações públicas com uso do BIM;
- desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para a adoção do sistema;
- desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM;
- estimular o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao sistema;
- incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade.

O cronograma de implementação da Estratégia BIM começou, de fato, em 2021, e deve ser totalmente concluído até 2028. O início será com a elaboração de projetos em 3D, que será obrigatório em obras de cinco projetos piloto do Governo – com possibilidades até para ser exigido para o Programa Minha Casa Minha Vida -, seguindo com a utilização das outras ferramentas da tecnologia, até a efetiva aplicação e implementação de todos os recursos disponíveis do sistema BIM (VARGAS, 2019).

De acordo com o roadmap de implementação estabelecido pelo Governo, as aplicações do BIM serão feitas em três fases:

Fase 1/2021 - Focada em projetos. Nesta fase, já devem ser realizadas a:

- elaboração de modelos para arquitetura e engenharia;

- compatibilização e extração de quantitativos;
- geração de documentação gráfica.

Fase 2/2024 - Além de projetos, o uso do BIM também será estendido ao planejamento e orçamento.

- usos previstos na fase anterior;
- Planejamento da execução e orçamentação da obra;
- Atualização dos modelos e de suas informações como construído (“as built”).

Fase 3/2028 – projeto, planejamento, orçamento e obra, além do pós-obra, com foco em:

- usos previstos na fase anterior;
- pós-obra (Comissionamento, Operação, Manutenção e Reforma);
- gestão de ativos.

Como resultado, o Governo Federal espera aumentar a produtividade das empresas em 10%, reduzir custos em 9,7%, aumentar em até 10 vezes a adoção da metodologia BIM e elevar em 28,9% o PIB da construção civil (ESTRATÉGIA BIM BR, 2018).

A utilização de um sistema BIM exige que o profissional entenda esse novo processo e esteja preparado para as implicações de uma mudança de paradigma. Este é um fator crítico para garantir que o BIM seja efetivamente compreendido, implementado e estabelecido no mercado brasileiro.

A comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção (ABNT/CEE-134) é responsável por padronizar o uso do BIM no Brasil, e em seu meio estão uma série de normas técnicas (ABNT, 2020), muitas das quais podem ser encontradas abaixo no quadro 1:

Quadro 1: Normas e objetivos da ABNT em relação ao BIM.

Norma	Objetivo
ABNT NBR 15965-1: 2011 – Sistema de classificação da informação da construção parte 1: terminologia e estrutura.	“[...] define a terminologia, os princípios do sistema de classificação e os grupos de classificação para o planejamento, projeto, gerenciamento, obra, operação e manutenção de empreendimentos da construção civil” (ABNT, 2011, p. 1).
ABNT NBR 15965-2: 2012 - Sistema de classificação da informação da construção parte 2: características dos objetos da construção.	“[...] define as terminologias, o sistema de classificação e os grupos de classificação relativos às características dos objetos da construção. O sistema de classificação se aplica ao planejamento, projeto, obra, operação e manutenção de empreendimentos da construção civil” (ABNT, 2012, p. 1).
ABNT NBR 15965-3: 2014 - Sistema de classificação da informação da construção parte 3: processos da construção.	“[...] tem por objetivo apresentar a estrutura de classificação que define os processos da construção, para aplicação na tecnologia de modelagem da informação da construção, pela indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC)” (ABNT, 2014, p. 1).
ABNT NBR 15965-7: 2015 - Sistema de classificação da informação da construção parte 7: Informação da construção.	“[...] apresenta a estrutura de classificação que define as informações (ou dados referenciados e utilizados durante o processo de criação e manutenção de um objeto construído) para aplicação na tecnologia de modelagem da informação da construção, pela indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção” (ABNT, 2015, p. 1).

<p>ABNT NBR ISO 12006-2: 2018 – Construção de edificação – Organização de informações da construção. Parte 2: Estrutura para classificação.</p>	<p>“[...] estabelece uma estrutura para o desenvolvimento de sistemas de classificação do ambiente construído. Ela Identifica um conjunto de títulos de tabelas de classificação, recomendadas para uma variedade de classes de objetos da construção [...]” (ABNT, 2018, p. 1).</p>
<p>ABNT NBR ISO 16757-2: 2018 – Estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para sistemas prediais. Parte 2: Geometria</p>	<p>“[...] descreve a modelagem geométrica de produtos para sistemas prediais. A descrição é otimizada para o intercâmbio de dados de catálogo de produtos. [...]” (ABNT, 2018, p. 1).</p>
<p>ABNT NBR ISO 16757-1: 2018 – Estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para sistemas prediais. Parte 1: Conceitos, arquitetura e modelo.</p>	<p>“[...] tem como principal objetivo fornecer uma estrutura de dados para catálogos eletrônicos de produtos, a fim de transmitir dados de produtos de instalações prediais, automaticamente, para modelos de aplicativos para sistemas prediais [...]” (ABNT, 2018, p. 1).</p>
<p>ABNT NBR ISO 16354: 2018 – Diretrizes para as bibliotecas de conhecimento e bibliotecas de objetos.</p>	<p>“[...] O objetivo desta Norma é distinguir as categorias de bibliotecas de conhecimento e estabelecer as bases para estruturas uniformes e conteúdo destas bibliotecas assim como a uniformização de seu uso. Mediante o estabelecimento de uma série de critérios [...]” (ABNT, 2018, p. 1).</p>

Fonte: Autores (2022)

3 METODOLOGIA

Este trabalho tem caráter de pesquisa, onde foi feito o levantamento de informações, estudo bibliográfico da tecnologia BIM e a confecção de projetos utilizando o BIM para avaliação dos resultados.

3.1 ESTUDO DE CASO

O objetivo foi a elaboração de um sobrado residencial com área total construída de 189 m² seguindo o código de obras da cidade de Muriaé/MG. É composto por três pavimentos, sendo o térreo composto por uma sala de estar ampla, sala de jantar, área de serviço, banheiro social e garagem totalizando 94,5 m² de área construída. Já o primeiro pavimento é composto por duas suítes, sendo uma delas, uma suíte master e duas sacadas cobertas, além de um escritório e closet para ambas as suítes, totalizando uma área de 94,5 m² e uma cobertura com laje impermeabilizada.

Para atingir o objetivo deste trabalho, foi confeccionado os projetos (arquitetônico, estrutural, elétrico e hidrossanitário), o qual foi utilizado a metodologia BIM neste caso, com o uso do *software* Revit 2022 (*software* promovido e disponibilizado sua versão do estudantil pela Autodesk) e AltoQi Eberick, cedido pelo Engenheiro, conforme termo de cessão apresentado no Apêndice I.

3.2 MODELAGEM DOS PROJETOS NO REVIT

Inicialmente, foi modelado o projeto arquitetônico, seguido dos projetos complementares como o estrutural, elétrico e hidrossanitário. Vale ressaltar, que no projeto estrutural será feito apenas a modelagem de vigas, pilares e sapatas no Revit 2022.

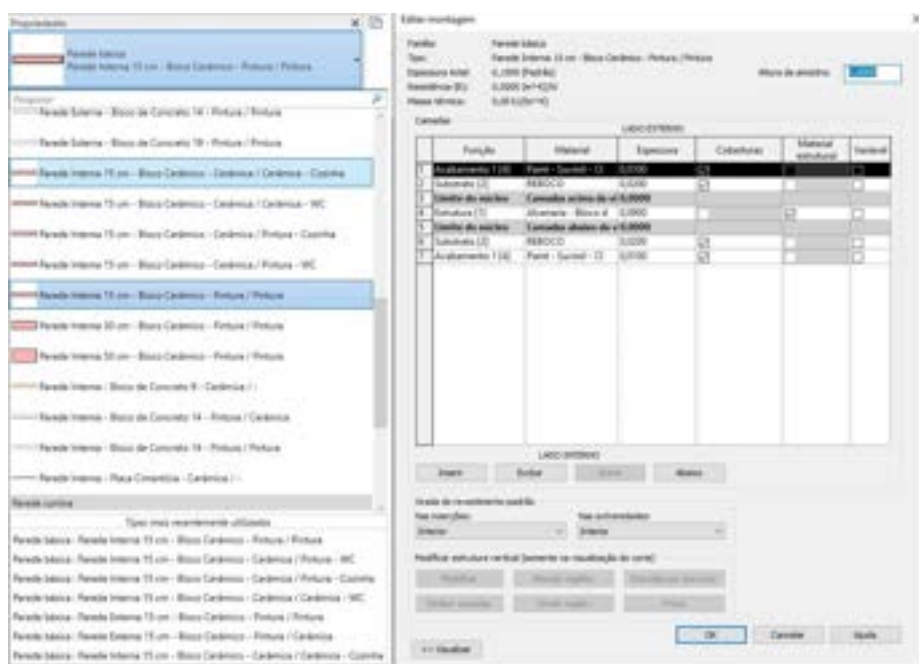
3.2.1 Projeto Arquitetônico

O projeto arquitetônico foi desenvolvido no Revit e serão indicadas as plantas baixas, de implantação, de situação, bem como as vistas de cortes e elevação do

sobrado, além da fachada e a representação em 3D do empreendimento para melhor visualização da edificação.

Para o desenho arquitetônico será utilizado um *template* (modelo) pronto para o desenvolvimento do projeto, que inclui uma série de recursos e configurações pré-definidas para auxiliar na modelagem, como paredes, janelas, portas, materiais hidráulicos e elétricos, etc. Esses elementos, conhecidos como "Famílias", são modelos geométricos que fornecem informações sobre cada item da obra. Estas famílias subdividem-se ainda em "Tipos", onde são apresentados os elementos mais detalhados dentro de uma família, como a família de portas, que tem portas de 210x80 cm, 220x100 cm, etc. Os materiais utilizados, bem como os seus custos, marcas, coeficientes físicos, métodos de construção, área, extensão ou dimensão de cada elemento, estão todos apresentados nas tipologias, juntamente com uma riqueza de outras informações. A Figura 14 é um exemplo de uma família e do tipo de paredes que podem ser utilizadas.

Figura 14 – Família de parede 15 cm (tipo)



Fonte: Autores (2022)

Vale ressaltar que muitas famílias são disponibilizadas pelo Revit para auxiliar na modelagem e podem ser comparadas aos blocos dwg utilizados dos softwares CAD, porém, neste caso, cada item é apenas uma representação gráfica de um objeto ou elemento estrutural, sem material ou composição em formação. Logo, verifica-se

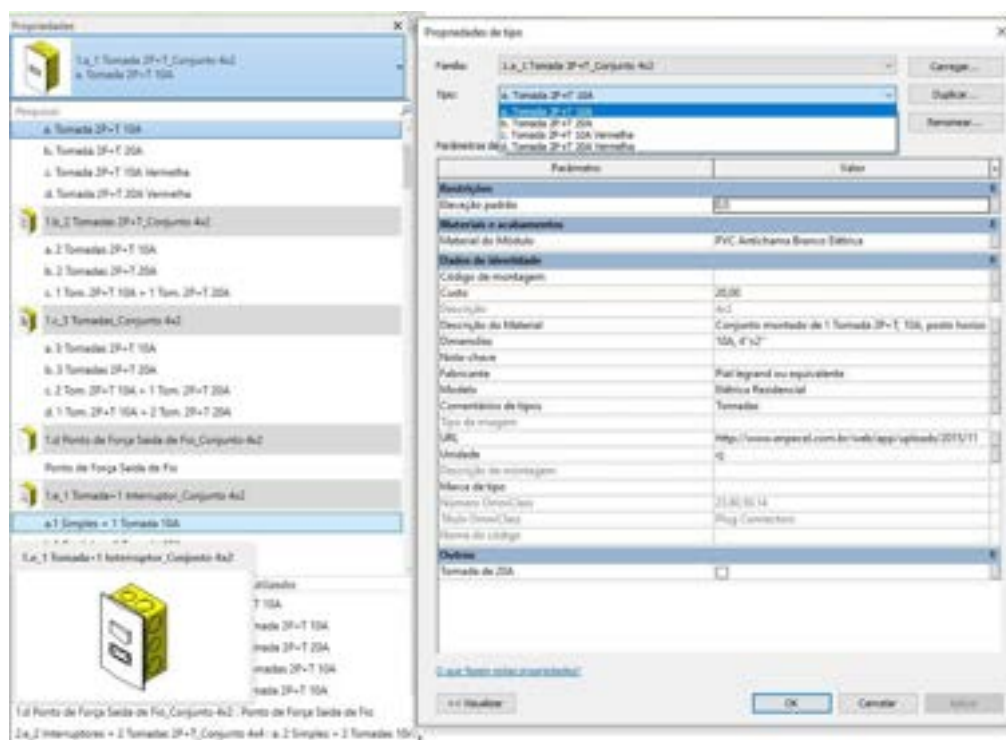
uma vantagem significativa de usar *software* baseado em BIM sobre *software* baseado em CAD.

3.2.2 Projeto Elétrico

O projeto elétrico foi inteiramente desenvolvido no *software* Revit, desde a sua a modelagem até o dimensionamento seguindo a norma NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão (ABNT 2004) e a Norma de distribuição unificada (NDU – 001) da Energisa - MG.

O projeto elétrico é elaborado da mesma forma que o arquitetônico. Neste caso, será utilizado um *template* pronto, com todas as tomadas e disjuntores já definidas no modelo, conforme mostra a Figura 15.

Figura 15 – Família de conjuntos de tomadas (tipo)



Fonte: Autores (2022)

Para a modelagem dos sistemas elétricos no Revit, é necessário a presença de um hospedeiro, ou elemento, para fixação das tomadas, conduítes, disjuntores, quadro de distribuição; neste caso, pode ser utilizado as paredes, pisos e lajes. Para iniciar este procedimento, é preciso importar o projeto arquitetônico previamente

modelado, para que o projeto elétrico possa ser realizado utilizando esses hospedeiros. Nesse ponto, pode-se notar uma das vantagens do uso da metodologia BIM: a interdisciplinaridade. Todo o projeto elétrico é modelado tendo como base o projeto arquitetônico.

Além de auxiliar na visualização do trajeto dos conduítes e tomadas realizadas na modelagem, por exemplo, é possível detectar visualmente incompatibilidades entre os dois projetos à medida que são passados os traçados, como conduítes que passam por pilares ou vigas, o que não é possível com a metodologia utilizada no AutoCAD por exemplo.

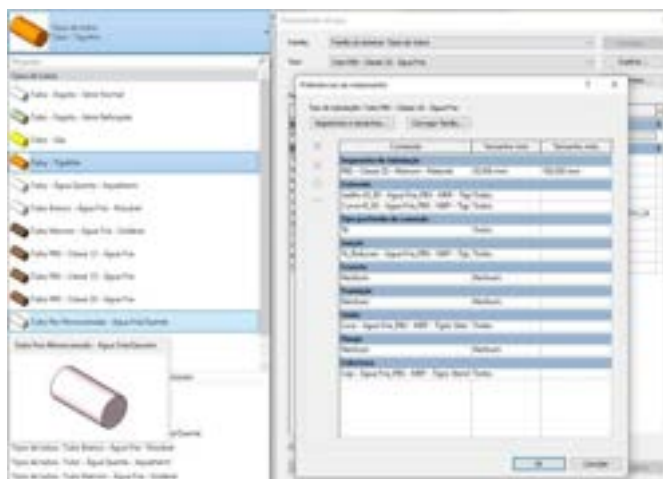
3.2.3 Projeto Hidrossanitário

O projeto hidrossanitário assim como o elétrico, será desenvolvido totalmente no *software* Revit, desde a sua a modelagem até o dimensionamento. Foi utilizado como normativa:

- Instalações prediais de água fria e água quente – NBR 5626 (ABNT, 2020);
- Sistema prediais de esgoto sanitário – NBR 8160 (ABNT, 1999);
- Instalações prediais de águas pluviais – MBR 10844 (ABNT, 1989).

O projeto hidrossanitário é desenhado da mesma forma que o projeto elétrico. Neste caso, será utilizado um *template* pronto, com todas as tubulações e conexões já prontas para modelagem, conforme mostra a Figura 16.

Figura 16 – Família de Tubulações disponíveis para modelagem



Fonte: Autores (2022)

Para a modelagem de sistemas hidráulicos no Revit, é necessário a presença de um hospedeiro (do mesmo modo que o elétrico), ou elemento, para fixação das tubulações e conexões; neste caso, as paredes e pisos. Para iniciar este procedimento, é preciso importar o projeto arquitetônico previamente modelado, para que o projeto hidrossanitário possa ser realizado utilizando suas paredes e pisos como hospedeiros, como por exemplo, as paredes da cozinha e banheiros. Nesse ponto, assim como no projeto elétrico, pode-se ver a mesma vantagem do uso da metodologia BIM: a interdisciplinaridade. Todo o projeto hidráulico é modelado tendo como base o projeto arquitetônico.

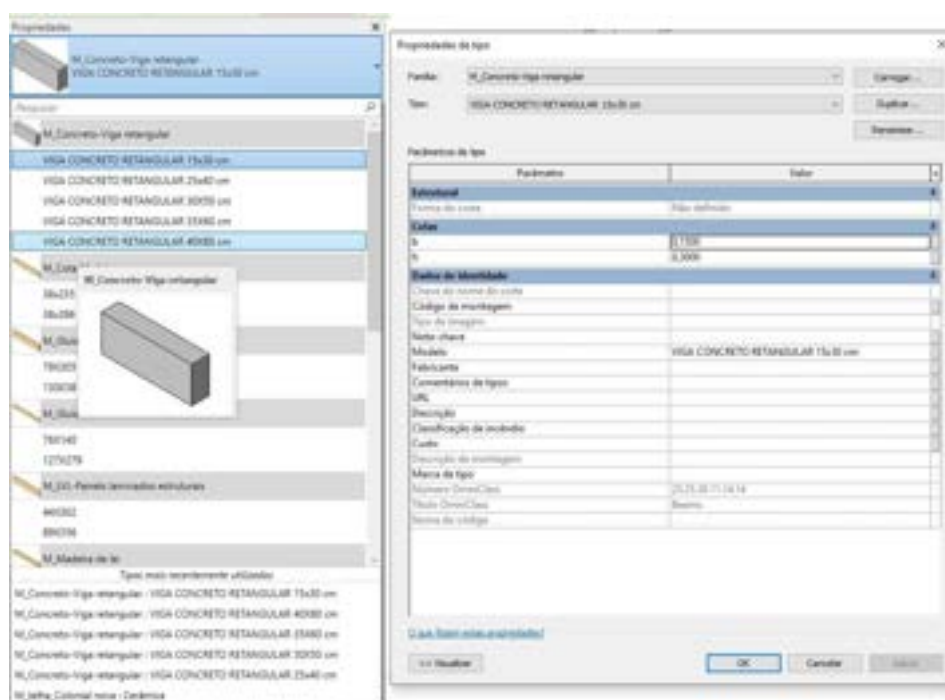
Além de auxiliar na visualização da caminhada das tubulações pelo sobrado, será possível detectar a priori incompatibilidades entre as duas disciplinas visualmente ao passar os traçados, como tubulações passando por janelas ou portas, o que não é possível com a metodologia CAD. Outra vantagem que o BIM proporciona nessa etapa, é a colocação automática de conexões como joelhos, curvas, tês, etc. Isso simplifica muito e acelera o projeto hidrossanitário. É um avanço em relação ao sistema CAD, pois neste caso tanto as tubulações quanto as conexões são colocadas manualmente, dificultando o projeto e conseqüentemente fazendo com que se tenha um gasto maior de tempo na elaboração do mesmo.

3.2.4 Projeto Estrutural – Modelagem

Quanto o projeto estrutural, como informado antes, será feito apenas a modelagem no Revit, onde seu dimensionamento será realizado com o auxílio do *software* da AltoQi, Eberick.

O projeto estrutural será modelado da mesma forma que os anteriores. Um modelo de *template* já pronto será utilizado, embora agora, esteja limitado à modelagem estrutural. Os mesmos níveis definidos anteriormente para o projeto arquitetônico foram definidos para o estrutural, para orientar as alturas dos elementos. Assim como foi feito para os objetos arquitetônicos, foram criadas famílias para elementos estruturais como vigas, pilares, lajes e fundações, cada uma com informações sobre as sessões de cada elemento, bem como seus materiais, conforme mostra a Figura 17.

Figura 17 – Família de Vigas (tipo)



Fonte: Autores (2022)

A sequência de modelagem geralmente começa com a fundação, com as sapatas (ou estacas, dependendo do tipo da estrutura), blocos e vigas baldrame, e depois progride para a supraestrutura, com os pilares, vigas e lajes. No processo de desenvolvimento da modelagem do projeto estrutural, é possível observar que se assemelha à execução da obra, como se o edifício estivesse sendo construído virtualmente. Esta é uma das aplicações da tecnologia BIM, principalmente no âmbito do dimensionamento 4D, em que a dimensão do tempo é incorporada ao projeto.

3.2.5 Projeto Estrutural – Dimensionamento

De posse do projeto arquitetônico, foi iniciado a concepção do projeto estrutural no *software* AltoQi Eberick, buscando respeitar a arquitetura pré-definida e tendo como parâmetros as seguintes normas técnicas:

- Projeto de estruturas de concreto – NBR 6118 (ABNT, 2014);
- Ações para o cálculo de estruturas de edificações – NBR 6120 (ABNT, 2019);
- Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação – NBR 7480 (ABNT, 2007).

3.3 COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS

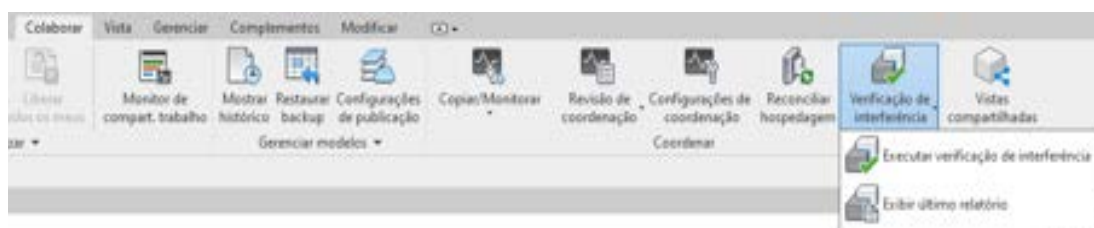
Após a modelagem de todos os projetos descrito nos tópicos anteriores no Revit 2022, foi vinculado cada um deles ao projeto arquitetônico e posteriormente foi analisado o modelo tridimensional. Essa primeira análise busca por incompatibilidades presentes e que são perceptíveis de forma direta.

Feito a primeira análise visual e a correção, partiu-se então para a ferramenta de análise de interferências e sobreposições do Revit 2022. Essa ferramenta mostra todos os pontos de interferência que ao passar para a fase de execução da obra gerariam atrasos e prejuízos à obra.

3.4 ANÁLISE DE INTERFERÊNCIAS E SOBREPOSIÇÕES

O Revit apresenta uma ferramenta capaz de identificar as interferências que muitas vezes não são visíveis e as apresenta no modelo tridimensional, ajudando o processo de verificação e compatibilização. A Figura 18 mostra a localização da ferramenta no painel de comandos do Revit.

Figura 18 – Localização da ferramenta de verificação e interferência



Fonte: Autores (2022)

Com o uso da ferramenta Verificação de Interferência, as incompatibilidades foram detectadas pelo software e indicadas no modelo tridimensional para que fosse feita a análise, e a correção.

4 RESULTADOS

4.1 PROJETOS

4.1.1 Projeto Arquitetônico

O sobrado residencial projetado tem área total construída de 189 m² e segue o código de obras da cidade de Muriaé/MG e possui três pavimentos.

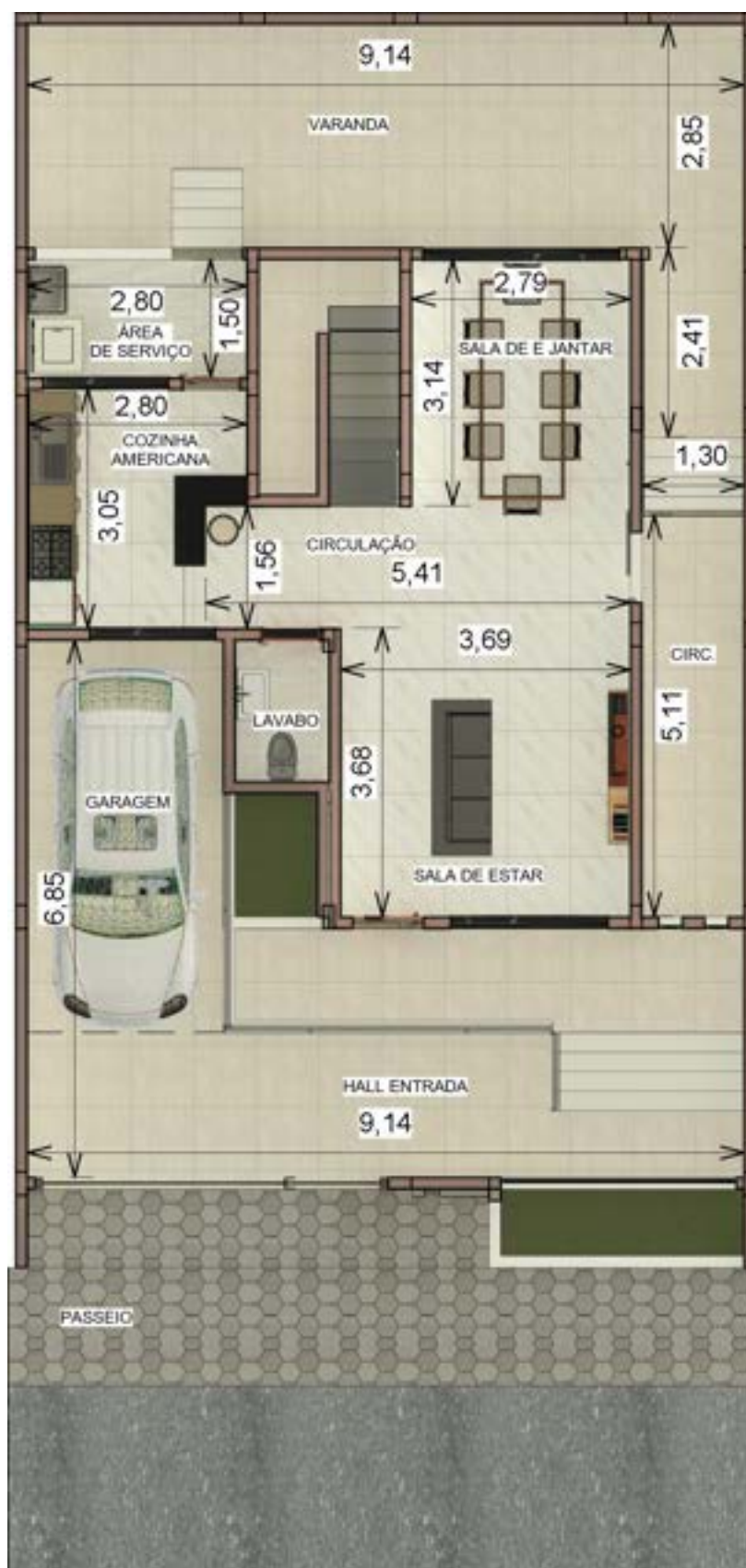
Nas Figuras 19 a 24 estão representadas as plantas baixas, cortes, e vistas do projeto arquitetônico.

Figura 18 – Vista 3D 1



Fonte: Autores (2022)

Figura 20 – Planta Baixa Humanizada – Térreo



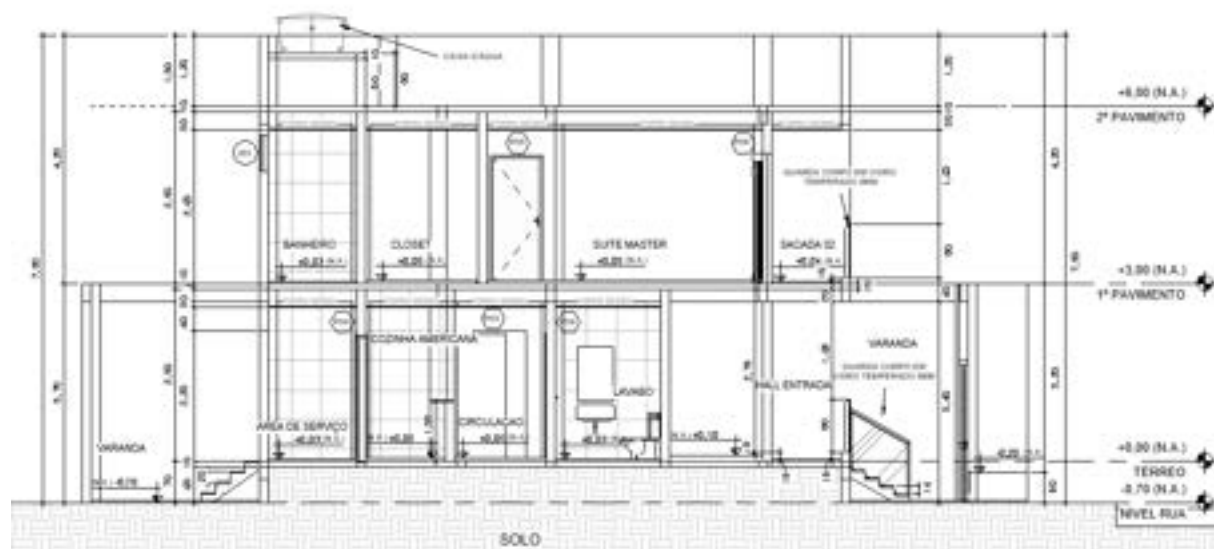
Fonte: Autores (2022)

Figura 21 – Planta Baixa Humanizada – 1º pavimento



Fonte: Autores (2022)

Figura 22 – Corte A-A

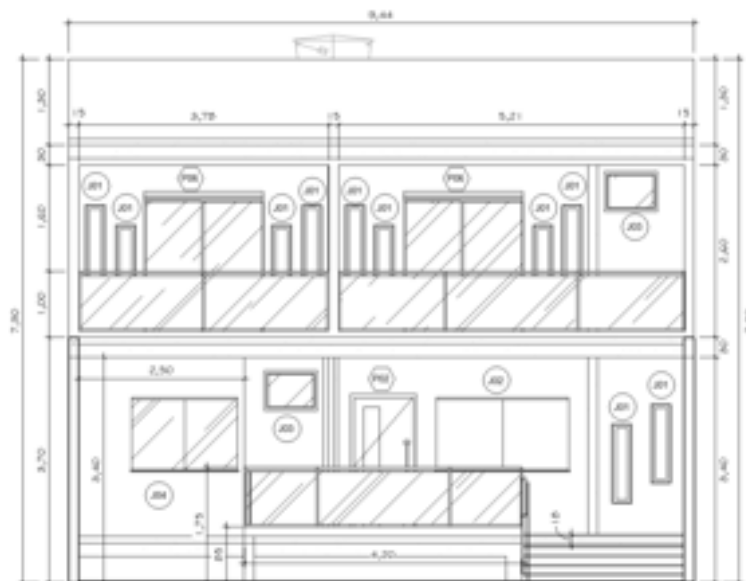


Fonte: Autores (2022)

Figura 23 – Corte B-B



Fonte: Autores (2022)

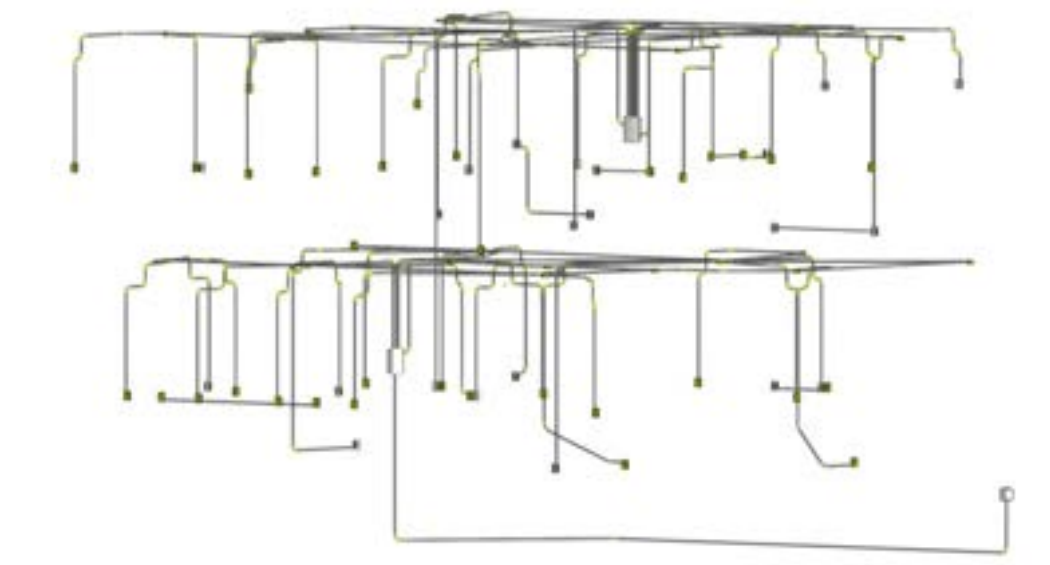
Figura 24 – Corte C-C

Fonte: Autores (2022)

4.1.2 Projeto Elétrico

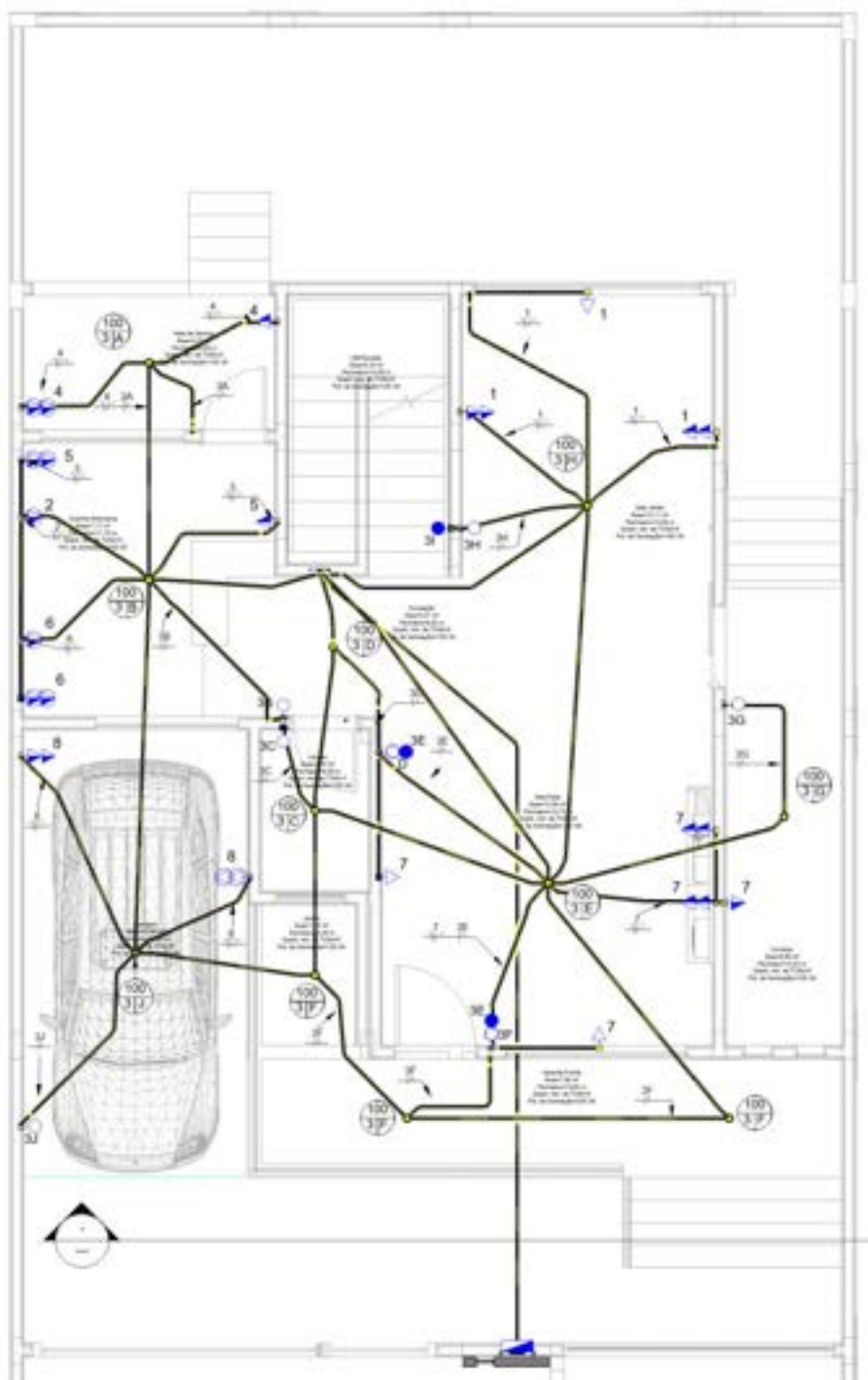
O projeto elétrico foi desenvolvido no Revit, utilizando as tabelas de dimensionamento do próprio software e seguindo as normativas já especificadas.

As plantas baixas elétricas e algumas vistas estão demonstradas nas Figuras 25 a 27.

Figura 25 – Vista 3D - Elétrica

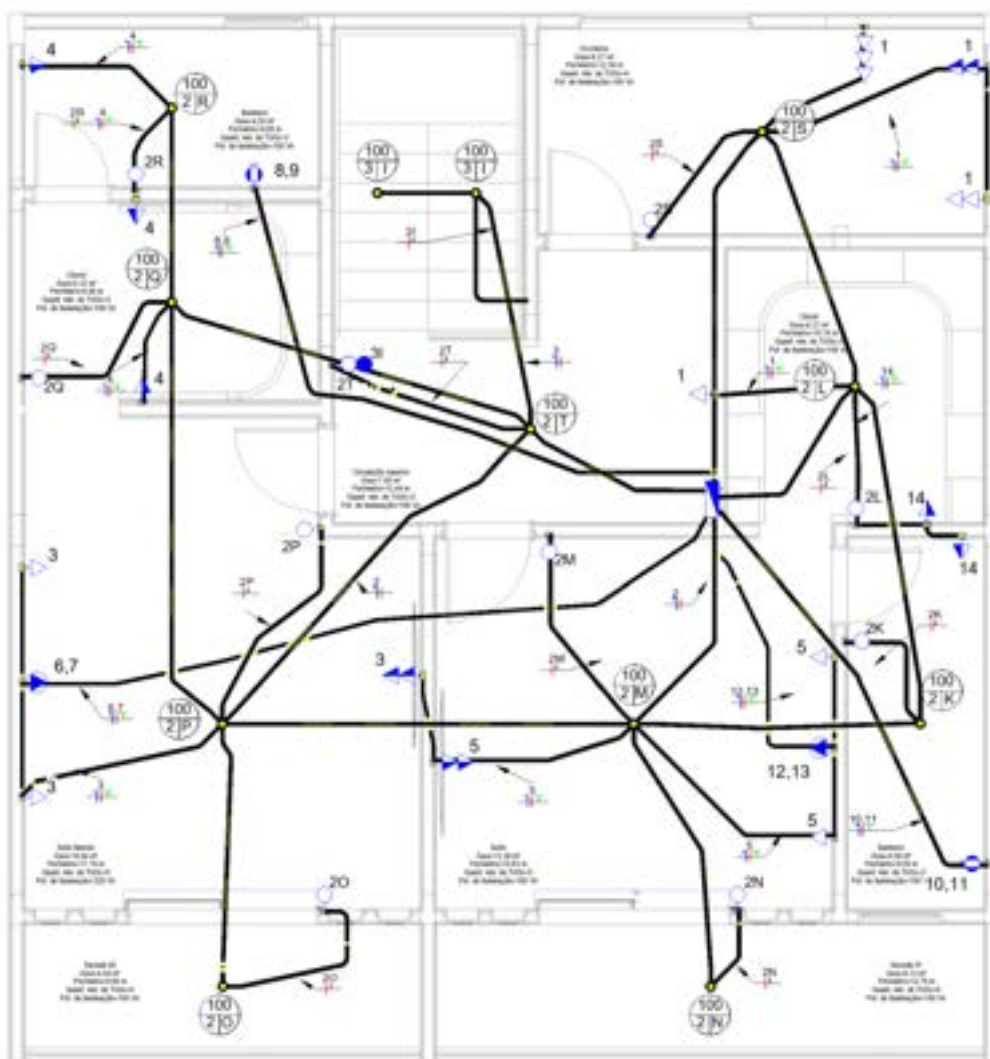
Fonte: Autores (2022)

Figura 26 – Planta Baixa Elétrica - Térreo



Fonte: Autores (2022)

Figura 27 – Planta Baixa Elétrica – Superior



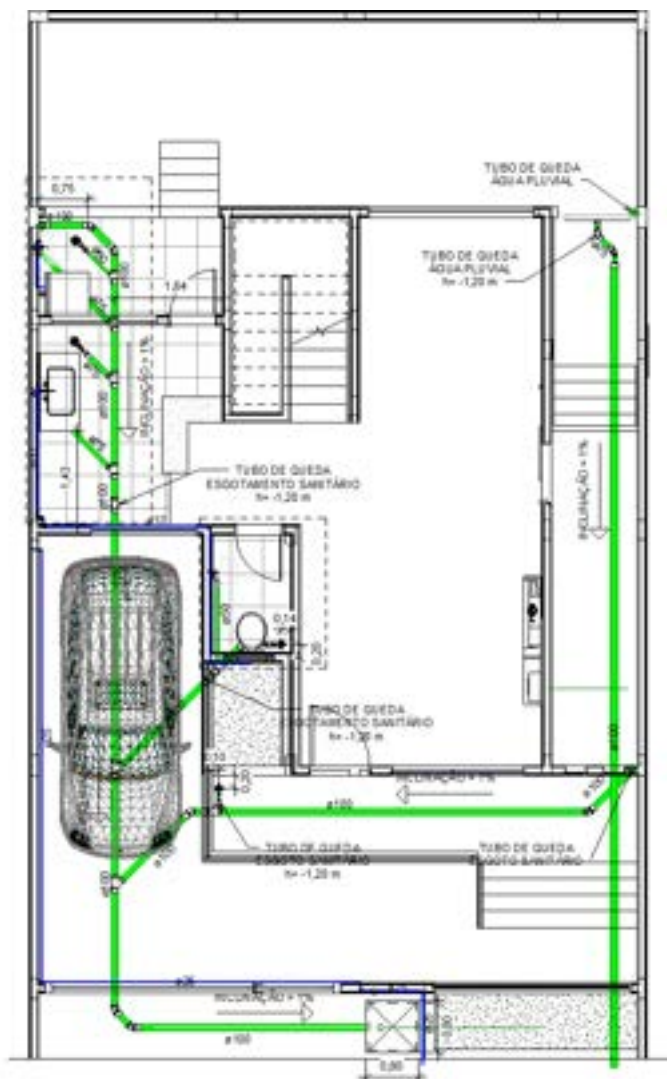
Fonte: Autores (2022)

4.1.3 Projeto Hidrossanitário

Modelado e dimensionado no Revit, o projeto hidrossanitário foi desenvolvido seguindo as normativas já especificadas.

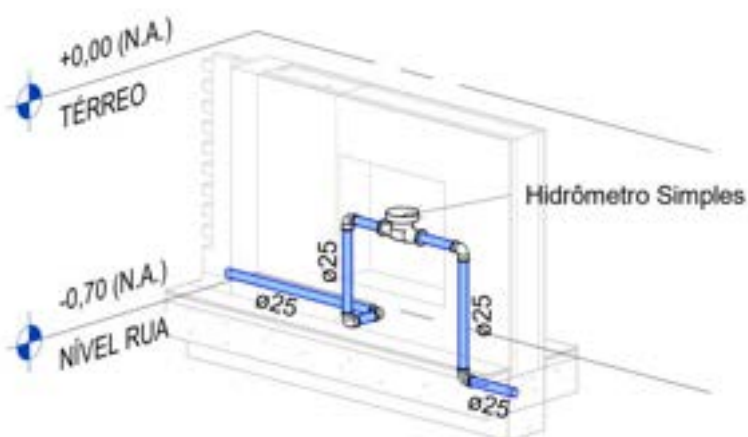
As plantas baixas e algumas vistas estão demonstradas nas Figuras 28 a 32.

Figura 28 – Planta Baixa Hidrossanitário - Térreo



Fonte: Autores (2022)

Figura 29 – Detalhamento Hidrômetro



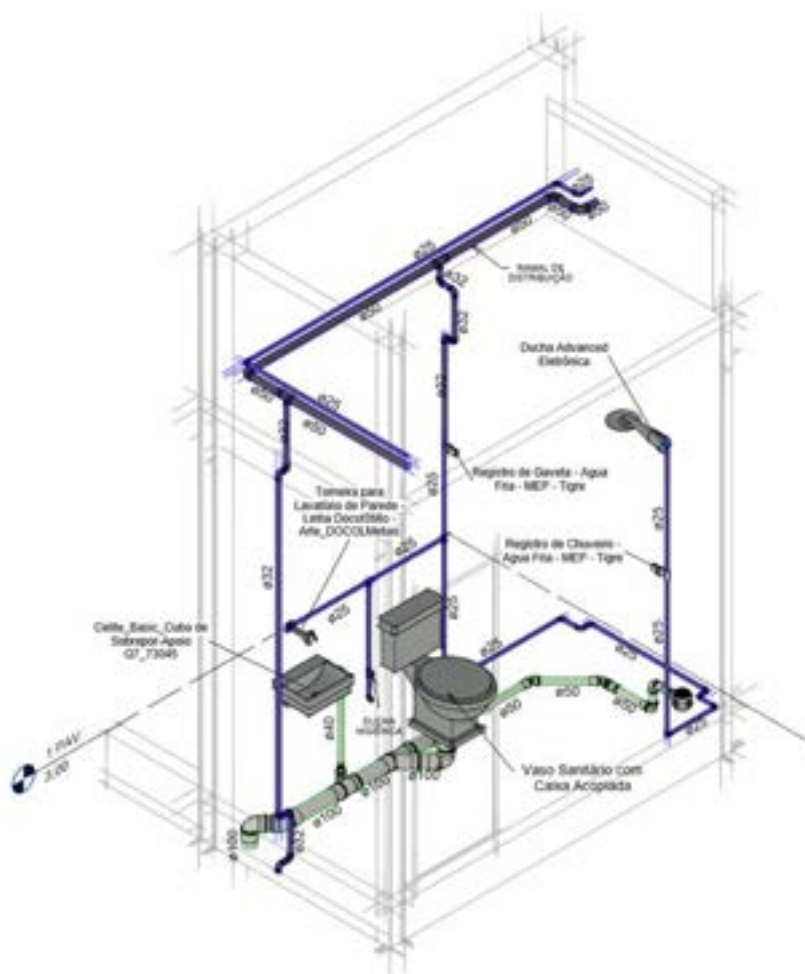
Fonte: Autores (2022)

Figura 30 – Detalhamento alimentação da caixa d'água



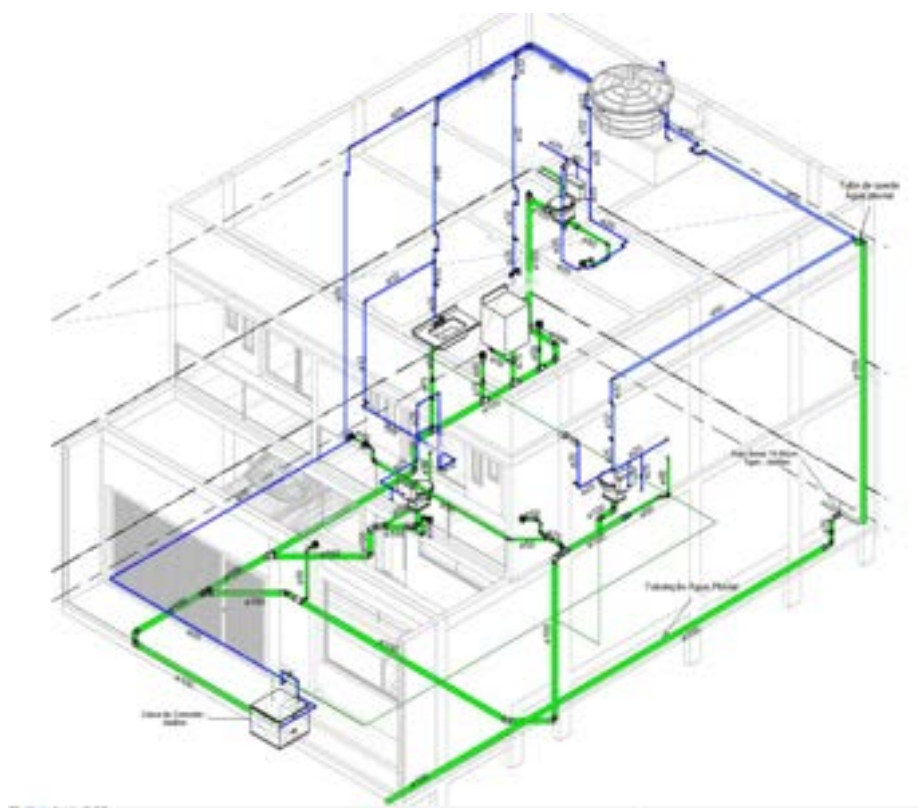
Fonte: Autores (2022)

Figura 31 – Detalhamento Isométrico Banheiro



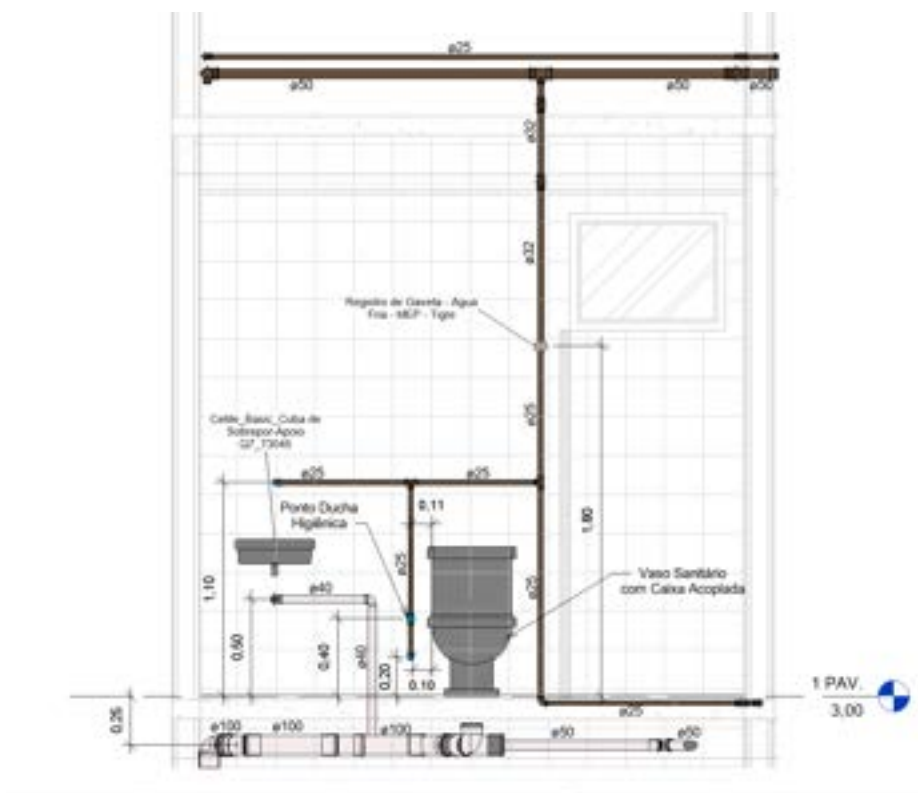
Fonte: Autores (2022)

Figura 32 – Vista 3D - Hidrossanitário



Fonte: Autores (2022)

Figura 33 – Vista Banheiro



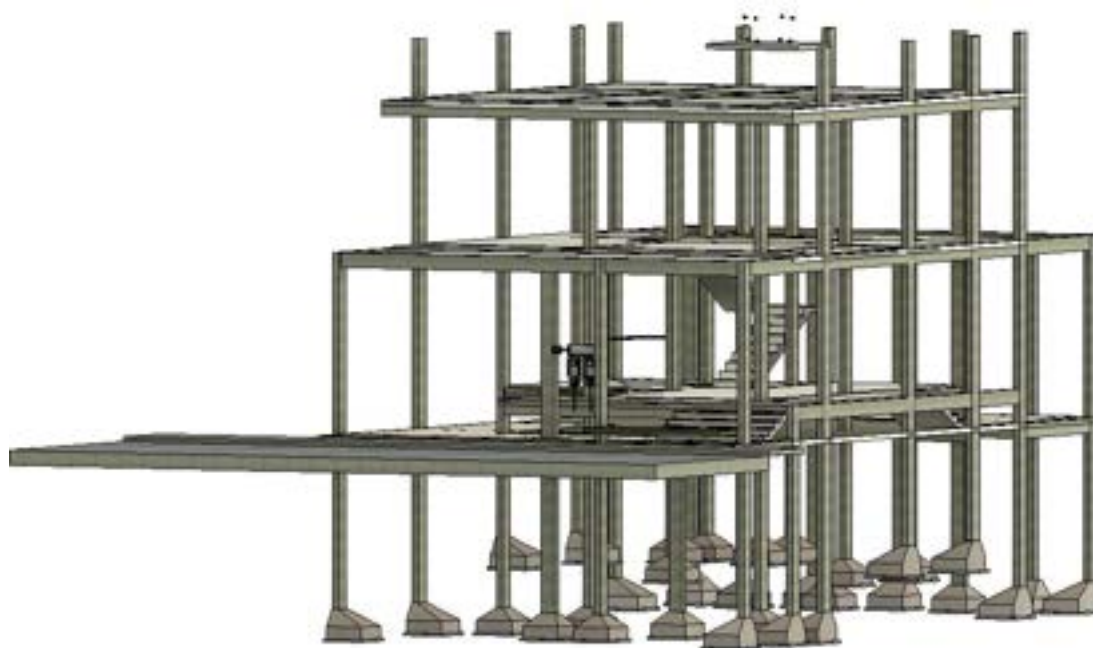
Fonte: Autores (2022)

4.1.4 Projeto Estrutural

Modelado no Revit e dimensionado no Eberick, o projeto estrutural foi desenvolvido seguindo as normativas descritas na metodologia.

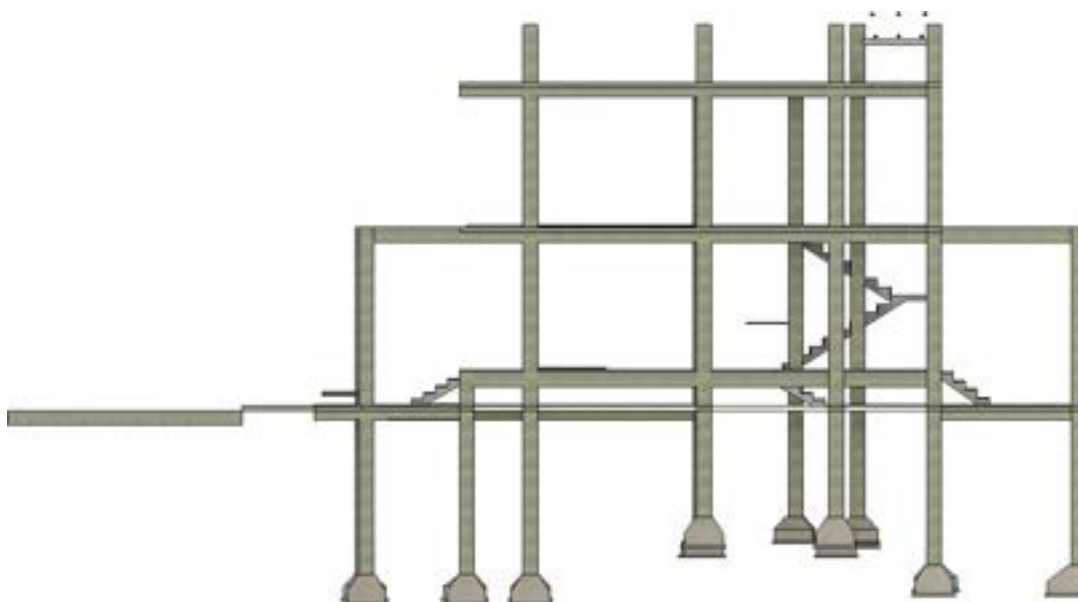
As plantas baixas e algumas vistas estão demonstradas nas Figuras 34 a 37.

Figura 34 – Vista 1 3D – Estrutural



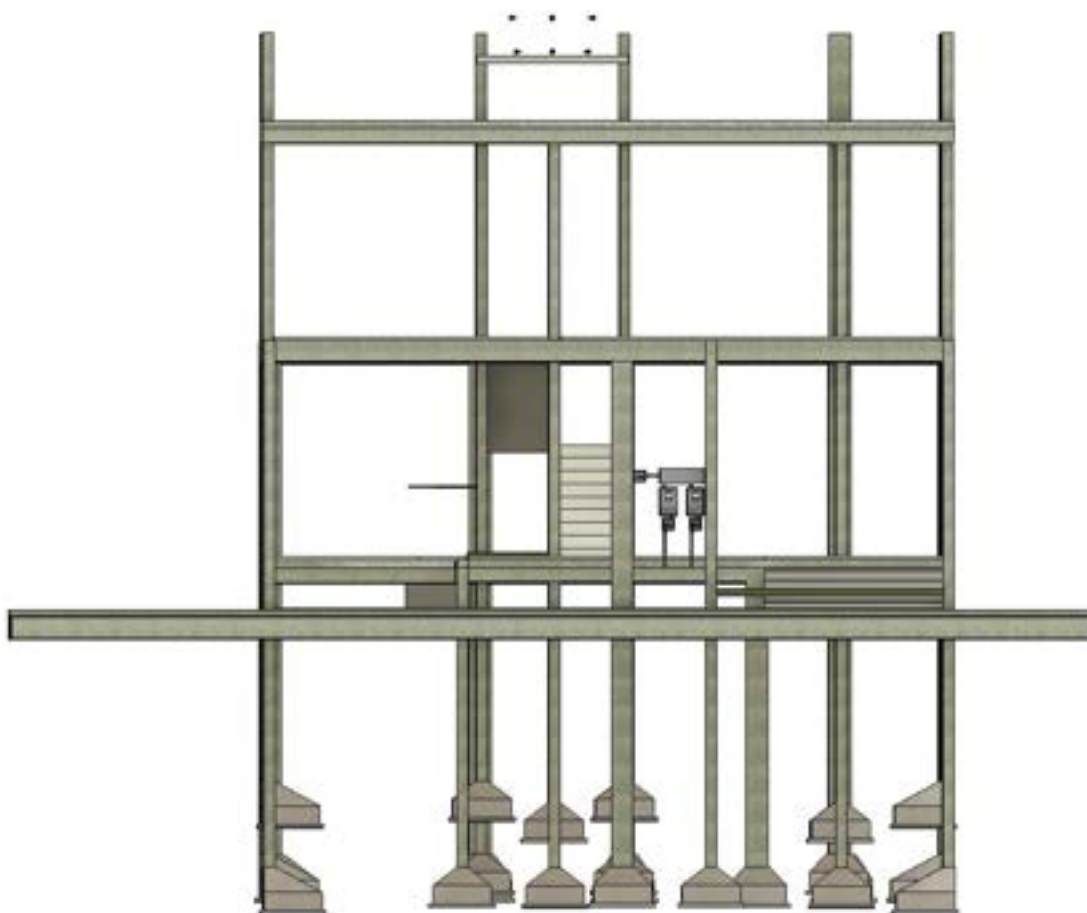
Fonte: Autores (2022)

Figura 35 – Vista 2 3D – Estrutural



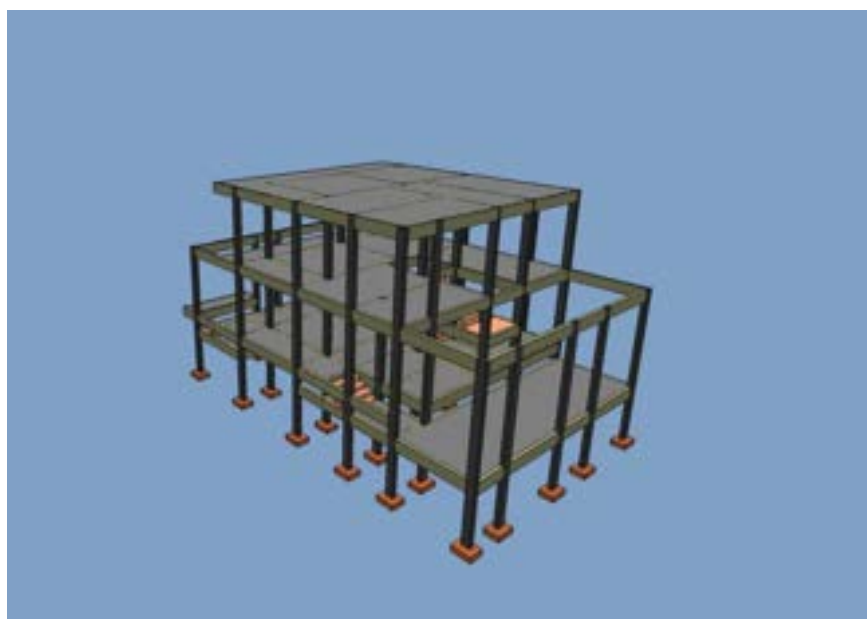
Fonte: Autores (2022)

Figura 36 – Vista 3 3D – Estrutural



Fonte: Autores (2022)

Figura 37 – Vista 4 3D – Estrutural



Fonte: Autores (2022)

4.2 INCOMPATIBILIDADES

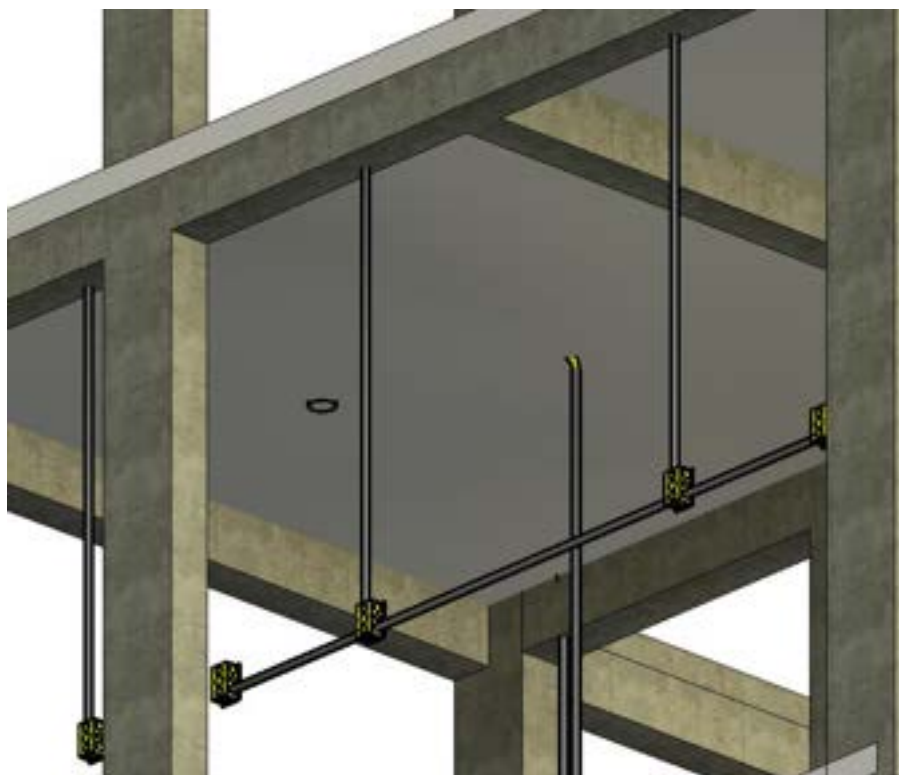
Após a finalização dos projetos foi possível identificar as incompatibilidades de duas maneiras: a primeira por meio da visualização do modelo 3D e a segunda foi feita com a utilização da ferramenta do próprio software Revit.

4.2.1 Incompatibilidades Entre Projeto Estrutural e Elétrico

Unindo o projeto elétrico ao estrutural por meio de um vínculo do próprio Revit, foi possível identificar pontos de interferência, logo abaixo serão demonstradas algumas das incompatibilidades encontradas.

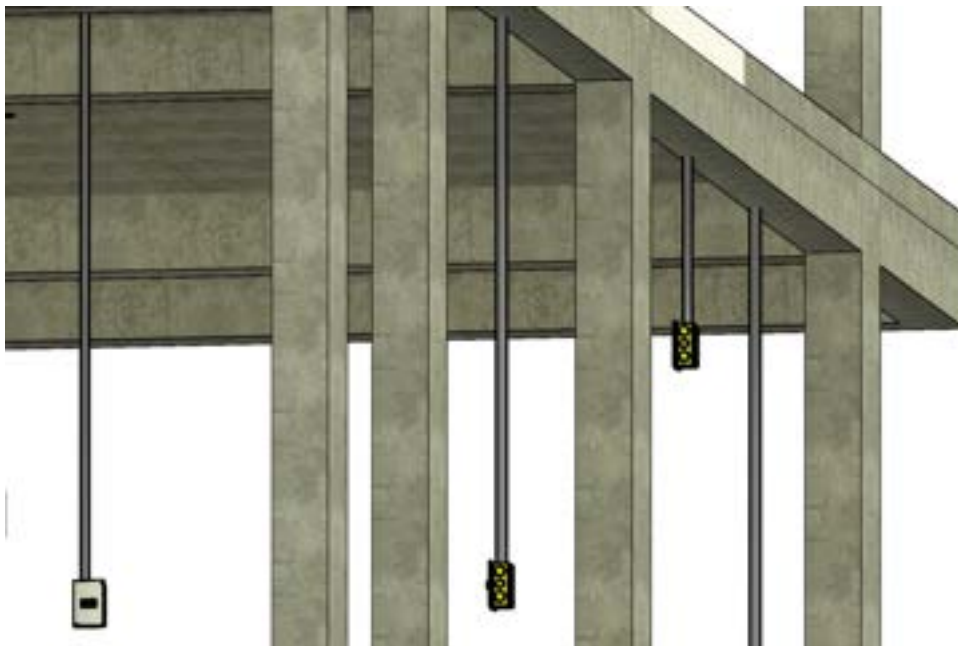
Ao verificar o modelo tridimensional (Figura 38), verificou-se alguns pontos onde o eletroduto corrugado passam dentro da viga.

Figura 38 – Incompatibilidade 01

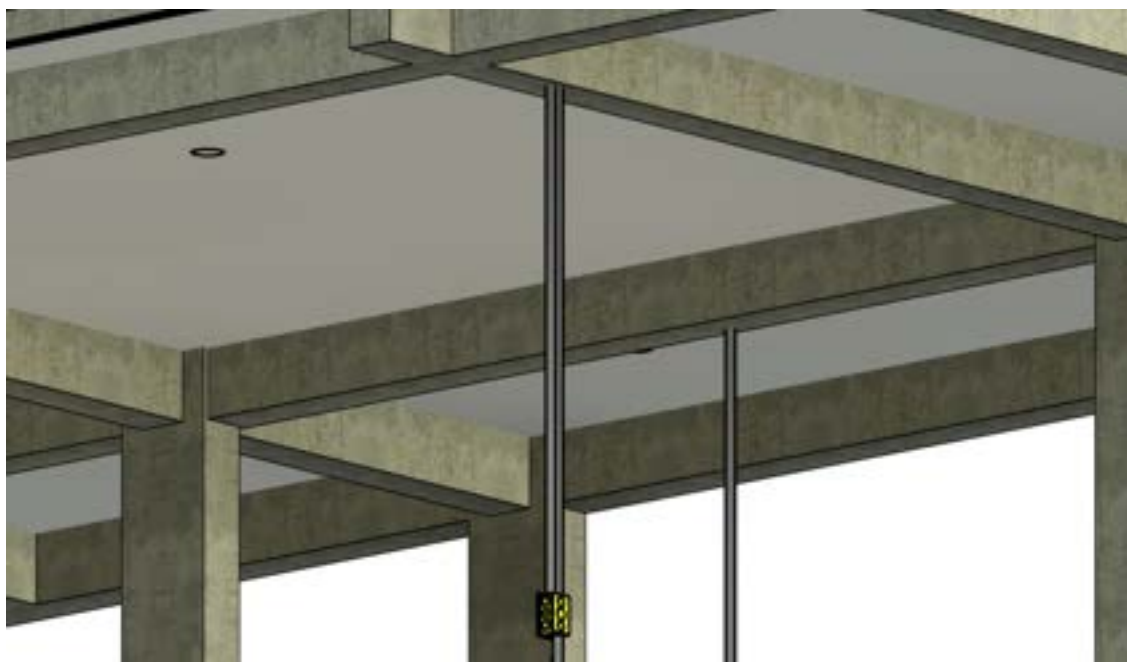


Fonte: Autores (2022)

As Figuras 39 e 40 mostram pontos onde o eletroduto corrugado passa dentro da viga.

Figura 39 – Incompatibilidade 02

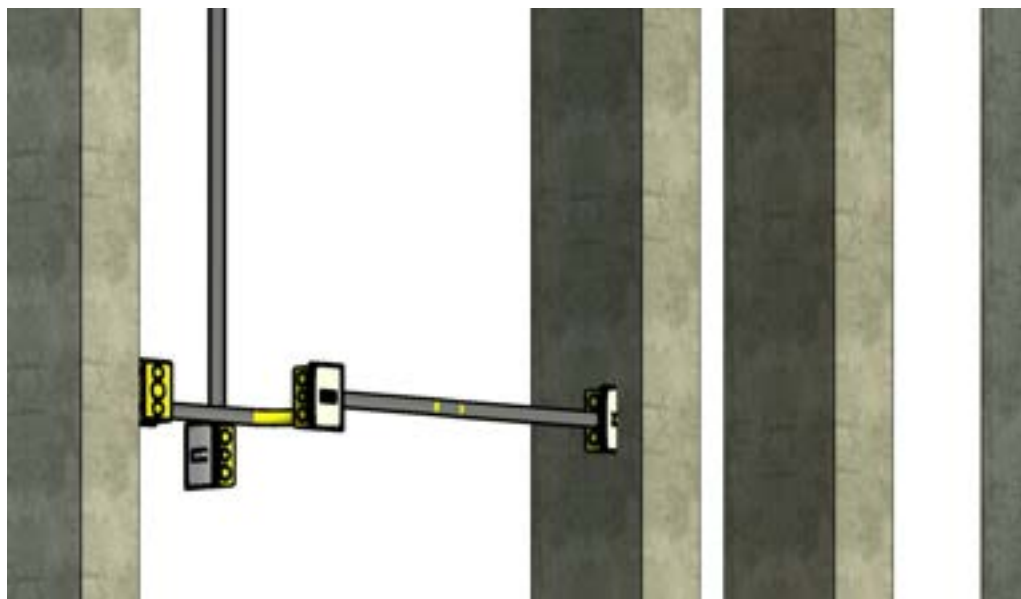
Fonte: Autores (2022)

Figura 40 – Incompatibilidade 03

Fonte: Autores (2022)

A Figura 41 mostra um ponto onde o eletroduto e a caixa 4x2 estão dentro do pilar.

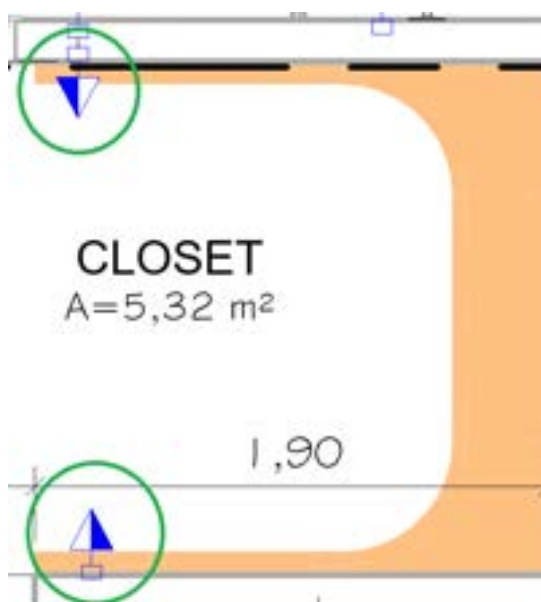
Figura 41 – Incompatibilidade 04



Fonte: Autores (2022)

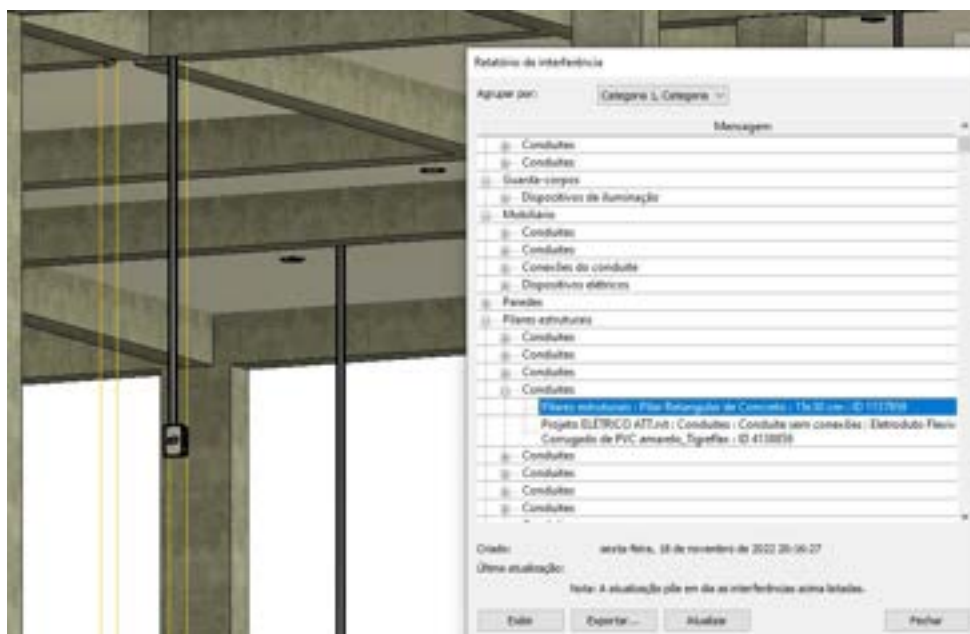
Com o auxílio da ferramenta de verificação de interferência, foi possível encontrar pontos incompatíveis, alguns deles serão demonstrados nas Figuras 42 e 43, onde os dispositivos elétricos serão sobrepostos por equipamentos que advêm do projeto de arquitetura.

Figura 42 – Incompatibilidade 05



Fonte: Autores (2022)

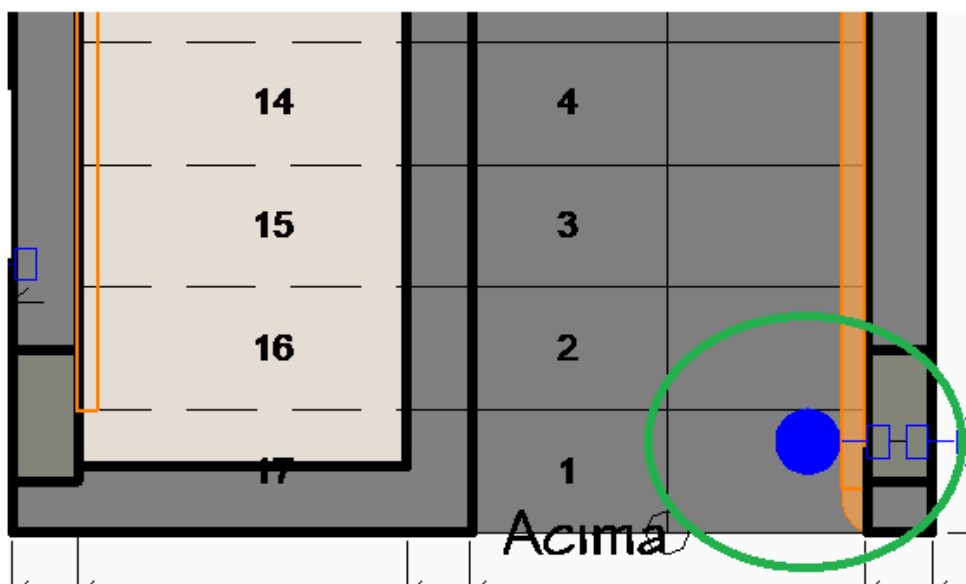
Figura 43 – Incompatibilidade 06



Fonte: Autores (2022)

Na Figura 44, o interruptor além de estar dentro do pilar, está também atrás do corrimão. Sendo necessário a correção de altura e posição.

Figura 44 – Incompatibilidade 07



Fonte: Autores (2022)

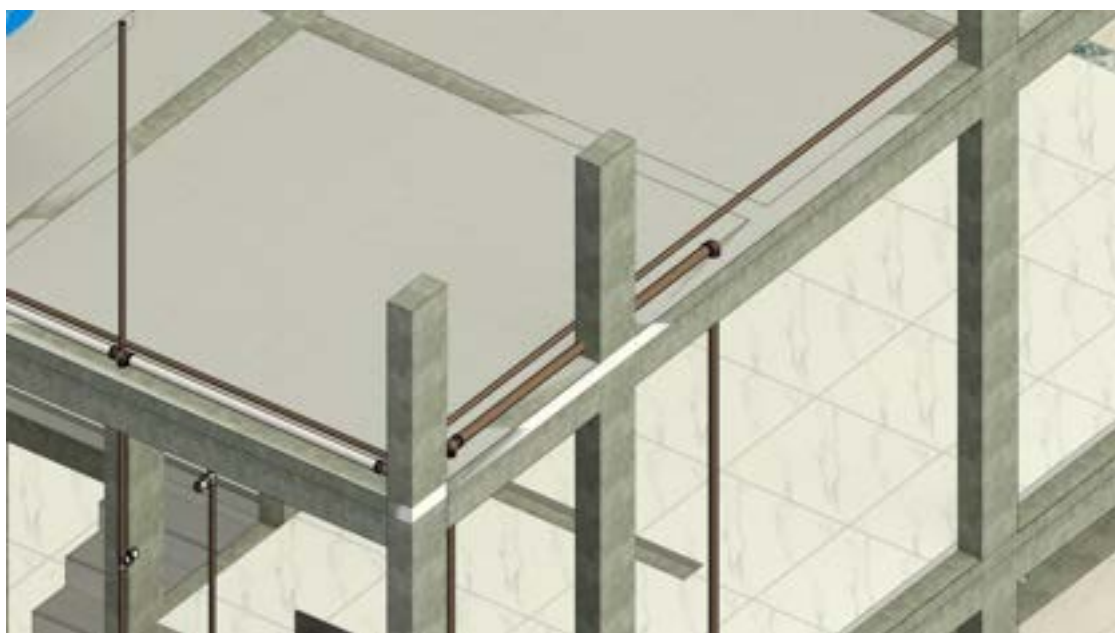
4.2.2 Incompatibilidades Entre Projeto Estrutural e Hidrossanitário

Do mesmo modo que no tópico acima, ao unir o projeto hidrossanitário ao estrutural por meio de um vínculo, foi possível identificar vários pontos de interferência, algumas dessas incompatibilidades encontradas serão evidenciadas.

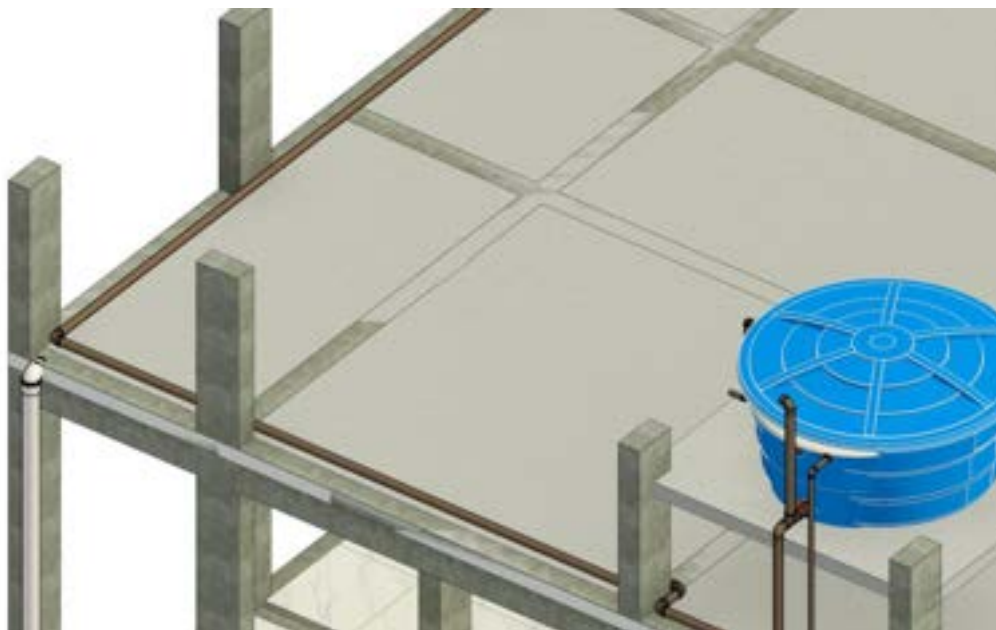
Ao verificar o modelo tridimensional (3D) nas figuras abaixo, nota-se que em vários pontos as tubulações de água fria estavam em conflito com as vigas, de modo a “cortar” a mesma.

Já na figura 46, é possível notar que a tubulação de água fria além de passar dentro da viga, não estava conectada corretamente a peça especial (joelho de 90°) onde faz a conexão com o chuveiro elétrico.

Figura 45 – Incompatibilidade 07



Fonte: Autores (2022)

Figura 46 – Incompatibilidade 08

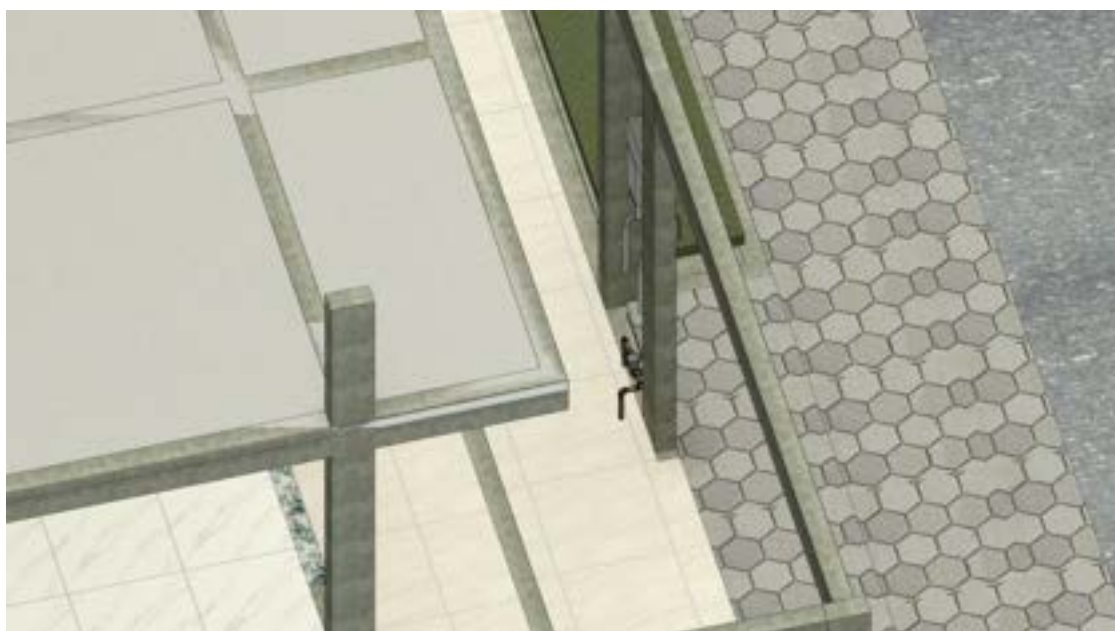
Fonte: Autores (2022)

Figura 47 – Incompatibilidade 09

Fonte: Autores (2022)

Figura 48 – Incompatibilidade 10

Fonte: Autores (2022)

Figura 49 – Incompatibilidade 11

Fonte: Autores (2022)

Já com o auxílio da ferramenta de verificação de interferência, foi possível encontrar pontos incompatíveis, alguns deles serão demonstrados nas Figuras 50 e 51, onde é possível observar que em vários pontos as conexões não foram feitas corretamente de modo a tubulação de água fria não se conecta a caixa d'água.

Figura 50 – Incompatibilidade 12



Fonte: Autores (2022)

Figura 51 – Incompatibilidade 13



Fonte: Autores (2022)

Na figura acima (Figura 51) é possível observar que a tubulação de água fria está cortando o conduíte elétrico, este detalhe minimalista só é possível ser detectado através do uso desta ferramenta de identificação de incompatibilidades, já que ambos os casos estão dentro da parede e visualmente através do 3D apenas, não é possível visualizar e corrigir tal problema.

4.2.3 Compatibilização Final Entre Todos os Projetos Realizados

Após todas as vinculações feitas, e conseqüentemente a verificação e correção das incompatibilidades encontradas, é possível ter o projeto final totalmente compatibilizado mostrado na Figura 52.

Como resultado final, as pranchas com os projetos estão no apêndice deste trabalho.

Figura 52 – Compatibilização Final



Fonte: Autores (2022)

5 CONCLUSÕES

De acordo com as informações apresentadas neste trabalho, a compatibilização é extremamente benéfica ao projeto, economizando tempo e recursos para a obra. O processo de compatibilização difere da criação de projetos individuais por exigir a expertise de um profissional com conhecimento em diversas disciplinas de software, pois cada interferência corrigida exige uma reavaliação do projeto.

O método utilizado mostrou-se muito eficiente ao longo do desenvolvimento dos projetos propostos neste trabalho, sendo possível sua aplicação em outras disciplinas e dimensões do BIM, buscando como resultado final uma construção virtual finalizada em todas as suas etapas.

A ferramenta usada para identificar incompatibilidades foi muito eficiente no processo de compatibilização, pois foi possível analisar e fornecer soluções com base nos dados obtidos junto a ela, evitando que tais questões chegassem à fase de execução do projeto.

Outro ponto importante é que para reduzir os problemas de conflito durante as fases de construção e operação, o trabalho em BIM tende a concentrar mais energia nas etapas preliminares de planejamento do projeto. Inicialmente, a modelagem exige um nível de detalhamento nas fases preliminares do projeto superior ao das ferramentas 2D, indicando que o método de elaboração é alterado adicionando mais tempo às fases iniciais de desenvolvimento do projeto. Como resultado, ficou claro, que durante a modelagem dos projetos, as incompatibilidades que foram encontradas no decorrer dos trabalhos, já foram sendo corrigidas ao ponto que quando foi feita a verificação pela ferramenta do próprio software, os erros encontrados foram bem menores mostrando que ao mesmo tempo que se tem um tempo maior nas fases preliminares, quando se chega à parte de verificação encontra-se menos erros, reduzindo assim o tempo gasto para correção dos mesmos.

Com base na pesquisa, foi possível concluir que os projetos BIM não estão totalmente distribuídos em nosso meio devido ao maior custo e menor nível de profissionais qualificados. O maior custo pode ser justificado pela necessidade de qualificação profissional, licenciamento de softwares e instalação de computadores com capacidade de processamento suficiente para garantir o bom funcionamento dos programas utilizados.

Todavia, já é perceptível no cenário atual a necessidade de projetos em BIM, uma vez que, os prazos estão cada vez menores, levando os profissionais a terem um olhar mais crítico sobre o assunto.

A identificação antecipada de incompatibilidades entre projetos permite que o projetista faça uma análise mais crítica da situação e tenha mais liberdade para encontrar soluções otimizadas, sendo essas mudanças muito mais viáveis pelo fato de ainda serem executadas na fase de projeto, e o custo sendo bem menor quando comparado a mudanças na fase de execução.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, N. G.; CAMPOS FILHO, L. A.; GENEROSO, F. J. **O uso de softwares na engenharia civil e arquitetura**. FEPEG - UNIMONTES, 2018.

ALTO QI. **Builder**. 2022. Disponível em: <<https://www.altoqi.com.br/builder>> Acesso em 24 maio 2022.

AMARAL, Leandro. **ArchiCAD: saiba tudo sobre o software, para que serve e como usar**. Arquiteto Leandro Amaral. Rondônia. 2018. Disponível em: <https://arquitetoleandroamaral.com/archicad/gclid=CjwKCAjw4ayUBhA4EiwATWyBrh9OP_4fMZfQnAfQxhPDPP2Xoy_bLP7AoFwS1LBnKbb3D0ZhLD7mIRoCixlQAvD_BwE> Acesso em 24 maio 2022.

ANDRADE, Max Lira Vegas X. de; RUSCHEL, Regina Coeli. **Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC**. V.4, nº 2, São Paulo, 2009.

ANTONELLO, M. G.; ROMANO, L. N.; MARTINS, M. E. S. **A importância do processo de sistematização de conhecimentos para o desenvolvimento de produtos**. Revista Espacios, Santa Maria (RS), v. 36, n.05, p. 12. 2015.

ARAÚJO, Alan. **BIM para construtores e usuário final**. 9 f. Autodesk University Brasil, São Paulo, 2015.

ARAÚJO, K. P. S.; COELHO, R. C. L. **ESTUDO COMPARATIVO DAS NOVAS TECNOLOGIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: PLATAFORMA BIM E PLATAFORMA CAD**. Faculdade Presidente Antônio Carlos, Barbacena (MG), 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **História da normalização brasileira**. 112f. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

AVILA, Vinicius Martins. **Compatibilização de projetos na construção civil: estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar**. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, 2011.

BORTOLOTTO, Mariana Cristina. **Compatibilização de Projetos de uma Habitação: Verificação de Incompatibilidades no Sistema de Projeção 2D e na Modelagem 3D**. 2014. 112 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

COSTA, Fredson Rocha; BRANCH, Marcus Venicius Lau. **Elaboração de um projeto elétrico: estudo de caso para a Escola Estadual Professora Helenise Walmira Dias Santos**. Orientador: Luiz Eduardo Moreira de Jesus. 2019. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2019.

CALLEGARI, S. **Análise da Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares**. Dissertação (Mestrado) – Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

CARDOSO, Andreia; MAIA, Bruno; SANTOS, Diogo. **BIM: O que é?** 2013. 27 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Feup - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2013.

CARVALHO JUNIOR, Roberto de. **Instalações Elétricas e o projeto de arquitetura**. 7ª. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 2016.

COSTA, Eveline Nunes. Avaliação da Metodologia BIM para a **Compatibilização de Projetos**. 2013. 84 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

DALDEGAN, Eduardo. **Projeto Estrutural: Fases do projeto e principais vantagens**. Engenharia Concreta, 2016.

EASTMAN, Chuck et al. **Manual de BIM - um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FARIAS, Júlio Cesar. **OQUE É O QI BUILDER?** SPBIM Arquitetura Digital. São Paulo. 2020. Disponível em: < <https://spbim.com.br/o-que-e-o-qi-builder/>> Acesso em: 24 maio 2022.

FONTANA, Bianca Cavedon. **Estudo De Caso Da Integração Entre BIM e Sienge No Orçamento De Um Edifício Residencial**. 2017. 79 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

GASPAR, João; Lorenzo, Natália. **ArchiCAD passo a passo**. - São Paulo: ProBooks, 307p. 2014.

GMARTINI ENGENHARIA. **BIM e as políticas públicas no Brasil**. 2019. Disponível em: <<https://www.gmartiniengenharia.com/single-post/2018/03/10/bim-e-as-politicasp%C3%BAblicas-do-brasil>> Acesso em: 25 maio 2022.

GOVERNO FEDERAL. **Comitê Estratégico de Implementação do BIM (CE-BIM)**. Brasília, 2018. Disponível em: <<https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/mdic/competitividade-industrial/comite-estrategico-de-implementacao-do-bim-ce-bim>> Acesso em: 25 maio 2022.

GROBEL, Maria Cecília Blumer; TELLES, Virgínia Lúcia Camargo Nardy. **Da comunicação visual pré-histórica ao desenvolvimento da linguagem escrita, e, a evolução da autenticidade documentoscópica**. 2012. Disponível em: https://oswaldocruz.br/revista_academica/content/pdf/Maria%20Cec%C3%ADlia%20Blumer%20Grobel.pdf. Acesso em 15 abr. 2022.

ISHIBARO, Willian. **ANÁLISE DA TRANSIÇÃO DO USO DE SOFTWARE CAD À PLATAFORMA BIM**. 2015. 86 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Infraestrutura, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2015.

JUNIOR, Francisco Gonçalves. **BIM: Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia**. Disponível em: <https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 21 abr. 2022.

KRAMER, S.N. **Mesopotâmia O Berço da Civilização**. Rio de Janeiro, Brasil, Livraria Jose Olympio Editora S.A, 1969, p.125-144.

LIMA, Guilherme. **Saiba tudo sobre o ARCHICAD: o programa líder para arquitetura e engenharia**. São Paulo. 2016. Disponível em: <<https://blog.ipog.edu.br/engenharia-e-arquitetura/archicad/>> Acesso em: 24 maio 2022.

LIMA, M. V. de S. **Contribuições do Building Information Modeling (BIM) para obras públicas: um estudo de caso para a Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) da subestação de energia.** Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. 67f. 2020.

LIMMER, C. V. **PLANEJAMENTO, ORÇAMENTAÇÃO E CONTROLE DE PROJETOS E OBRAS.** 1ª Edição. Rio de Janeiro: LTC. 1997.

MARQUES, Janaina Carneiro. **O Ensino do Desenho Técnico e suas relações com a História da Matemática, da Arquitetura e a Computação Gráfica.** 2015. 12f. Instituto Federal do Espírito Santo, 2015.

MATTOS, A. D. **PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS.** 1ª Edição. São Paulo: PINI LTDA. 2010.

MONTEIRO, A. C. N.; SOBRINHO JÚNIOR, A. da S.; CAVALCANTI, D. S. C.; PEREIRA, E. E. **COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL; IMPORTÂNCIA, MÉTODOS E FERRAMENTAS.** Revista Campo do Saber, Vol 3. P. 53. São Paulo, 2017.

MONTEIRO, André Giestas Cancela. **Avaliação da Aplicabilidade do Modelo IFC ao Licenciamento Automático de Projetos de Redes de Distribuição Predial De Água.** 2010. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2010.

MENEGATTI, Bruna. **Compatibilização de projetos arquitetônico e estrutural de uma residência unifamiliar com auxílio da plataforma BIM.** 2015. 92 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2015.

MOREIRA, Daniel de Carvalho; KOWALTOWSKI, Doris Catherine Cornélie Knatz. **Discussão sobre a importância do programa de necessidades no processo de projeto em arquitetura.** v. 9 n. 2 - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – UNICAMP, 2009.

NETTO, Cláudia Campos. **Autodesk Revit Architecture 2016 – Conceitos e Aplicações.** 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

OLIVEIRA, Katiúscia Angélica Micaela de. **A ressignificação do Graffiti e da arte de rua nas obras de Nina Pandolfo**. 108 f. Tese (Mestrado). Curso de Ciência da linguagem. UNISUL, Tubarão, 2015.

ODEBRECHT, Silvia. **Projeto Arquitetônico: conteúdos técnicos básicos**. Blumenau: Edifurb, 2006. v. 1500. 128p.

OLIVEIRA, Gustavo Garcia de. **Coordenação de projeto de obra de edificação: proposta de ferramenta computacional para programação e controle do fluxo de informações com uso de sistema colaborativo**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

PIASESKI, M. C. **A geometria no ensino fundamental**. 2010. 35 f. Monografia (Graduação) - Departamento de Ciências Exatas e da Terra da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões URI – Campos de Erechim, 2010.

PALHOTA, T.F. **Gestão de Prazos em obras de edificações considerando os paradigmas atuais da construção civil**. Rio de Janeiro, UFRJ, 2016.

PEREIRA, Karla Adriane Fernandes. **Avaliação comparativa do uso da metodologia BIM na elaboração de projeto estrutural em concreto armado e o processo tradicional**. 2019. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, 2019.

PRADO, L. A. **Planejamento dos Projetos. Material didático do curso de Especialização em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civas**. UFRJ, 2015.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Project Management Body of Knowledge** (Guia PMBOK). 5ª Edição, 2013.

RABELLO, P. S. **Geometria descritiva básica**. 120 f. Rio de Janeiro, 2005.

RIBEIRO, Clara. **TQS: saiba tudo sobre o uso do software na Engenharia**. Engenharia 360. São Paulo. 2020. Disponível em: <<https://engenharia360.com/software-tqs-saiba-tudo-sobre-o-uso-do-software-na-engenharia-licenca-gratuita/>> Acesso em 24 maio 2022.

RIBEIRO, Clelio Antonio; PERES, Mauro Pedro; IZIDORO, Nacir. **Apostila de desenho técnico mecânico**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, 2011.

RODRIGUES, Pedro. **Eberick: O que é? Para que serve? Tipo de licenças. Estruturas e BIM**. Belo Horizonte. 2020. Disponível em: <<https://estruturasebim.com/2020/11/09/o-que-e-eberick/>> Acesso em: 24 maio 2022.

RUFINO, Sandra. **A IMPORTÂNCIA DO PROJETO NO EMPREENDIMENTO. Congresso de Tecnologia**. São Paulo, 2000.

SILVA, C. P. **A plataforma BIM aplicada no planejamento de obras**. 2017. Trabalho de Diplomação (Graduação em Tecnologia) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Brasília, Brasília, 2017.

SILVA, Thayná Caldas. **A importância da elaboração e aprovação de projetos hidrossanitários para o desempenho das edificações**. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021.

Schodek, D.; Bechthold. M.; Griggs, J. K.; Kao, K.; Steinberg, M. **Digital Design and Manufacturing: CAD/CAN Applications in INC**. New Jersey: John Willey & Sons, 2007.

SILVA, Francisco Duarte Magalhães. **O CAD aplicado ao projeto do produto: o ponto de vista dos designers industriais**. 130 f. Tese (Mestrado). Programa de Engenharia de Produção – UFRJ/COPE, Rio de Janeiro, 2011.

TAVARES JUNIOR, W. **Desenvolvimento de um modelo para compatibilização das interfaces do projeto de edificações em empresas construtoras de pequeno porte**. Florianópolis, 2001. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina.

TQS. **Software definitivo para Engenharia de Estruturas**. 2022. Disponível em: <<https://www.tqs.com.br/>> Acesso em 24 maio 2022.

VARGAS, José. **Decreto para uso do sistema BIM no Brasil: sua empresa está preparada?** Ambar. 2019. Disponível em: <<https://ambar.tech/2019/08/19/decreto-para-uso-do-sistema-bim-no-brasil-sua-empresa-esta-preparada/>> Acesso em: 25 maio 2022.

APÊNDICE I

TERMO DE CESSÃO DE LICENÇA DE SOFTWARE

Eu, Henrique Vital do Carmo Freitas, CPF 109.366.396-01, na qualidade de titular dos direitos autorais, doravante denominado CEDENTE, cedo gratuitamente, até o dia 30/11/2022, para utilização exclusiva na realização do Trabalho de Conclusão de Curso, o software AltoQi Eberick para os Srs. Ramom Diniz e Weden Marques da Silva Fernandes, nesta ocasião denominados CESSIONÁRIOS.

O CEDENTE fica ciente que o material cedido pode ser publicado nas mídias impressas e/ou Web.

Esta cessão afasta o CEDENTE e seus herdeiros de receberem qualquer espécie de indenização ou compensação em virtude do uso e administração do material.

Os CESSIONÁRIOS, por sua vez, comprometem-se a utilizar o software descrito para o Trabalho de Conclusão de Curso, sem fins lucrativos e com objetivos educacionais.

Muriae, 21 de setembro de 2022.

**HENRIQUE VITAL DO
CARMO FREITAS:**
10936639601

Assinado digitalmente por HENRIQUE VITAL DO CARMO FREITAS
10936639601
DN: C=BR, O=CP-Escol, OU=20222311000102, OU=Secretaria de Receita
Federal do Brasil - RFB, OU=RFB e-CPF A1, OU=(EM BRANCO),
OU=Assinador, CN=HENRIQUE VITAL DO CARMO FREITAS:10936639601
Razão: Eu sou o autor deste documento
Inspecione sua instalação de assinatura aqui
Data: 2022-11-21 19:25:33
Font Reader Versão: 9.7.1

CEDENTE

Ramom Diniz

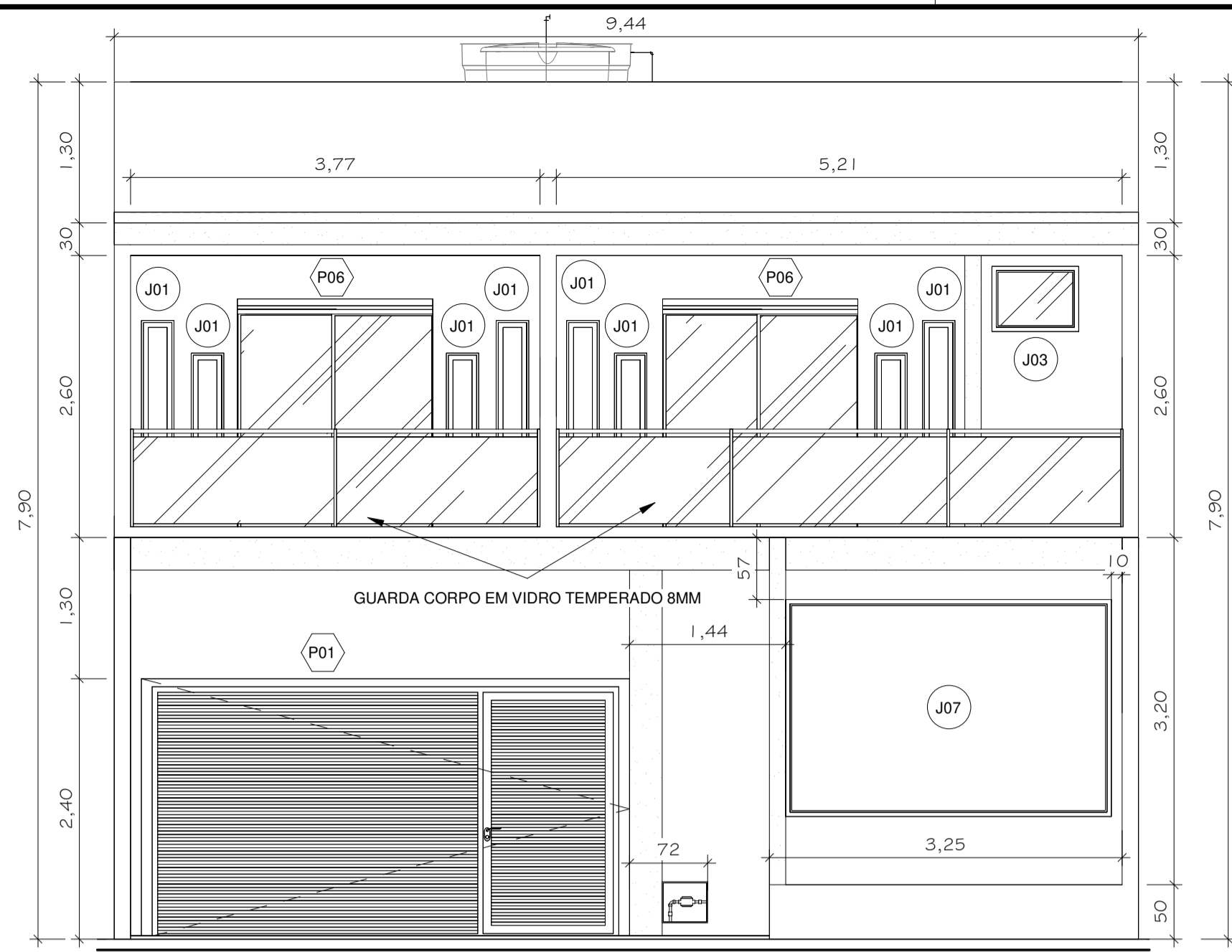
RAMOM DINIZ

CESSIONÁRIO 01

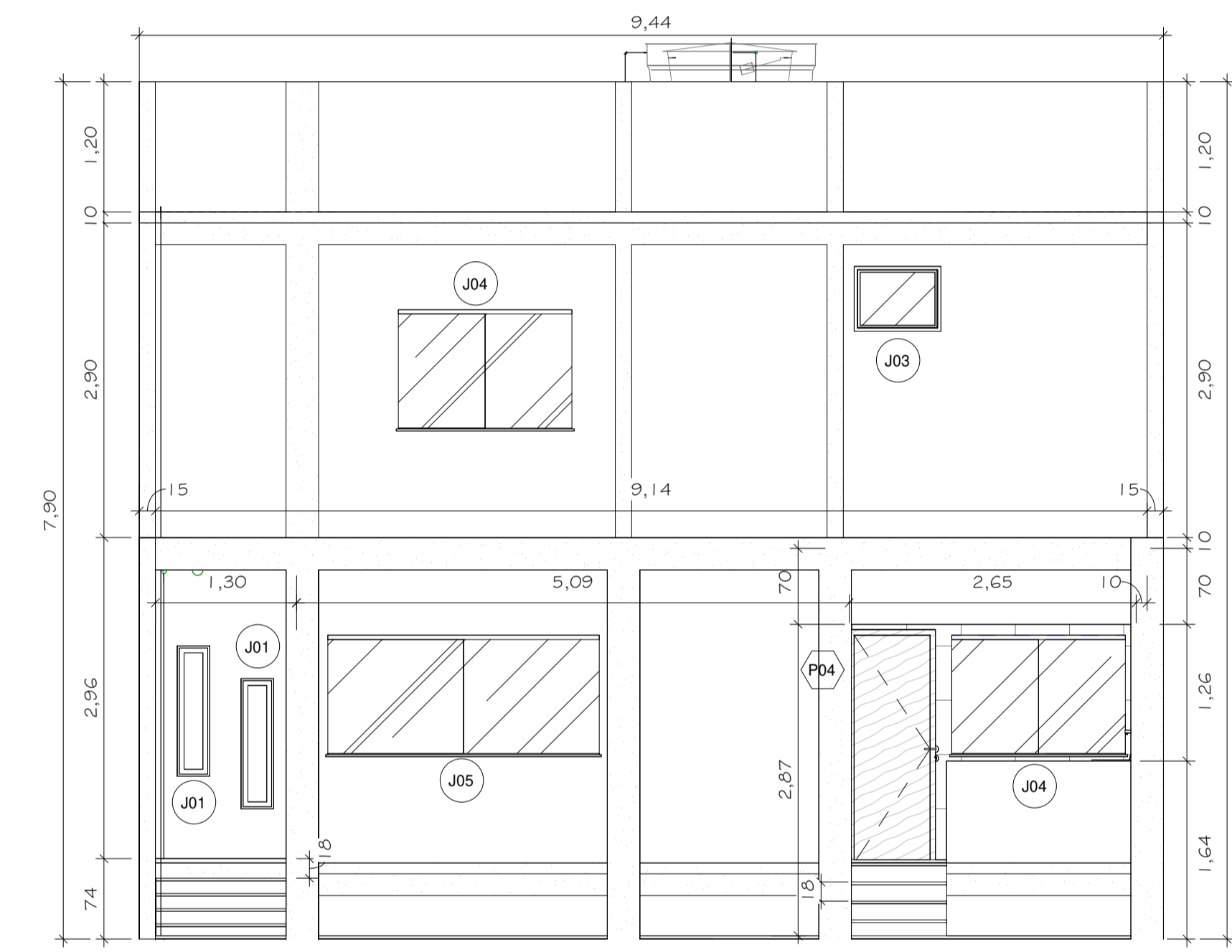
Weden Marques da Silva Fernandes

WEDEN MARQUES DA SILVA FERNANDES

CESSIONÁRIO 02



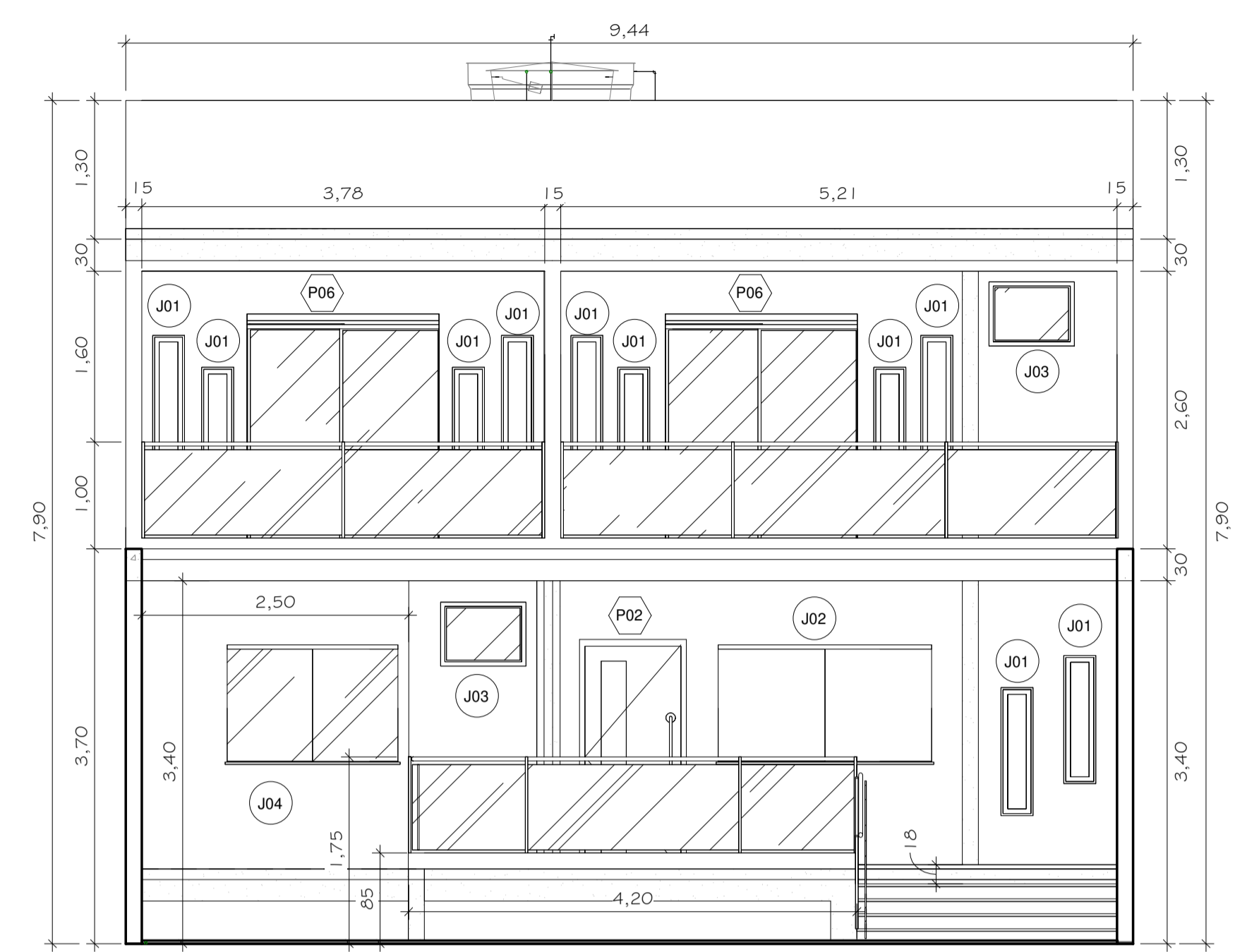
3 FACHADA EXTERNA DETALHADA
1 : 50



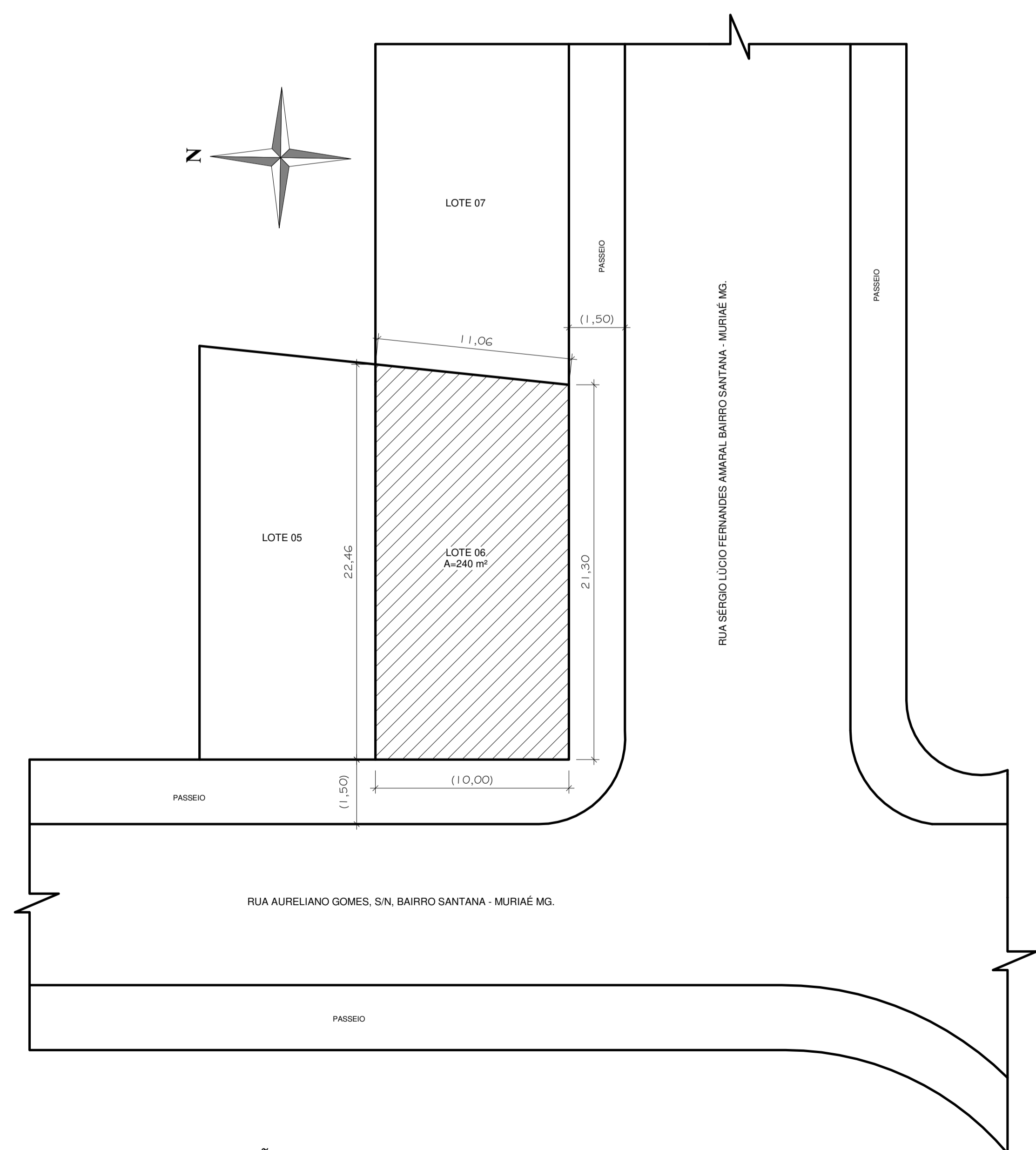
2 FACHADA SUL DETALHADA
1 : 50



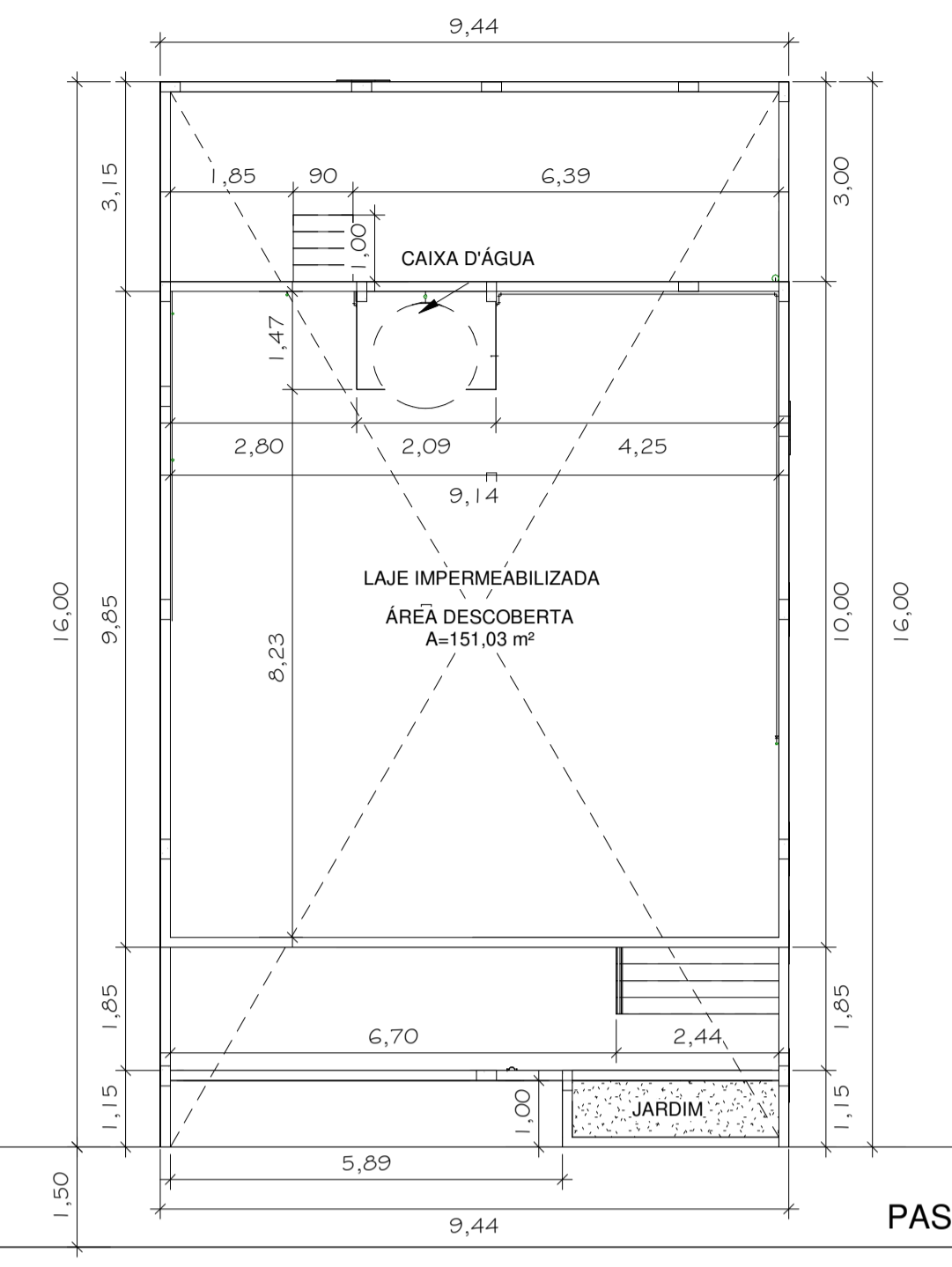
1 FACHADA
1 : 50



4 FACHADA INTERNA DETALHADA
1 : 50



5 PLANTA DE SITUAÇÃO
1 : 200



6 PLANTA DE IMPLANTAÇÃO/COBERTURA
1 : 100

RUA AURELIANO GOMES, S/N, BAIRRO SANTANA - MURIAÉ MG.

FACHADA, FACHADA SUL DETALHADA, FACHADA EXTERNA DETALHADA, FACHADA INTERNA DETALHADA, PLANTA DE SITUAÇÃO, PLANTA DE IMPLANTAÇÃO/COBERTURA

FOLHA: A1
N.º: 02/03

DESCRIÇÃO: PROJETO DE EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL
LOCAL: RUA AURELIANO GOMES, S/N, BAIRRO SANTANA - MURIAÉ MG
PROPRIETÁRIO: BANCA AVALIADORA TCC
ESCALA: INDICADAS
DATA : NOVEMBRO/2022



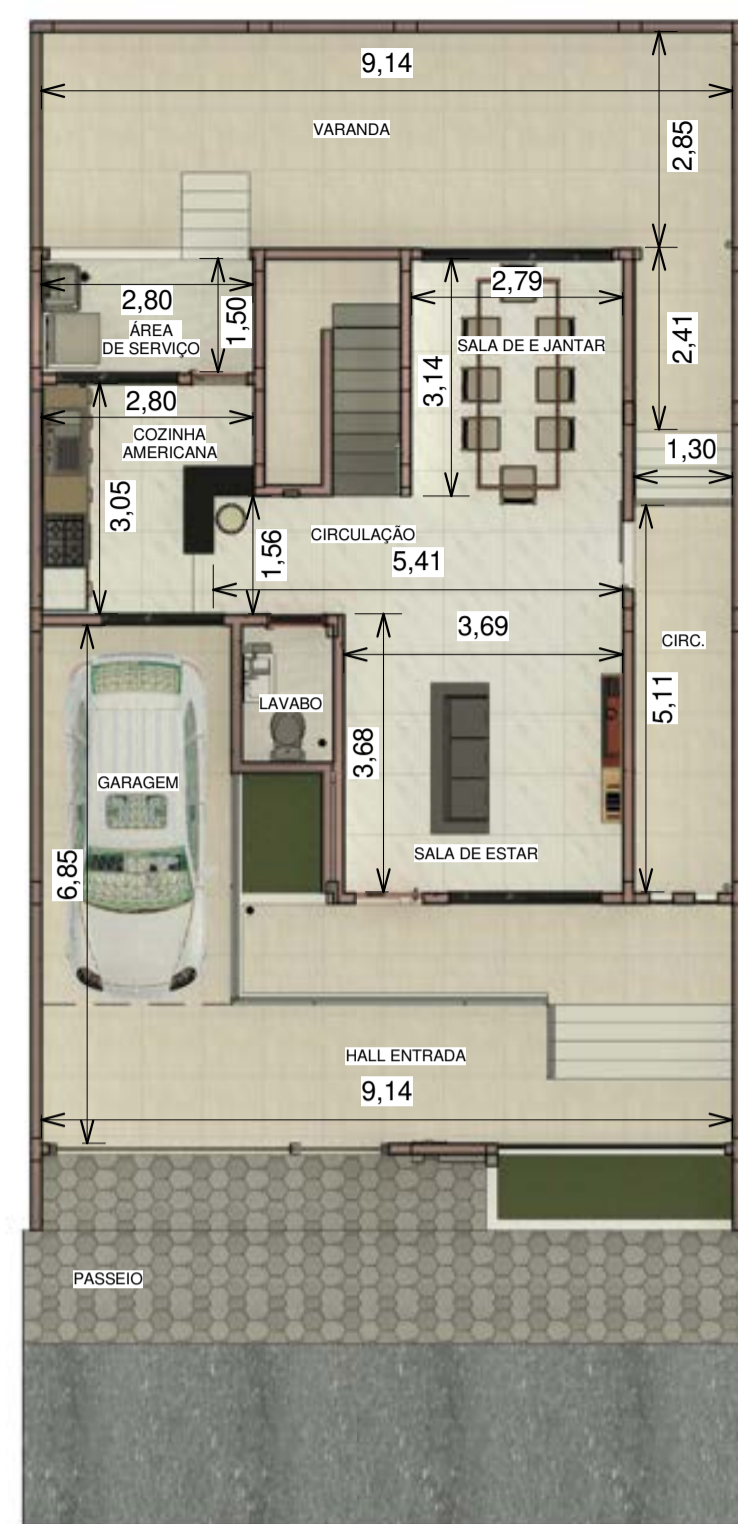
PROPRIETÁRIO:
BANCA AVALIADORA TCC

PARÂMETROS URBANÍSTICOS

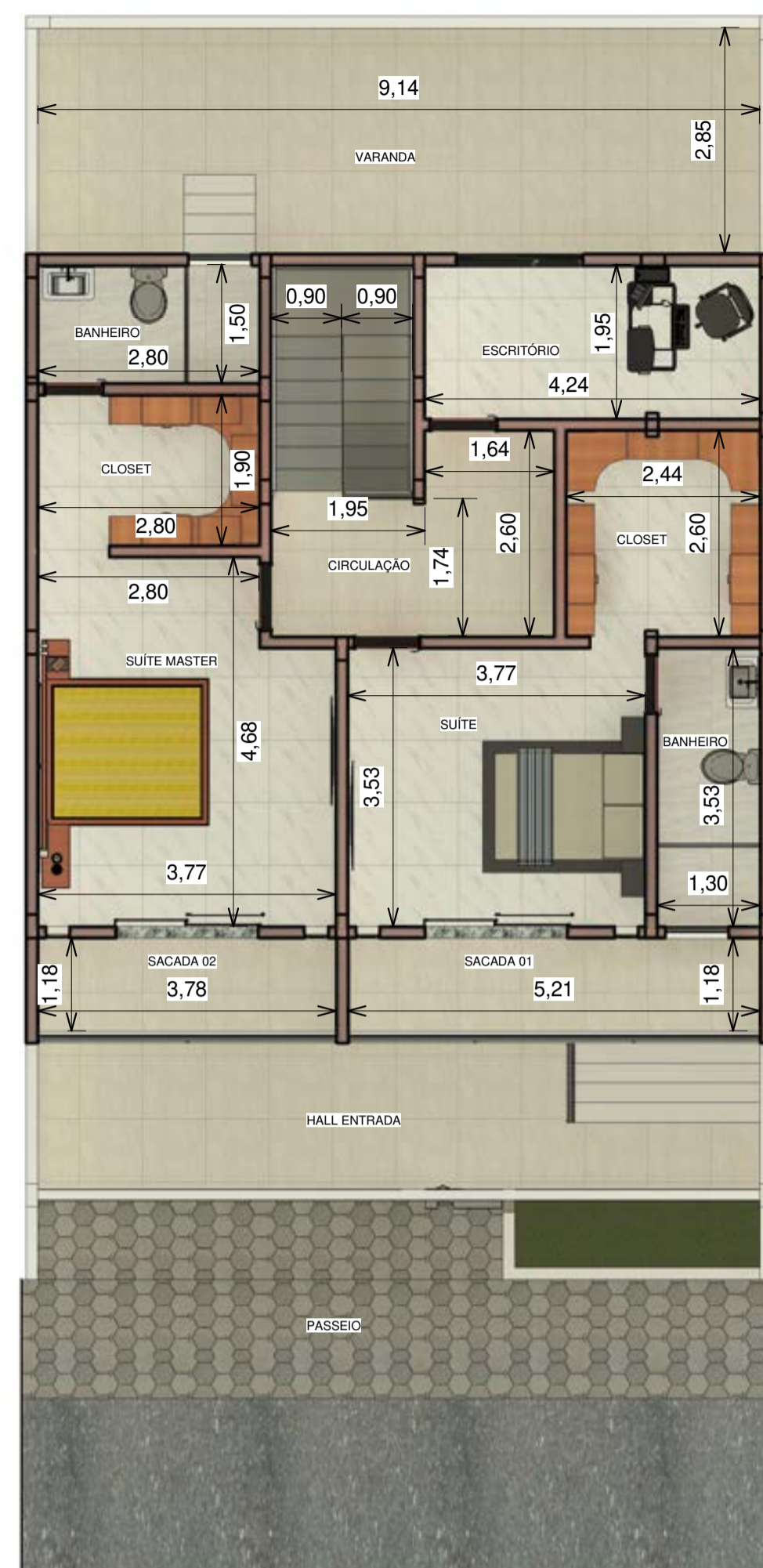
ÁREA DO TERRENO	240 m²
ÁREA TOTAL À CONSTRUIR	188,78 m²
TAXA DE OCUPAÇÃO	78,66 %
COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE	N.A
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO	3,59 %

AUTORES DO PROJETO
RAMOM DINIZ
ENGENHEIRO CIVIL
WEDEN MARQUES DA SILVA FERNANDES
ENGENHEIRO CIVIL

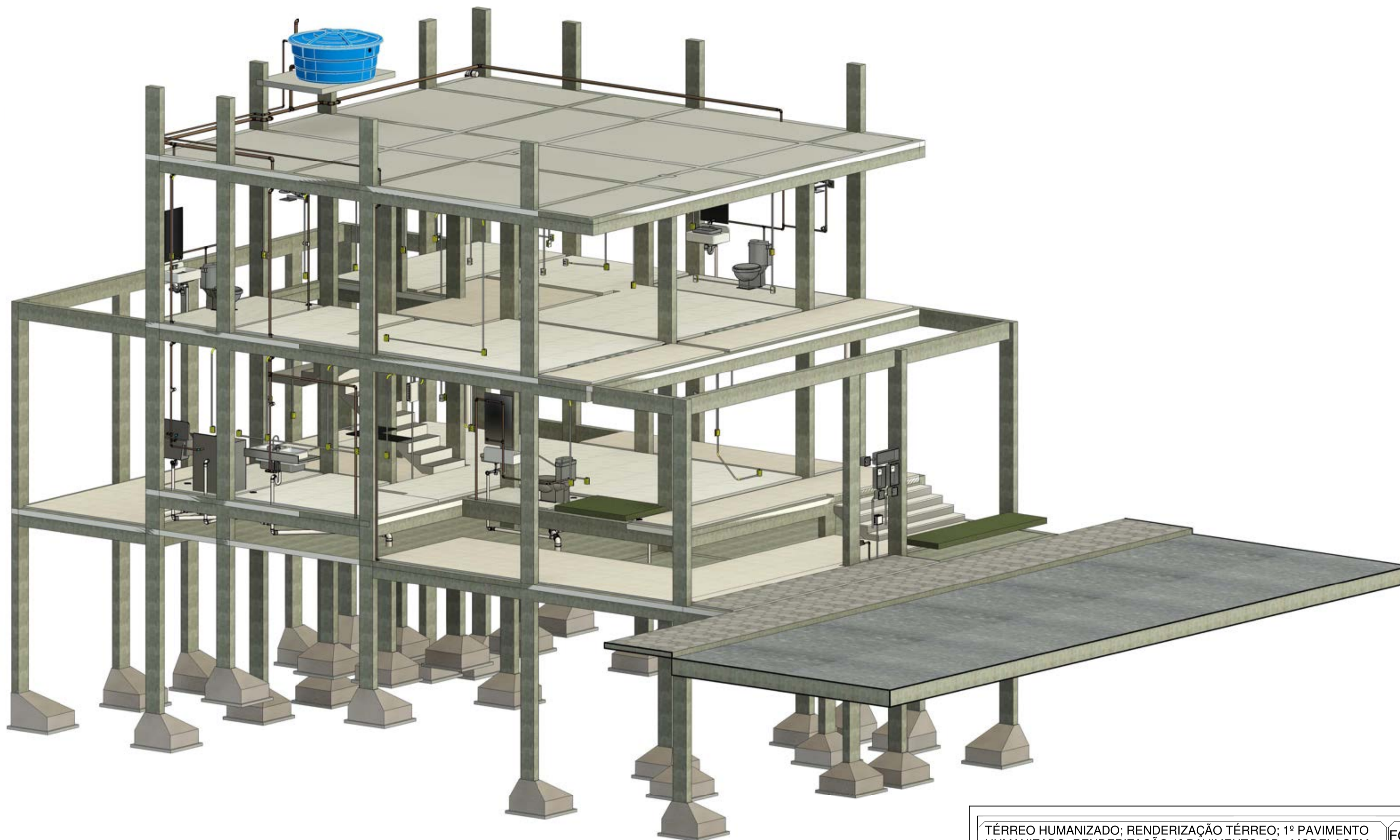
CARIMBOS DA PREFEITURA



1 **TÉRREO HUMANIZADO**



3 **1º PAVIMENTO HUMANIZADO**



6 **3D - MODELAGEM ESTRUTURAL**



2 **RENDERIZAÇÃO TÉRREO**
1:1



4 **RENDERIZAÇÃO 1º PAVIMENTO**
1:1



5 **3D - PERSPECTIVA**
1:1

TÉRREO HUMANIZADO; RENDERIZAÇÃO TÉRREO; 1º PAVIMENTO HUMANIZADO; RENDERIZAÇÃO 1º PAVIMENTO; 3D - MODELAGEM ESTRUTURAL; RENDER'S. FOLHA: A1 N.º: 03/03

DESCRIÇÃO: PROJETO DE EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL
LOCAL: RUA AURELIANO GOMES, S/N, BAIRRO SANTANA - MURIAÉ MG
PROPRIETÁRIO: BANCA AVALIADORA TCC
ESCALA: INDICADAS

DATA : NOVEMBRO/2022



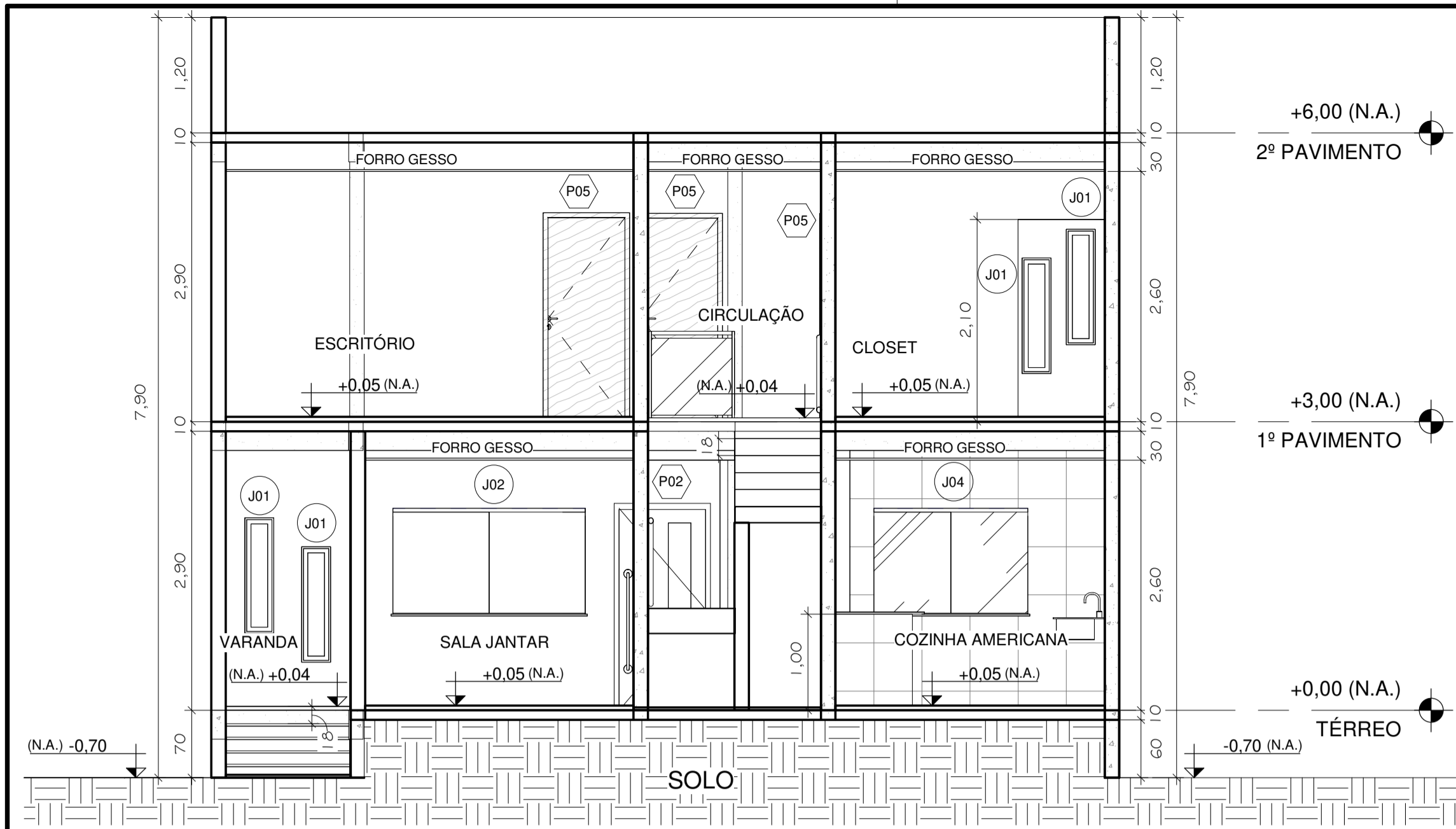
PROPRIETÁRIO:
BANCA AVALIADORA TCC

PARÂMETROS URBANÍSTICOS

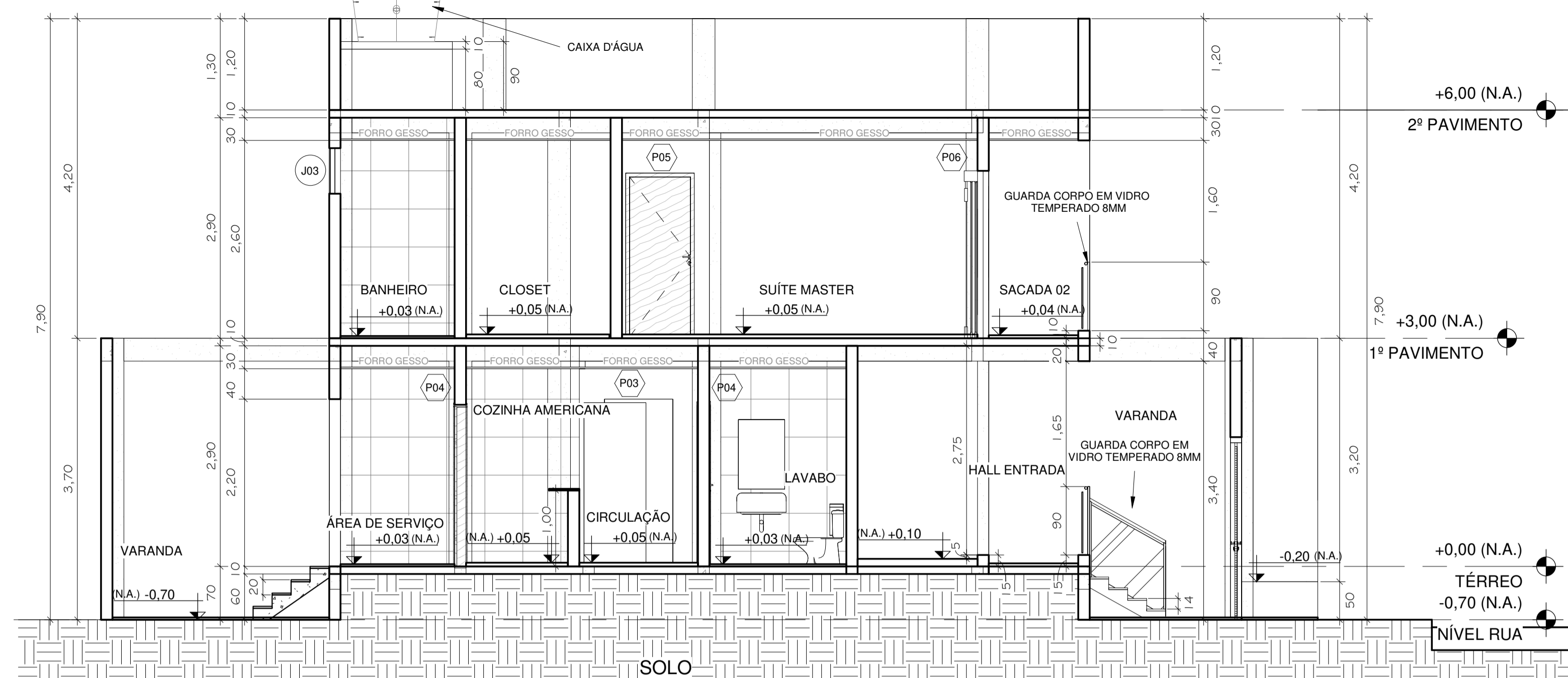
ÁREA DO TERRENO	240 m²
ÁREA TOTAL À CONSTRUIR	188,78 m²
TAXA DE OCUPAÇÃO	78,66 %
COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE	N.A
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO	3,59 %

AUTORES DO PROJETO
 RAMOM DINIZ
 ENGENHEIRO CIVIL
 WEDEN MARQUES DA SILVA FERNANDES
 ENGENHEIRO CIVIL

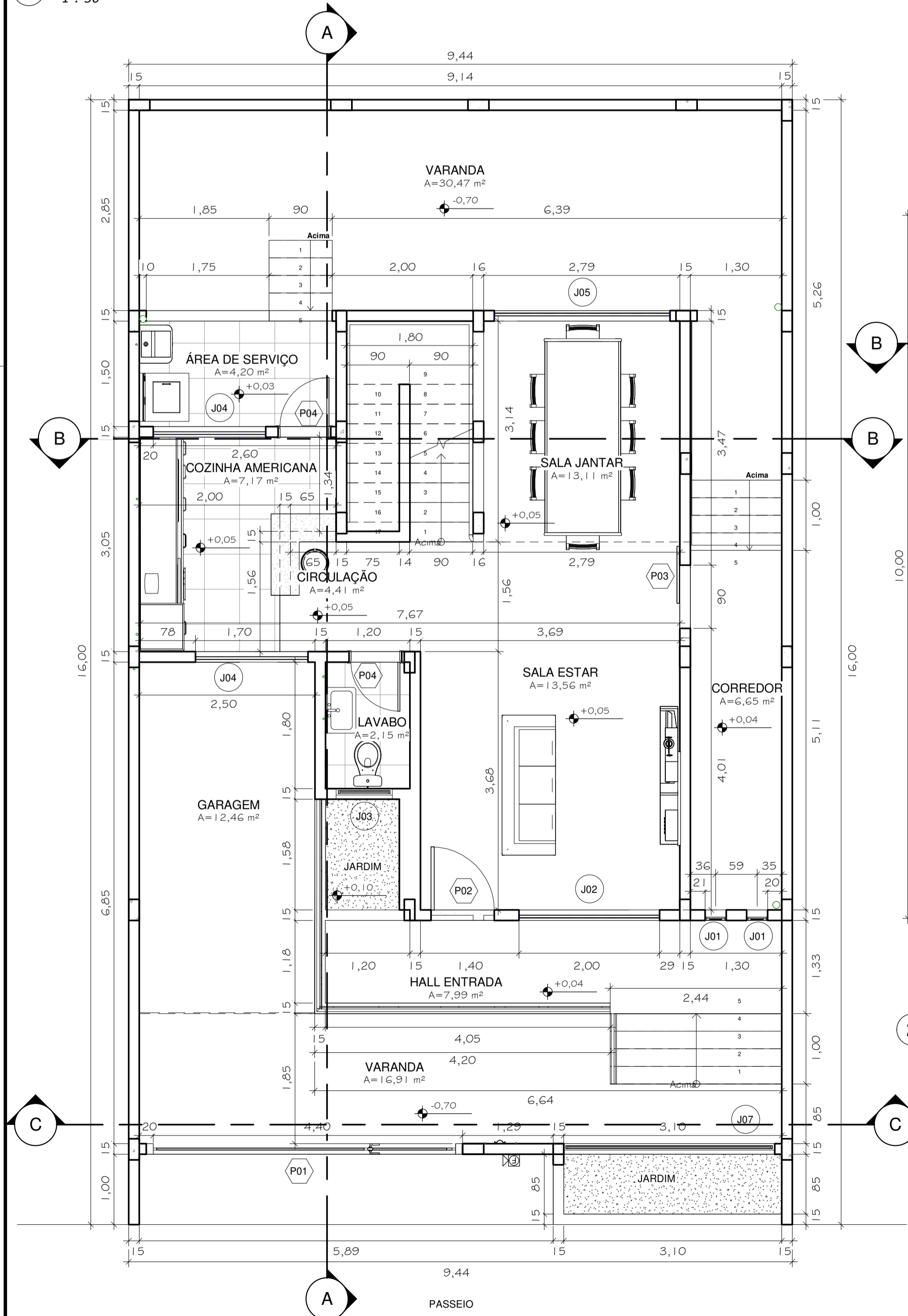
CARIMBOS DA PREFEITURA



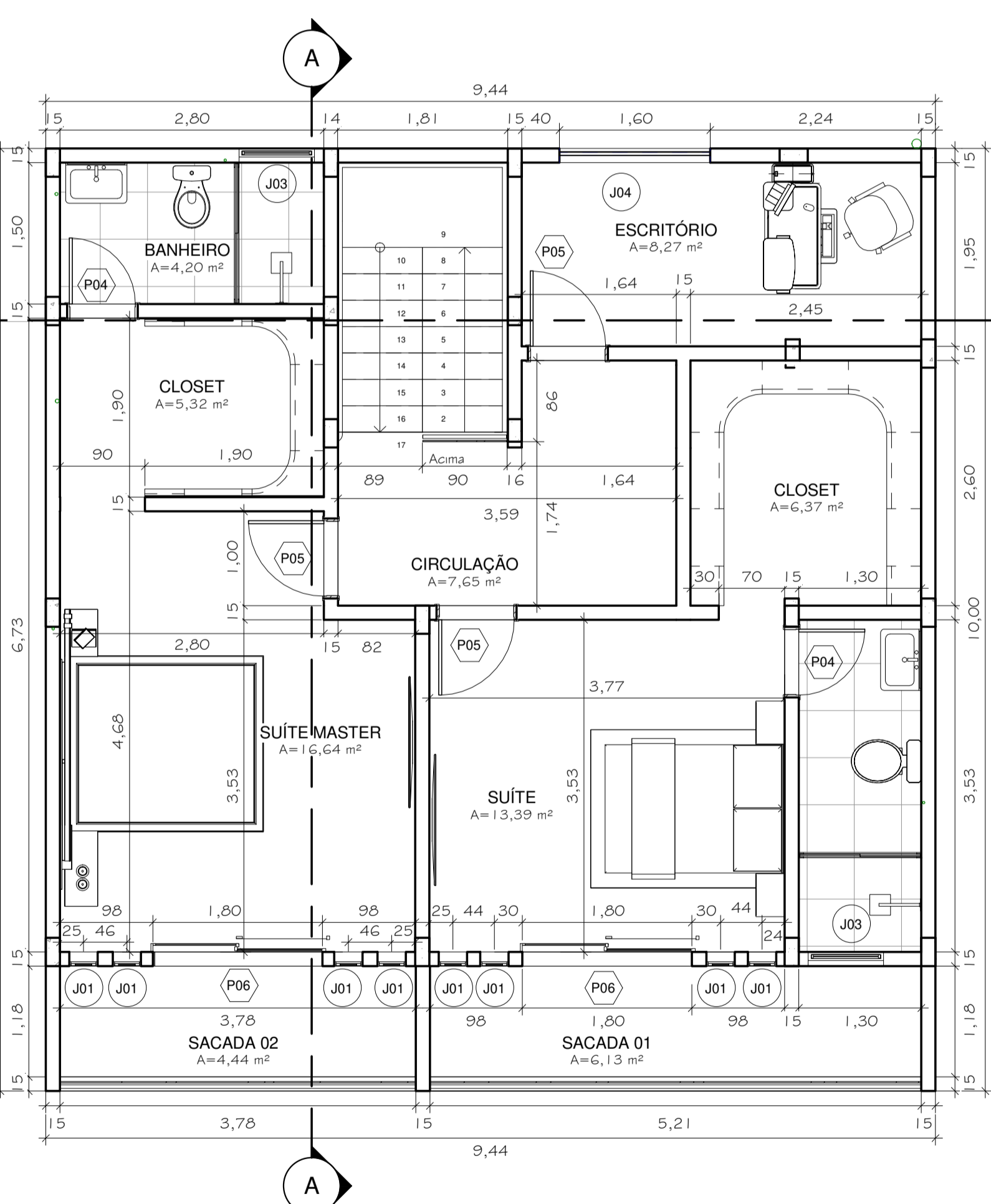
4 CORTE B-B
1 : 50



3 CORTE A-A
1 : 50



1 TÉRREO
1 : 50



2 1º PAVIMENTO
1 : 50

8 - TABELA DE PORTAS

CÓD.	CONTAGEM	PAVIMENTO	PORTA	
			LARGURA (m)	ALTURA (m)
P01	1	NÍVEL RUA	4,50	2,40
P02	1	TÉRREO	0,90	2,10
P03	1	TÉRREO	0,90	2,15
P04	2	TÉRREO	0,70	2,10
P04	2	1º PAVIMENTO	0,70	2,10
P05	3	1º PAVIMENTO	0,80	2,10
P06	2	1º PAVIMENTO	1,80	2,20
TOTAL: 12				

6 - TABELA DE AMBIENTES

NOME	PAVIMENTO	ÁREA	PERÍMETRO
SALA ESTAR	TÉRREO	13,56 m²	14,73 m
CIRCULAÇÃO	TÉRREO	4,41 m²	8,92 m
SALA JANTAR	TÉRREO	13,11 m²	14,98 m
COZINHA AMERICANA	TÉRREO	7,17 m²	11,70 m
ÁREA DE SERVIÇO	TÉRREO	4,20 m²	8,60 m
LAVABO	TÉRREO	2,15 m²	6,00 m
BANHEIRO	1º PAVIMENTO	4,20 m²	8,60 m
CLOSET	1º PAVIMENTO	5,32 m²	9,40 m
SUÍTE MASTER	1º PAVIMENTO	16,64 m²	17,19 m
SUÍTE	1º PAVIMENTO	13,39 m²	14,83 m
ESCRITÓRIO	1º PAVIMENTO	8,27 m²	12,38 m
SACADA 01	1º PAVIMENTO	6,13 m²	12,78 m
SACADA 02	1º PAVIMENTO	4,44 m²	9,90 m
CIRCULAÇÃO	1º PAVIMENTO	7,65 m²	12,44 m
CLOSET	1º PAVIMENTO	6,37 m²	10,10 m
VARANDA	TÉRREO	30,47 m²	30,99 m
CORREDOR	TÉRREO	6,65 m²	12,83 m
HALL ENTRADA	TÉRREO	7,99 m²	15,63 m
GARAGEM	TÉRREO	12,46 m²	14,98 m
VARANDA	TÉRREO	16,91 m²	21,98 m
TOTAL		191,47 m²	268,95 m

7 - TABELA DE JANELAS

CÓD.	CONTAGEM	NÍVEL	LARGURA (m)	ALTURA (m)	PEITORIL (m)
J01	1	TÉRREO	0,30	1,20	0,50
J01	1	TÉRREO	0,30	1,20	0,80
J01	1	1º PAVIMENTO	0,30	1,20	0,80
J01	1	1º PAVIMENTO	0,30	1,20	0,50
J01	1	1º PAVIMENTO	0,30	1,20	0,50
J01	1	1º PAVIMENTO	0,30	1,20	0,80
J01	1	1º PAVIMENTO	0,30	1,20	0,80
J01	1	1º PAVIMENTO	0,30	1,20	0,50
J01	1	1º PAVIMENTO	0,30	1,20	0,80
J01	1	1º PAVIMENTO	0,30	1,20	0,80
J02	1	TÉRREO	2,00	1,10	1,00
J03	1	TÉRREO	0,80	0,60	1,90
J03	1	1º PAVIMENTO	0,80	0,60	1,90
J03	1	1º PAVIMENTO	0,80	0,60	1,90
J04	1	TÉRREO	1,60	1,10	1,00
J04	1	TÉRREO	1,60	1,10	1,00
J04	1	1º PAVIMENTO	1,60	1,10	1,00
J05	1	TÉRREO	2,50	1,10	1,00
J07	1	TÉRREO	3,00	2,00	0,43

PLANTA BAIXA TÉRREO, PLANTA BAIXA 1º PAVIMENTO, CORTE A-A, CORTE B-B, TABELA DE PORTAS, TABELA DE JANELAS, TABELA DE AMBIENTES
FOLHA: A1
N.º: 01/03

DESCRIÇÃO : PROJETO DE EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL
LOCAL : RUA AURELIANO GOMES, S/N, BAIRRO SANTANA - MURIAÉ MG
PROPRIETÁRIO : BANCA AVALIADORA TCC
ESCALA : INDICADAS
DATA : NOVEMBRO/2022

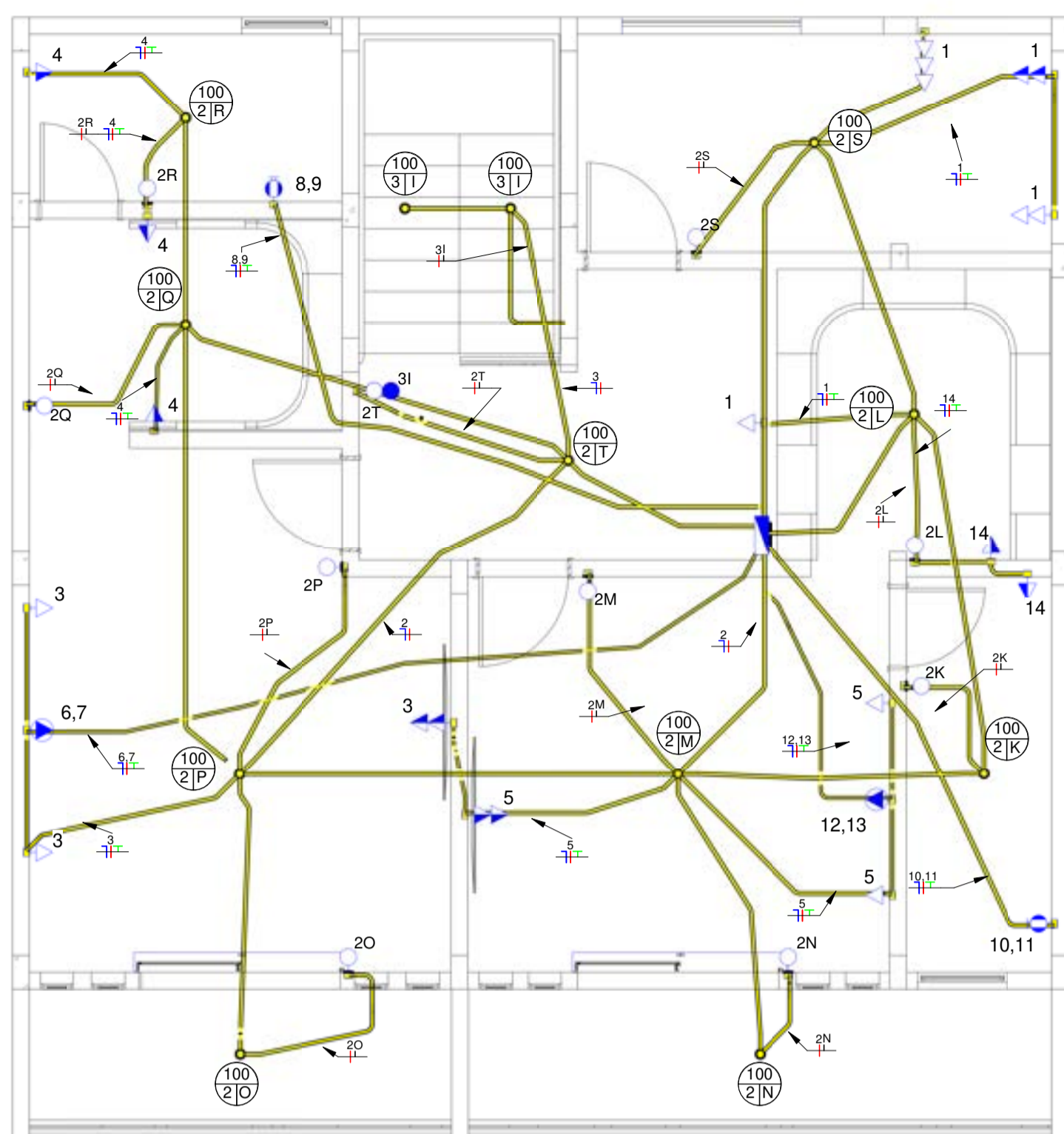


PARÂMETROS URBANÍSTICOS
ÁREA DO TERRENO 240 m²
ÁREA TOTAL A CONSTRUIR 188,78 m²
TAXA DE OCUPAÇÃO 78,66 %
COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE N.A.
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO 3,59 %

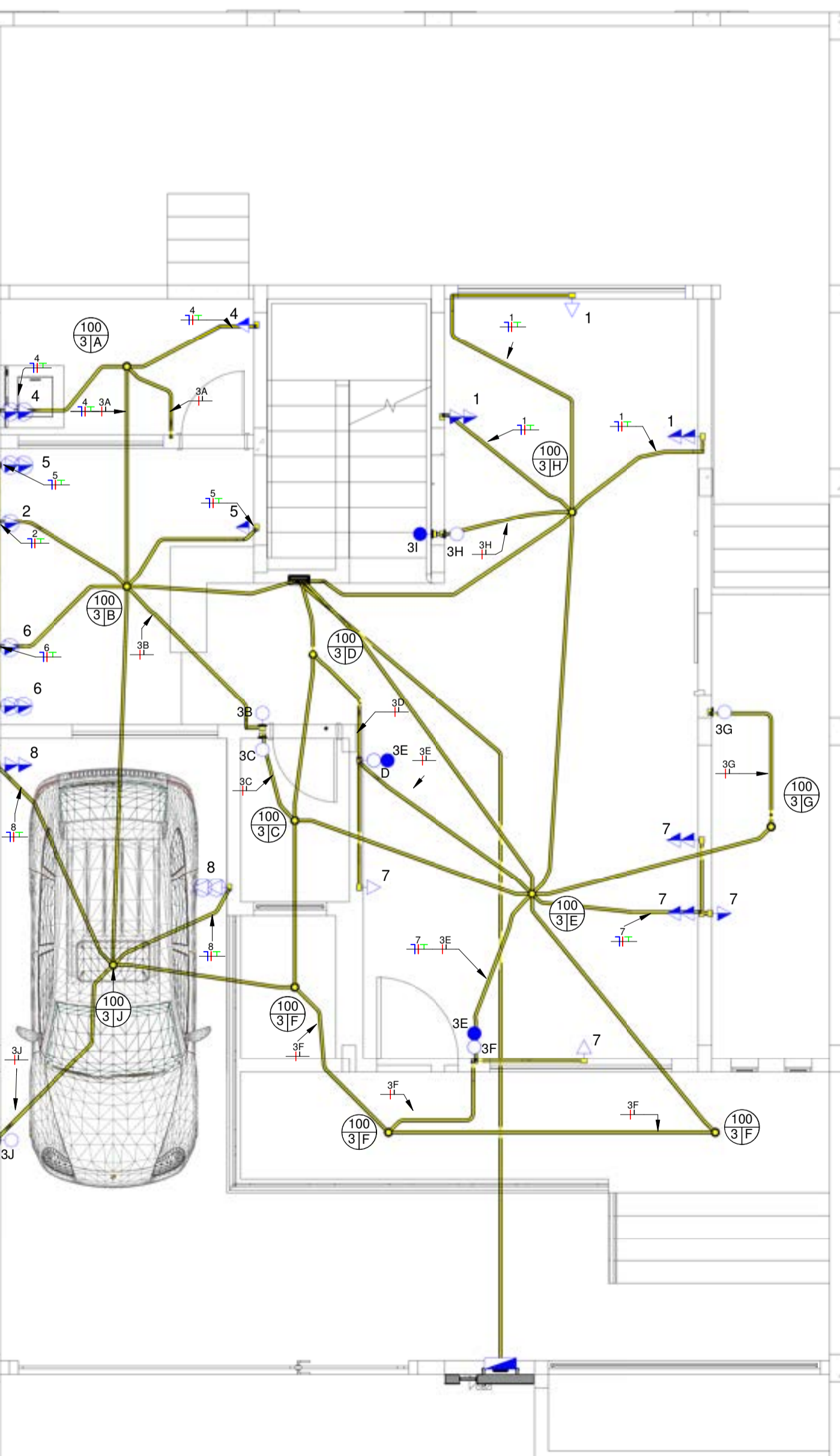
PROPRIETÁRIO:
BANCA AVALIADORA TCC

AUTORES DO PROJETO
RAMOM DINIZ ENGENHEIRO CIVIL
WEDEN MARQUES DA SILVA FERNANDES ENGENHEIRO CIVIL

CARIMBOS DA PREFEITURA

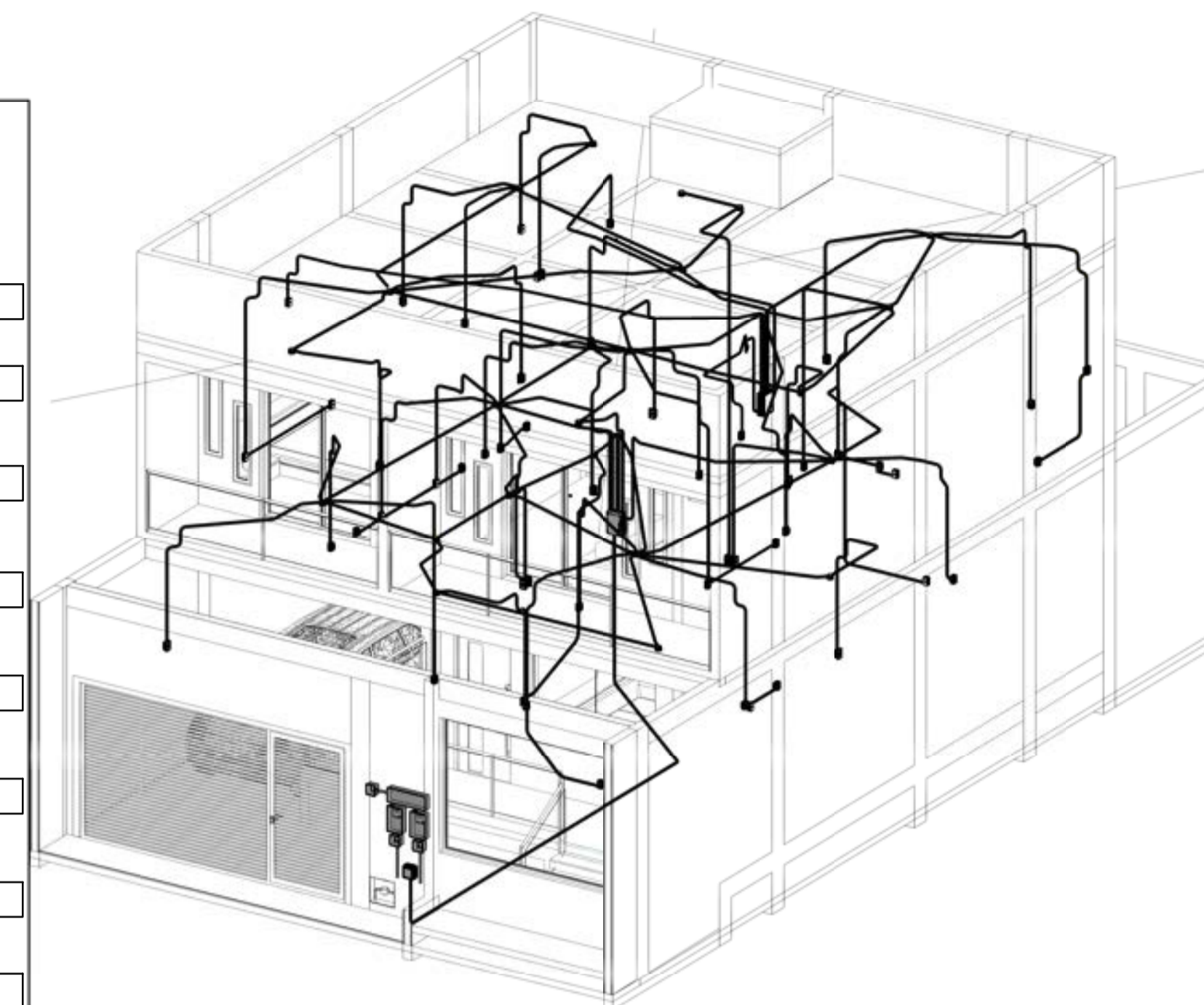
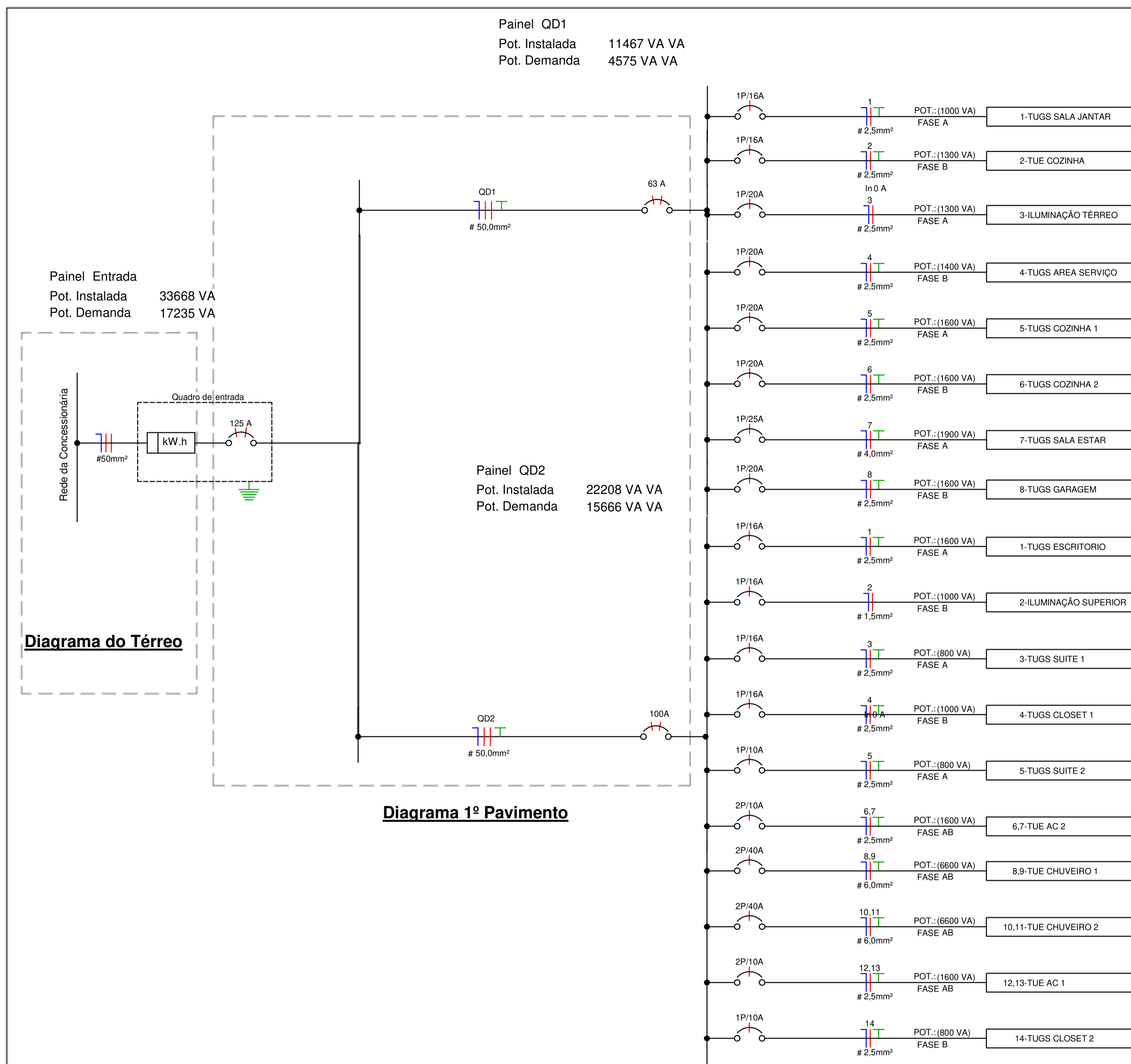


PLANTA BAIXA 1º PAVIMENTO



PLANTA BAIXA TÉRREO

DIAGRAMA UNIFILAR



3D - ELÉTRICO

Legenda Planta Baixa

- Tomada Baixa 2P+T, 10A, a 30cm do piso
- Tomada Média 2P+T, 10A, a 120cm do piso
- Tomada Alta 2P+T, 10A, a 210cm do piso
- Tomada Baixa 2P+T, 20A, a 30cm do piso
- Tomada Média 2P+T, 20A, a 120cm do piso
- Tomada Alta 2P+T, 20A, a 210cm do piso
- Tomada de Piso 2P+T
- Tomada de Piso 2P+T
- Ponto de Força com placa saída de fio, a 230cm do piso
- Ponto de Força com placa saída de fio, a "x" cm do piso
- Interruptor simples de uma
- Conjunto de 2 interruptores
- Conjunto de 3 interruptores
- Interruptor paralelo (three-throw)
- Ponto para acionamento da
- Ponto para
- Ponto de Telefone, RJ11, a 30cm do piso
- Condutores Neutro, Fase, Terra e Retorno
- Ponto de luz embutido no
- Ponto de luz na parede a 210cm do piso
- Eletroduto corrugado flexível embutido no teto ou na
- Eletroduto de PEAD embutido no
- Quadro geral de luz e força embutido a 1,50 do piso
- Caixa para
- Caixa de passagem no
- Eletroduto que
- Eletroduto que
- Eletroduto que passa
- Eletroduto que passa

Notas Gerais

- 1- Eletrodutos embutidos no solo serão do tipo PEAD.
- 2- Eletrodutos embutidos na laje deverão ser do tipo corrugado reforçado.
- 3- Os condutores não cotados serão de #2,5mm², os condutores de retorno serão de #1,5mm².
- 4- Os eletrodutos não cotados serão de Ø25mm.
- 5- Em todo eletroduto subterrâneo, os condutores deverão ser de cobre, classe 0,6/1kV, isolamento em EPR, temperatura 90°C.
- 6- Os condutores elétricos de distribuição deverão ser de cobre, classe 450/750V, isolamento em PVC, temperatura 70°C.
- 7- A seção do condutor neutro é igual ao da fase do circuito, salvo indicação contrária.
- 8- O condutor neutro não poderá ser ligado ao condutor proteção terra após passar pelo quadro geral da instalação.
- 9- O condutor de proteção nunca deverá ser ligado ao IDR.
- 10- Utilizar um condutor neutro para cada circuito.
- 11- Os circuitos foram numerados pela quantidade de fases, ou seja, circuitos bifásicos contêm dois números.
- 12- Utilizar chuveiros com resistência blindada para evitar o desligamento incorreto do IDR.
- 13- As instalações elétricas deverão ser executadas respeitando os padrões de qualidade e segurança estabelecidos na norma NBR5410:2004.
- 14- Todos os pontos metálicos deverão ser aterrados.
- 15- A indicação de potência no pontos de luz são os valores calculados para dimensionamento dos circuitos conforme precrições da NBR 5410, não necessariamente correspondem ao valor exato das lâmpadas a serem instaladas.
- 16- Para As tomadas sem indicação de potência foi considerada 100 VA.
- 17- Todos os eletrodutos de eletricidade deverão estar afastados 0,50m das tubulações de gás.

Lista de Materiais - Eletrodutos

Descrição do Material	Diâmetro Nominal	Comprimento (m)	Referência de Fabricante
Eletroduto flexível corrugado, em PVC na cor amarelo antichamas, conforme NBR15465	Ø32	0,06 m	Tigre ou equivalente
Eletroduto flexível corrugado, em PVC na cor amarelo antichamas, conforme NBR15465	Ø25	322,32 m	Tigre ou equivalente
Eletroduto flexível corrugado, em PVC na cor amarelo antichamas, conforme NBR15465	Ø20	28,00 m	Tigre ou equivalente

Tabela dos Circuitos

Circuito	Descrição	Tipo de Carga	In: Disjuntor	Tipo de Instalação	Condutor Pré Calculado	Potência Aparente	Potência Ativa (W)
QD1							
1	TUGS SALA JANTAR	TUGs (Residencial)	16,00 A	[Cu/PVC/750V/70]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	1000 VA	800 W
2	TUE COZINHA	TUEs (Residencial)	16,00 A	[Cu/PVC/750V/70]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	1300 VA	1040 W
3	ILUMINAÇÃO TÉRREO	Iluminação (Residencial); Iluminação+TUGs (Residencial)	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	1300 VA	1300 W
4	TUGS AREA SERVIÇO	TUGs (Residencial)	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	1400 VA	1120 W
5	TUGS COZINHA 1	TUGs (Residencial)	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	1600 VA	1280 W
6	TUGS COZINHA 2	TUGs (Residencial)	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	1600 VA	1280 W
7	TUGS SALA ESTAR	TUGs (Residencial)	25,00 A	[Cu/PVC/750V/70]-Un-B1-2Cc	1-#4,0(32A), 1-#4,0(32A), 1-#4,0	1900 VA	1520 W
8	TUGS GARAGEM	TUGs (Residencial)	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	1600 VA	1280 W
QD2							
1	TUGS ESCRITORIO	TUGs (Residencial)	16,00 A	[Cu/PVC/750V/70]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	1600 VA	1280 W
2	ILUMINAÇÃO SUPERIOR	Iluminação+TUGs (Residencial)	16,00 A	[Cu/PVC/750V/70]-Un-B1-2Cc (Ilum.)	1-#1,5(17,5A), 1-#1,5(17,5A), 1-#1,5	1000 VA	1000 W
3	TUGS SUITE 1	TUGs (Residencial)	16,00 A	[Cu/PVC/750V/70]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	800 VA	640 W
4	TUGS CLOSET 1	TUGs (Residencial)	16,00 A	[Cu/PVC/750V/70]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	1000 VA	800 W
5	TUGS SUITE 2	TUGs (Residencial)	10,00 A	[Cu/PVC/750V/70]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	800 VA	640 W
6,7	TUE AC 2	TUEs (Residencial)	10,00 A	[Cu/PVC/750V/70]-Un-B1-2Cc	2-#2,5(24A), 1-#2,5	1600 VA	1280 W
8,9	TUE CHUVEIRO 1	TUEs (Residencial)	40,00 A	[Cu/PVC/750V/70]-Un-B1-2Cc	2-#6,0(41A), 1-#6,0	6600 VA	5280 W
10,11	TUE CHUVEIRO 2	TUEs (Residencial)	40,00 A	[Cu/PVC/750V/70]-Un-B1-2Cc	2-#6,0(41A), 1-#6,0	6600 VA	5280 W
12,13	TUE AC 1	TUEs (Residencial)	10,00 A	[Cu/PVC/750V/70]-Un-B1-2Cc	2-#2,5(24A), 1-#2,5	1600 VA	1280 W
14	TUGS CLOSET 2	TUGs (Residencial); Iluminação+TUGs (Residencial)	10,00 A	[Cu/PVC/750V/70]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	800 VA	640 W
QG							
1,2	QD1	Iluminação (Residencial); TUEs (Residencial); TUGs (Residencial); Iluminação+TUGs (Residencial)	70,00 A	[Cu/PVC/750V/70]-Un-B1-2Cc	2-#16(76A), 1-#16,0	11467 VA	9620 W
3,4	QD2	TUEs (Residencial); TUGs (Residencial); Iluminação+TUGs (Residencial)	150,00 A	[Cu/PVC/750V/70]-Un-B1-2Cc	2-#50,0(151A), 1-#25,0	22208 VA	18120 W
Totais:: 20						67775 VA	55480 W

- LEGENDA DIAGRAMAS
- Disjuntor Termomagnético
 - Disjuntor Termomagnético
 - Disjuntor Termomagnético
 - Condutores Neutro, Fase, Terra,
 - DPS-Dispositivo de proteção contra
 - IDR-Interruptor Diferencial Residual (Imax=30mA)
 - Medidor de

PLANTA BAIXA TÉRREO; PLANTA BAIXA 1º PAVIMENTO; DIAGRAMA UNIFILAR; TABELA DOS CIRCUITOS; LISTA DE MATERIAIS - ELETRODUTOS; LEGENDA DIAGRAMAS; LEGENDAS PLANTAS BAIXAS; NOTAS GERAIS; 3D - ELÉTRICO

DESCRÇÃO : PROJETO ELÉTRICO DE EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL

LOCAL : RUA AURELIANO GOMES, S/N, BAIRRO SANTANA - MURIAÉ MG

PROPRIETÁRIO: BANCA AVALIADORA TCC

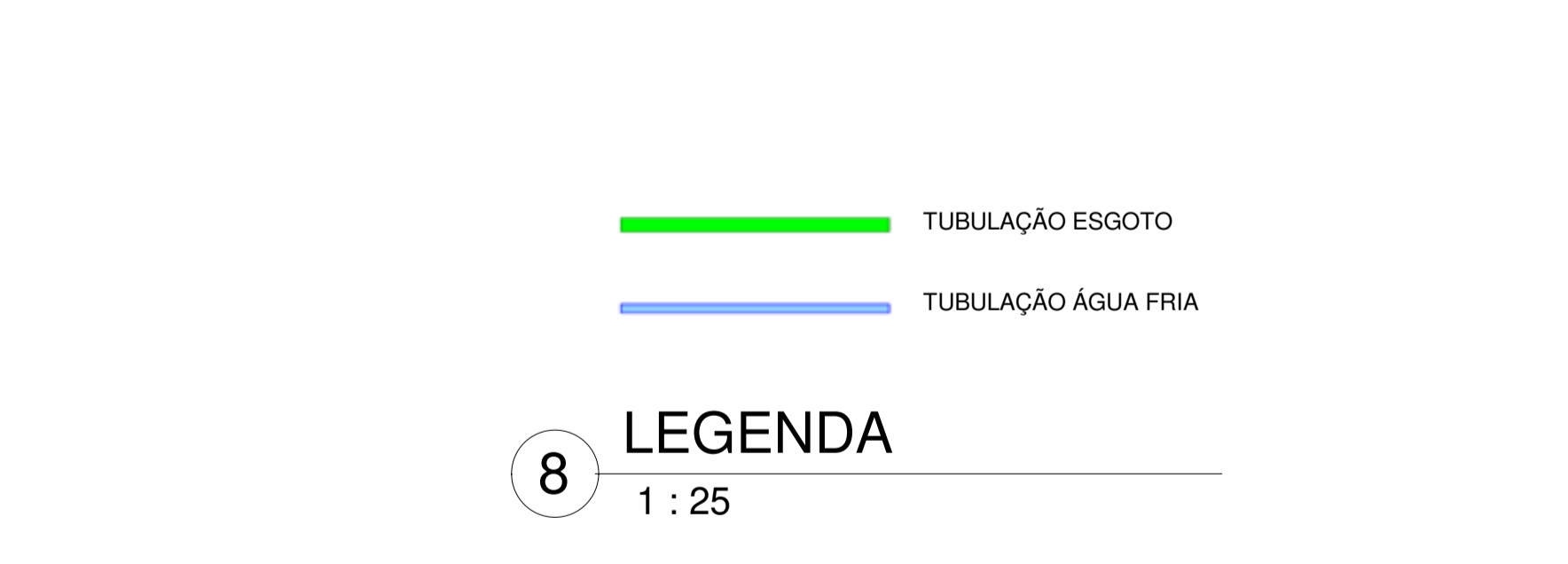
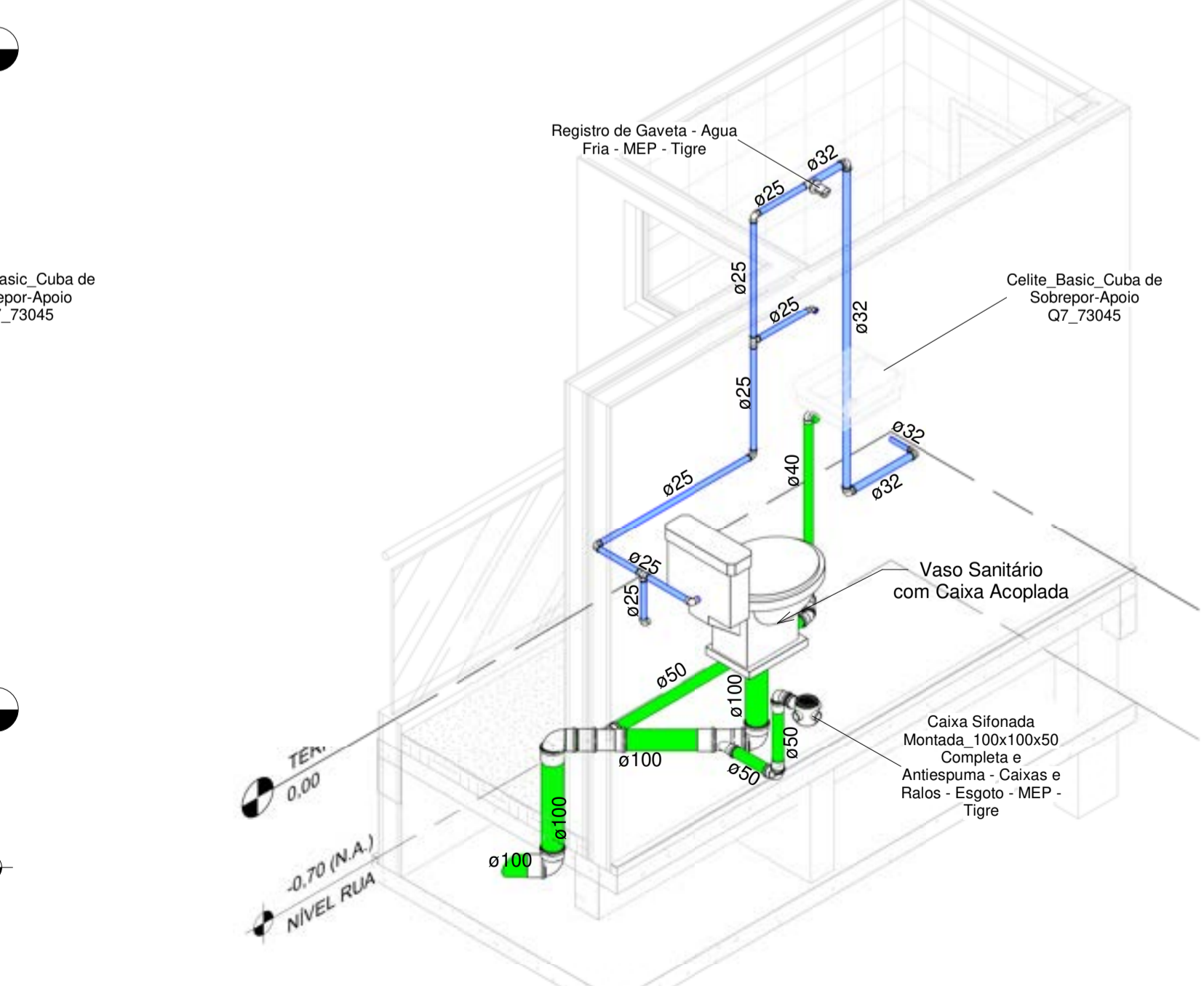
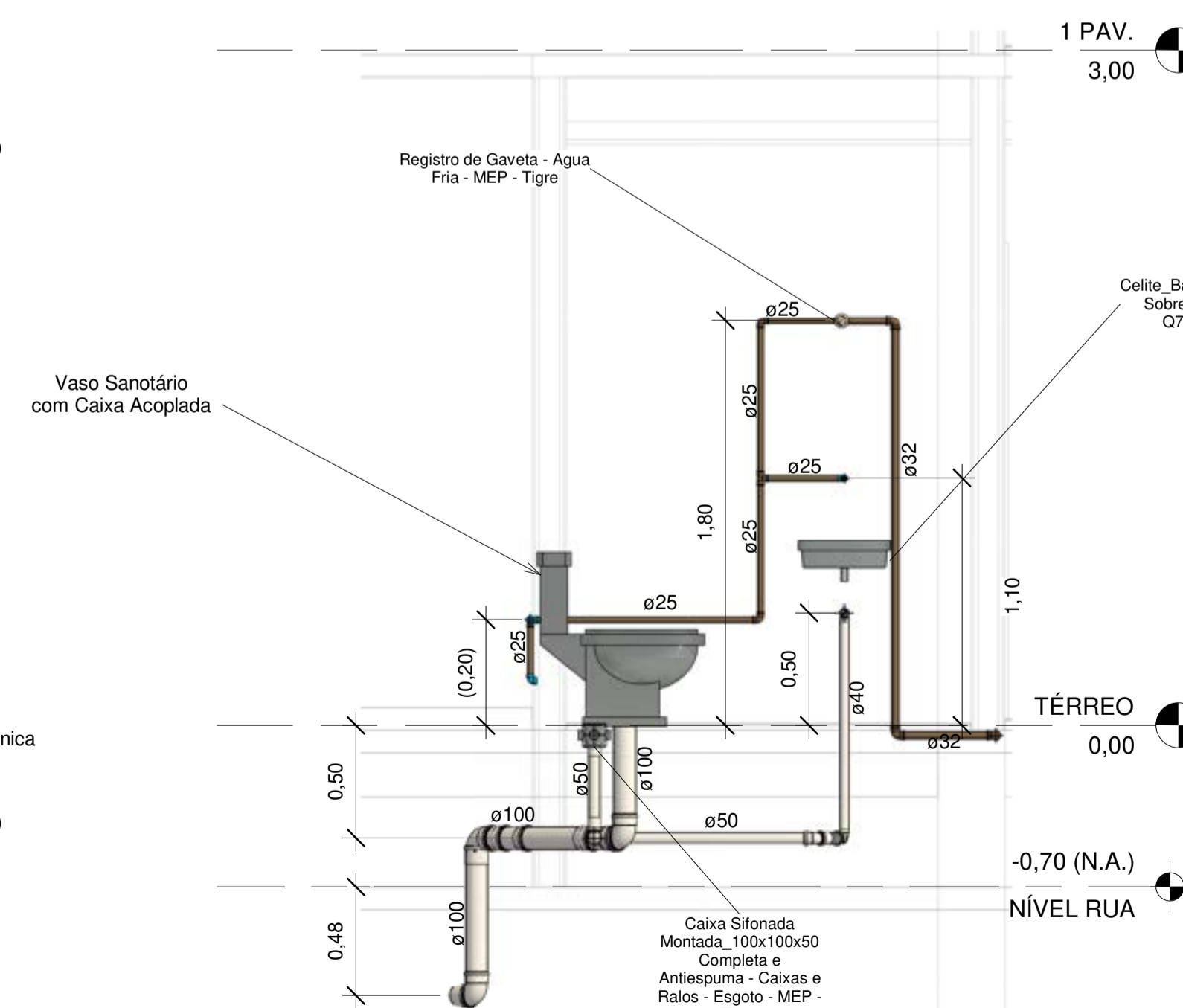
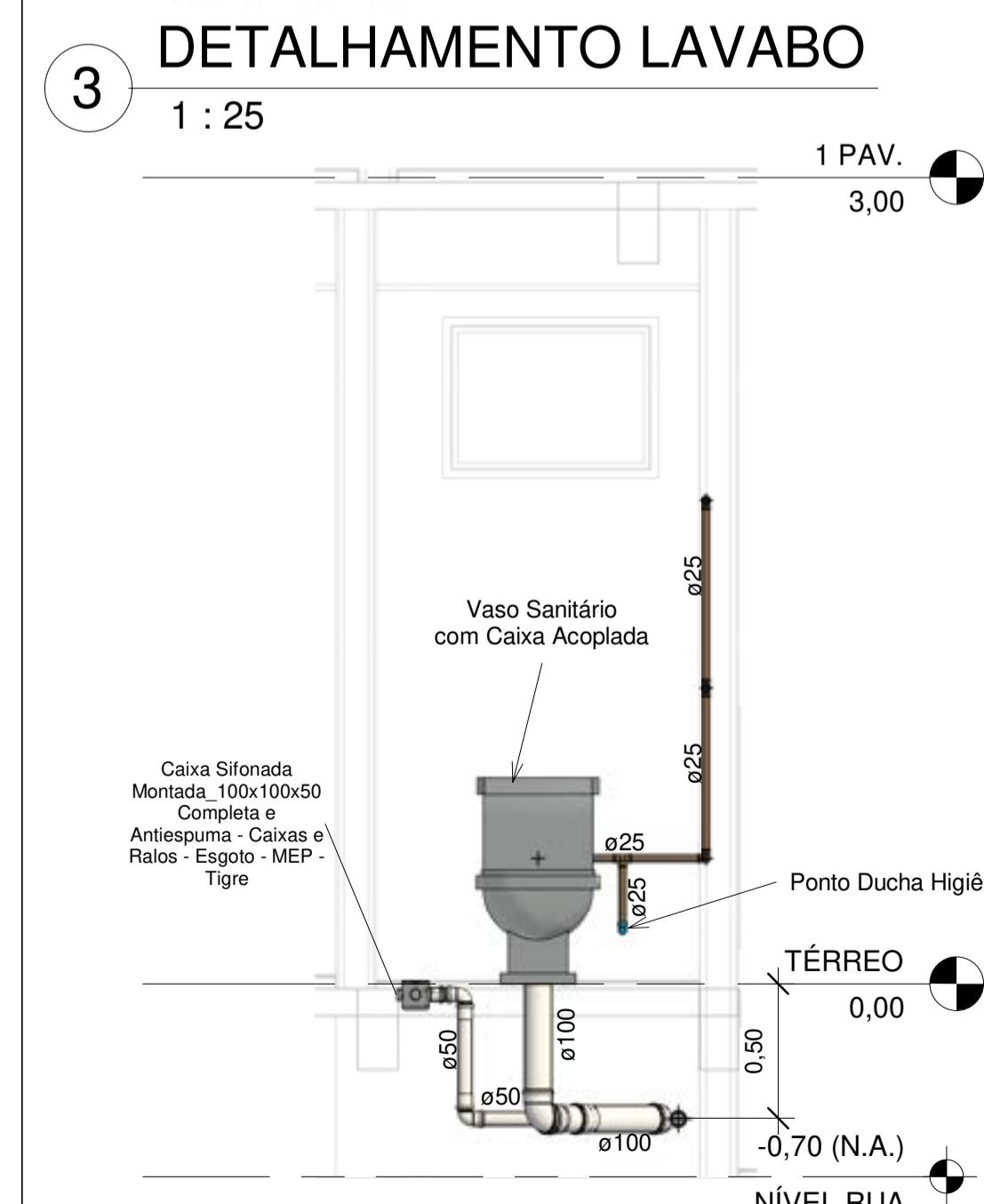
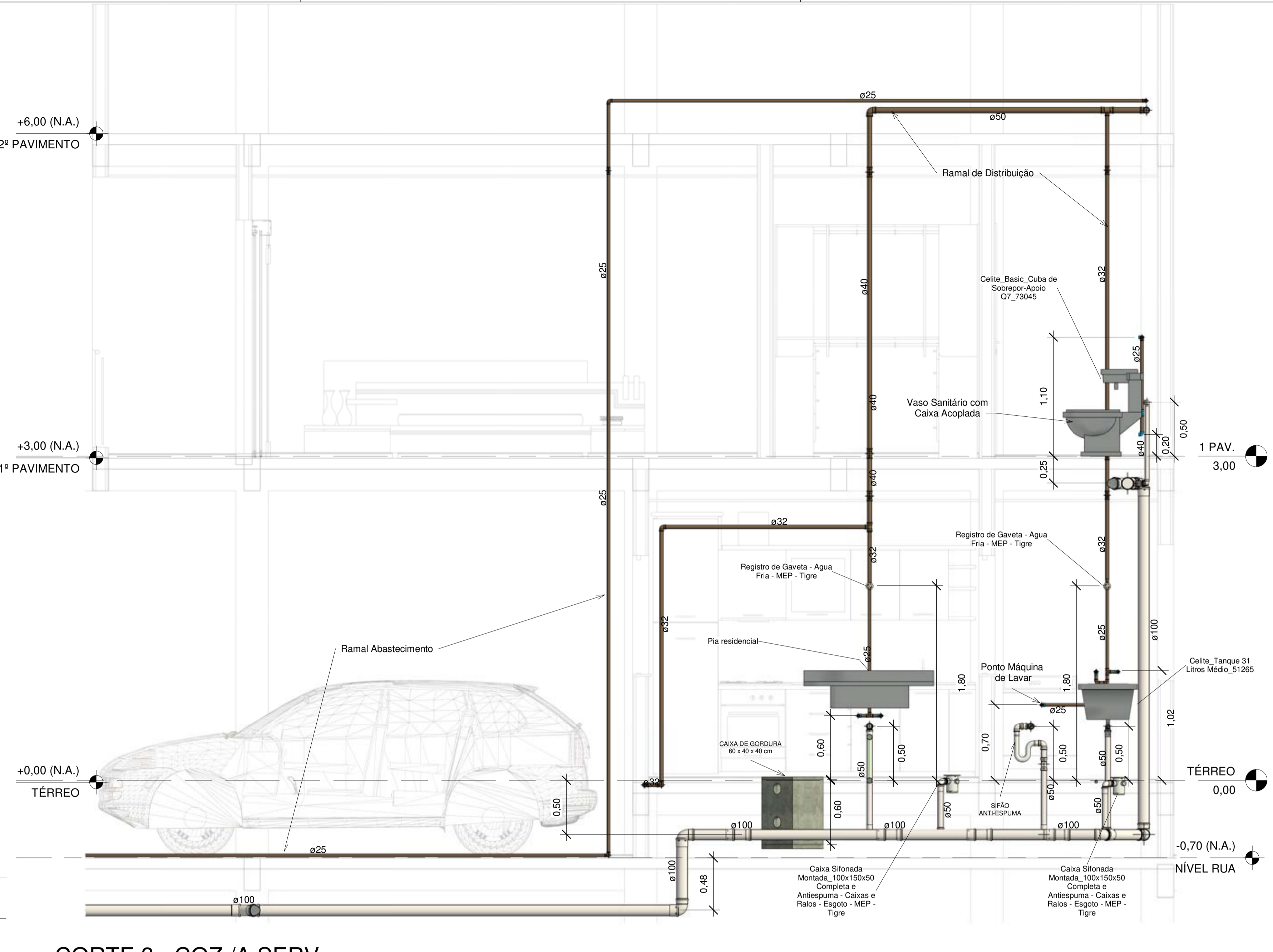
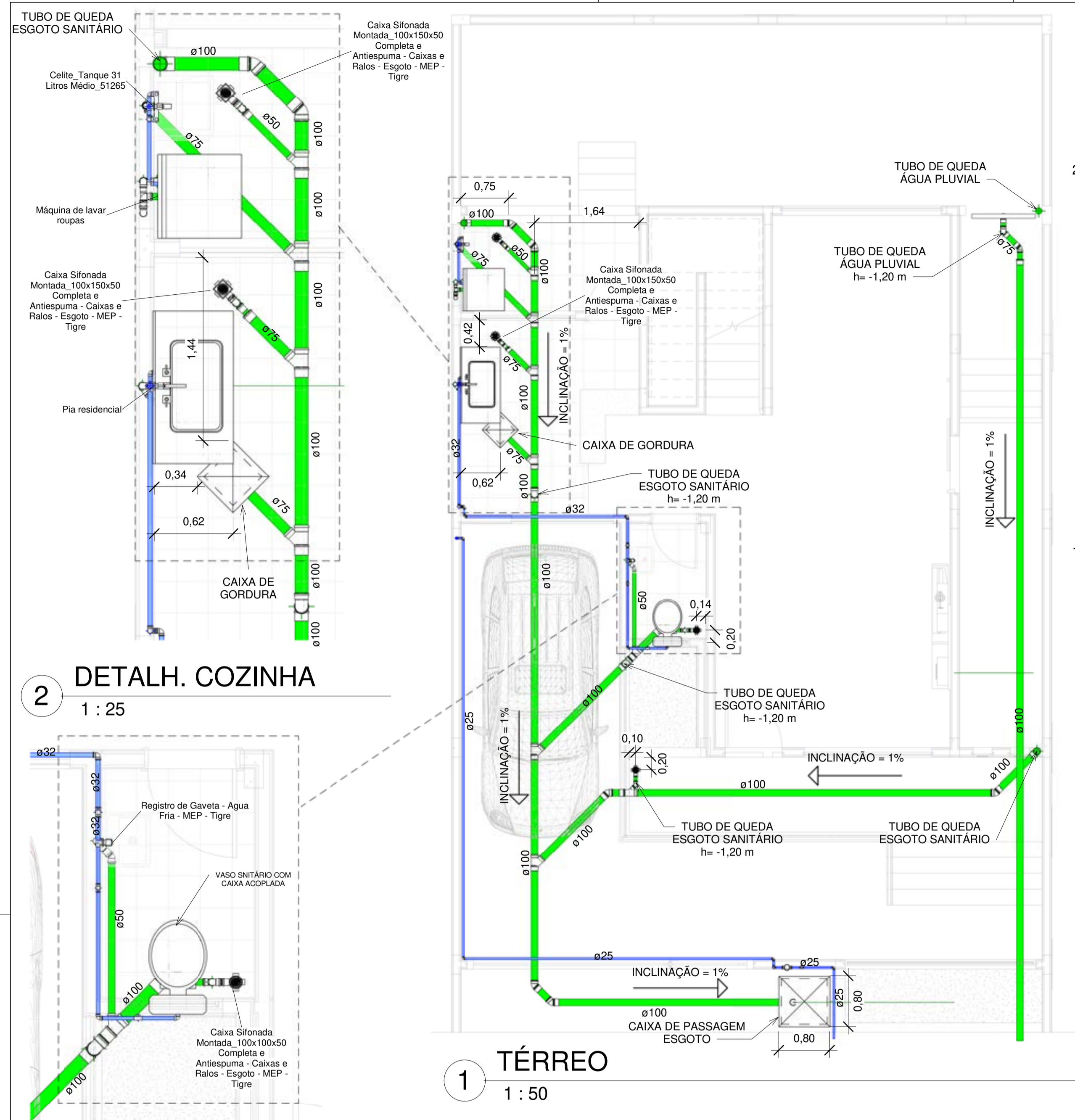
ESCALA : INDICADAS

DATA : NOVEMBRO/ 2022

FAMINAS
Centro Universitário

PROPRIETÁRIO:
BANCA AVALIADORA TCC
AUTORES DO PROJETO:
RAMON DINIZ
ENGENHEIRO CIVIL
WEDEN MARQUES DA SILVA FERNANDES
ENGENHEIRO CIVIL

FOLHA: A1
N: 01/02



PLANTA BAIXA TÉRREO; DETALH. COZINHA; DETALHAMENTO LAVABO; CORTE 5 - LAV. FRONTAL; CORTE 4 - LAV. LATERAL; ISOMÉTRICO LAVABO; CORTE 3 - COZ./A. SERV.; LEGENDA.

FOLHA: A1
N: 02/03

DESCRIÇÃO: PROJETO HIDROSSANITÁRIO DE EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL

LOCAL: RUA AURELIANO GOMES, S/N, BAIRRO SANTANA - MURIAÉ MG

PROPRIETÁRIO: BANCA AVALIADORA TCC

ESCALA: INDICADAS

DATA: NOVEMBRO/2022

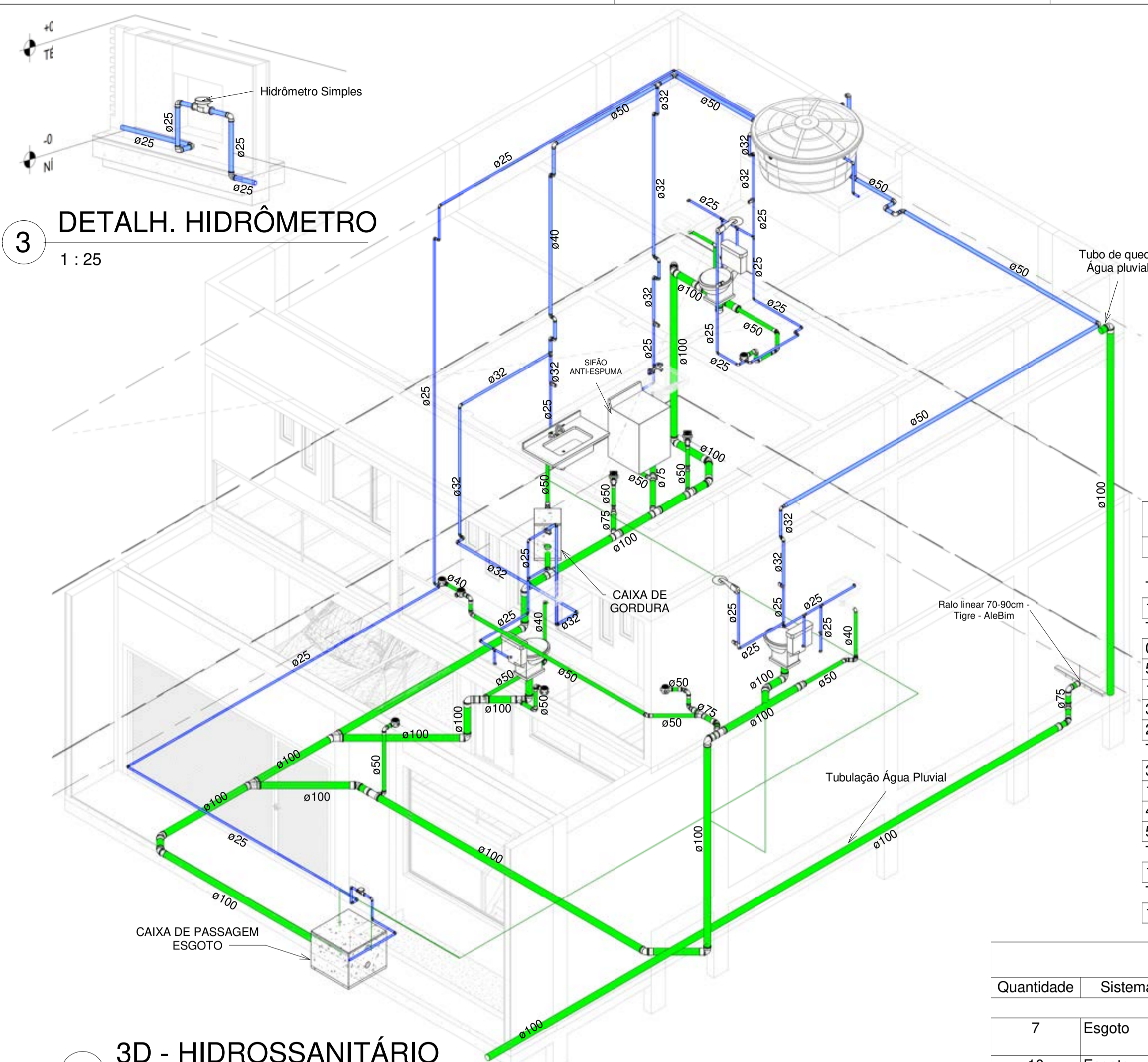
PROPRIETÁRIO:
BANCA AVALIADORA TCC

AUTORES DO PROJETO:
RAMOM DINIZ ENGENHEIRO CIVIL
WEDEN MARQUES DA SILVA FERNANDES ENGENHEIRO CIVIL

FAMINAS
Centro Universitário

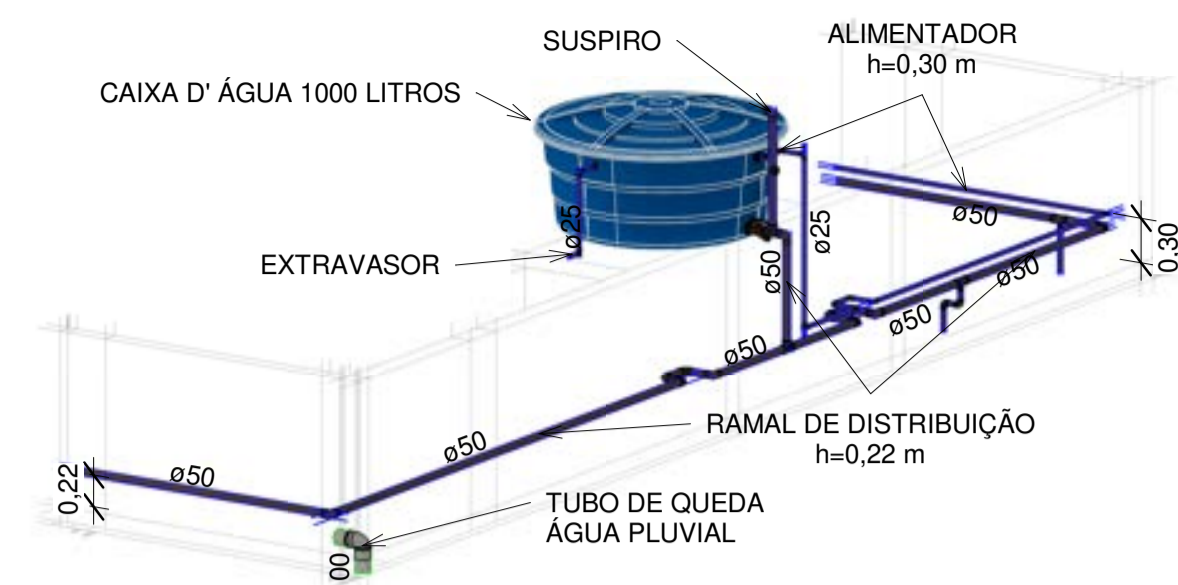
3 DETALH. HIDRÔMETRO

1 : 25



4 DETALH. CAIXA DE ÁGUA

1 : 25



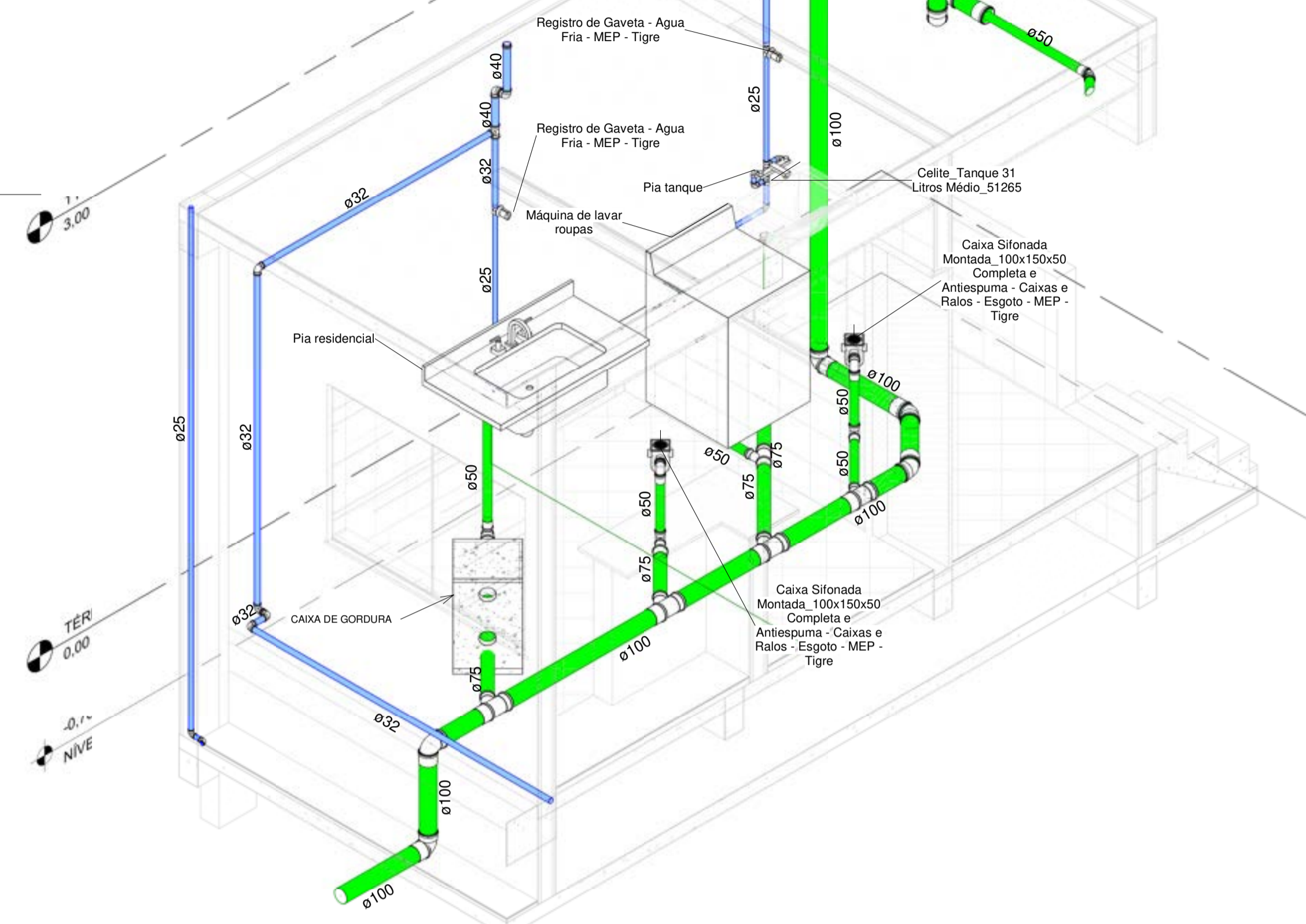
Tubos Rígidos		
Comprimento	Descrição	Diâmetro
Tubo Aquatherm		
1,25	Tubo Aquatherm	35,00 mm
Tubo Soldável Marrom		
0,04	Tubo Soldável Marrom	20,00 mm
58,52	Tubo Soldável Marrom	25,00 mm
19,28	Tubo Soldável Marrom	32,00 mm
3,77	Tubo Soldável Marrom	40,00 mm
21,37	Tubo Soldável Marrom	50,00 mm
Tubo Série Normal		
3,29	Tubo Série Normal	40,00 mm
19,83	Tubo Série Normal	50,00 mm
4,86	Tubo Série Normal	75,00 mm
57,82	Tubo Série Normal	100,00 mm
Tubo Tigrefire		
1,24	Tubo Tigrefire	50,00 mm
Tubo Tigregás		
1,22	Tubo Tigregás	32,00 mm

Conexões para Esgoto			
Quantidade	Sistema	Descrição	Linha
7	Esgoto	Bucha de Redução Longa 50x40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
10	Esgoto	Joelho 45° 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
2	Esgoto	Joelho 45° 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
8	Esgoto	Joelho 45° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
7	Esgoto	Joelho 90° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
20	Esgoto	Joelho 90° 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
2	Esgoto	Joelho 90° 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
12	Esgoto	Joelho 90° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
2	Esgoto	Junção Simples 75 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
5	Esgoto	Junção Simples 100 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
4	Esgoto	Junção Simples 100 x 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
3	Esgoto	Junção Simples 100 x 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
1	Esgoto	Luva de Correr 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
37	Esgoto	Luva Simples 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
11	Esgoto	Luva Simples 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
35	Esgoto	Luva Simples 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
12	Esgoto	Produto Inexistente	Série Normal

Conexões para Água Fria		
Quantidade	Descrição	Linha
7	Bucha de Redução Soldável Curta 25x20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
5	Bucha de Redução Soldável Curta 32x25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
1	Bucha de Redução Soldável Curta 40x32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
1	Bucha de Redução Soldável Curta 250x40mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
2	Joelho 45° Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
2	Joelho 45° Soldável 50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
4	Joelho 90° Roscável com Bucha de Latão 3/4" x 1/2", PVC Branco, Água Fria - TIGRE	Roscável
15	Joelho 90° Roscável com Bucha de Latão 3/4", PVC Branco, Água Fria - TIGRE	Roscável
36	Joelho 90° Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
20	Joelho 90° Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
6	Joelho 90° Soldável 40mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
11	Joelho 90° Soldável 50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
2	Joelho 90° Soldável com Rosca 25 x 3/4", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
5	Produto Inexistente	Soldável
1	Tê de Redução Soldável 40x32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
2	Tê de Redução Soldável 50x32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
13	Tê Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
2	Tê Soldável 50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
2	Tê Soldável com Bucha de Latão na Bolsa Central 25 x 3/4", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável

5 ISOMÉTRICO COZ./A.SERV.

1 : 25

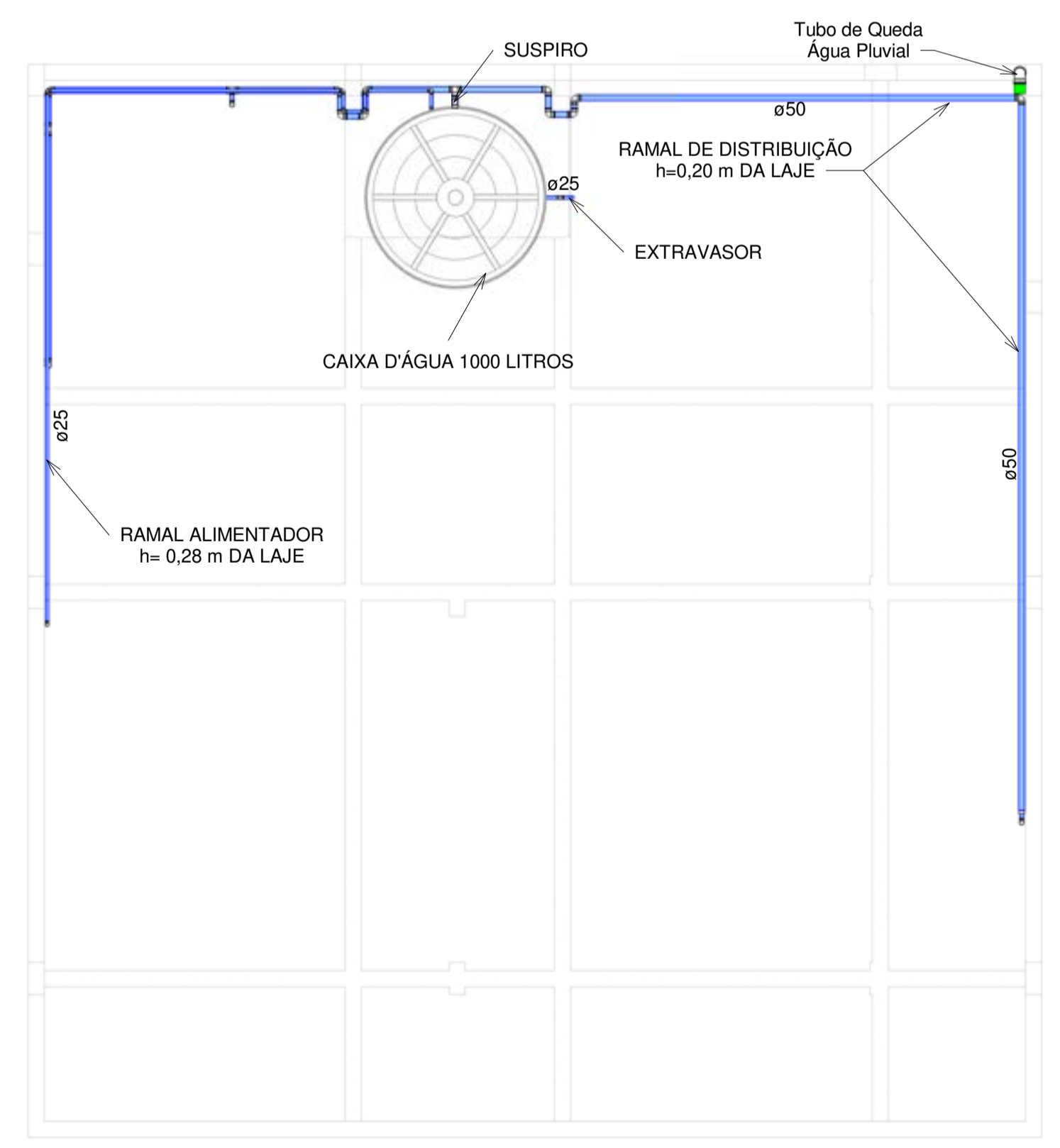


Registros e Válvulas			
Quantidade	Descrição	Size	Fabricante
1		25,00 mmø-25,00 mmø	
1	Adaptador Soldável com Anel para Caixa d'Água com Registro, PVC Branco, Água Fria - TIGRE		© Tigre S/A
2	Adaptador Soldável com Anel para Caixa d'Água, PVC Branco, Água Fria - TIGRE		© Tigre S/A
2	Registro de Chuveiro PVC Areia 3/4" - TIGRE	25,00 mmø-25,00 mmø	© Tigre S/A
4	Registro de Gaveta PVC Areia 3/4" - TIGRE	25,00 mmø-25,00 mmø	© Tigre S/A
1	Registro de Gaveta PVC Areia 25mm - TIGRE	25,00 mmø-25,00 mmø	© Tigre S/A

Caixas e Ralos			
Quantidade	Sistema	Descrição	
8	Esgoto	Antiespuma 100 mm, Esgoto - TIGRE	
2	Esgoto	Caixa Sifonada Montada com Grelha e Porta Grelha Quadrados Brancos 100 x 150 x 50mm, Esgoto - TIGRE	
6	Esgoto	Caixa Sifonada Montada com Grelha e Porta Grelha Redondos Inox 100 x 100 x 50mm, Esgoto - TIGRE	
1	Água Fria	Cj Corpo/Tampa Caixa d'Água 1000 litros RT, Água Fria - TIGRE	
1	Esgoto	Prolongamento p/ Caixa Sifonada 100 x 100mm, Esgoto - TIGRE	
1	Água Fria	Tampa para Caixa d'Água 1000 litros RT, Água Fria - TIGRE	
1	Água Fria	Torneira Bóia para Caixa d'Água 1/2", Água Fria - TIGRE	

2 3D - HIDROSSANITÁRIO

1 : 25



1 COBERTURA

1 : 25

PLANTA BAIXA COBERTURA; 3D - HIDROSSANITÁRIO; DETALH. HIDRÔMETRO; DETALH. CAIXA D'ÁGUA; ISOMÉTRICO COZ./A. SERV.; TABELA REGISTRO E VÁLVULAS; TABELA CAIXA E RALOS; TABELA TUBOS RÍGIDOS; TABELA CONEXÕES PARA ESGOTO; TABELA CONEXÕES PARA ÁGUA FRIA.

FOLHA: A1
N: 03/03

DESCRIÇÃO : PROJETO HIDROSSANITÁRIO DE EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL

LOCAL : RUA AURELIANO GOMES, S/N, BAIRRO SANTANA - MURIAÉ MG

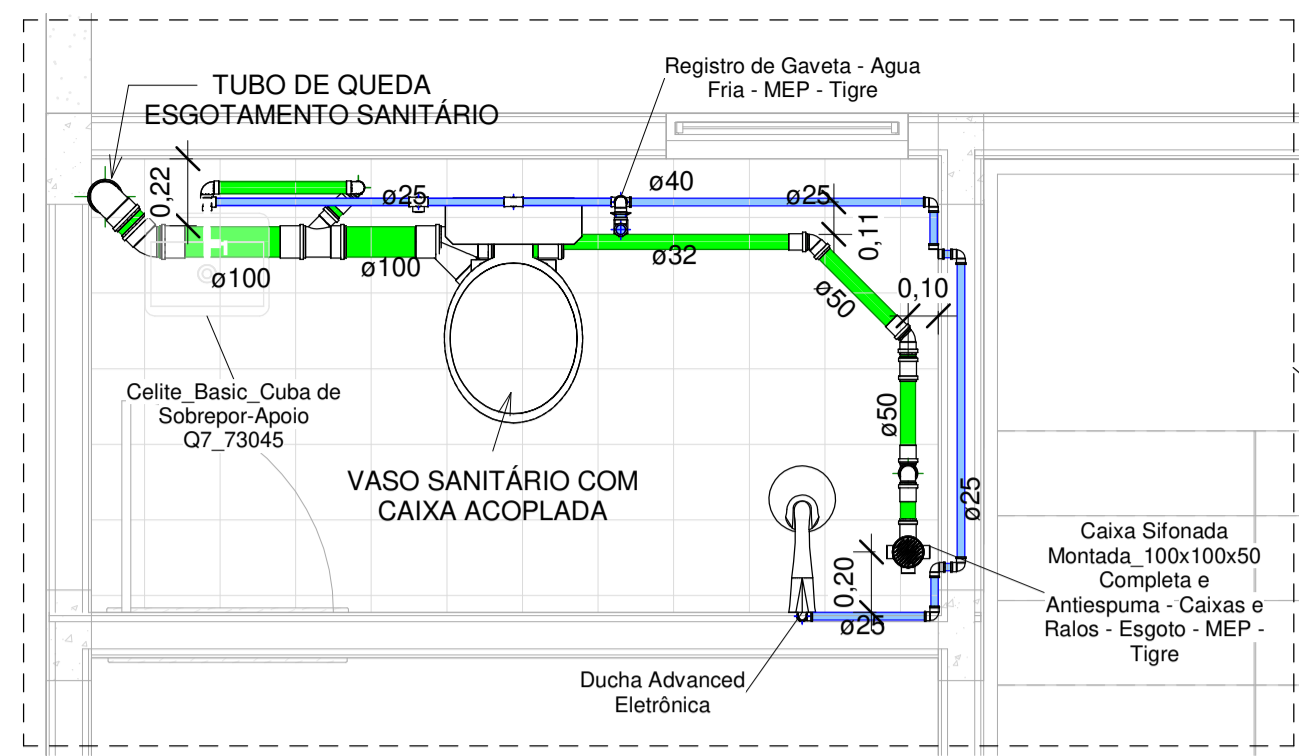
PROPRIETÁRIO: BANCA AVALIADORA TCC

ESCALA : INDICADAS DATA : NOVEMBRO/ 2022

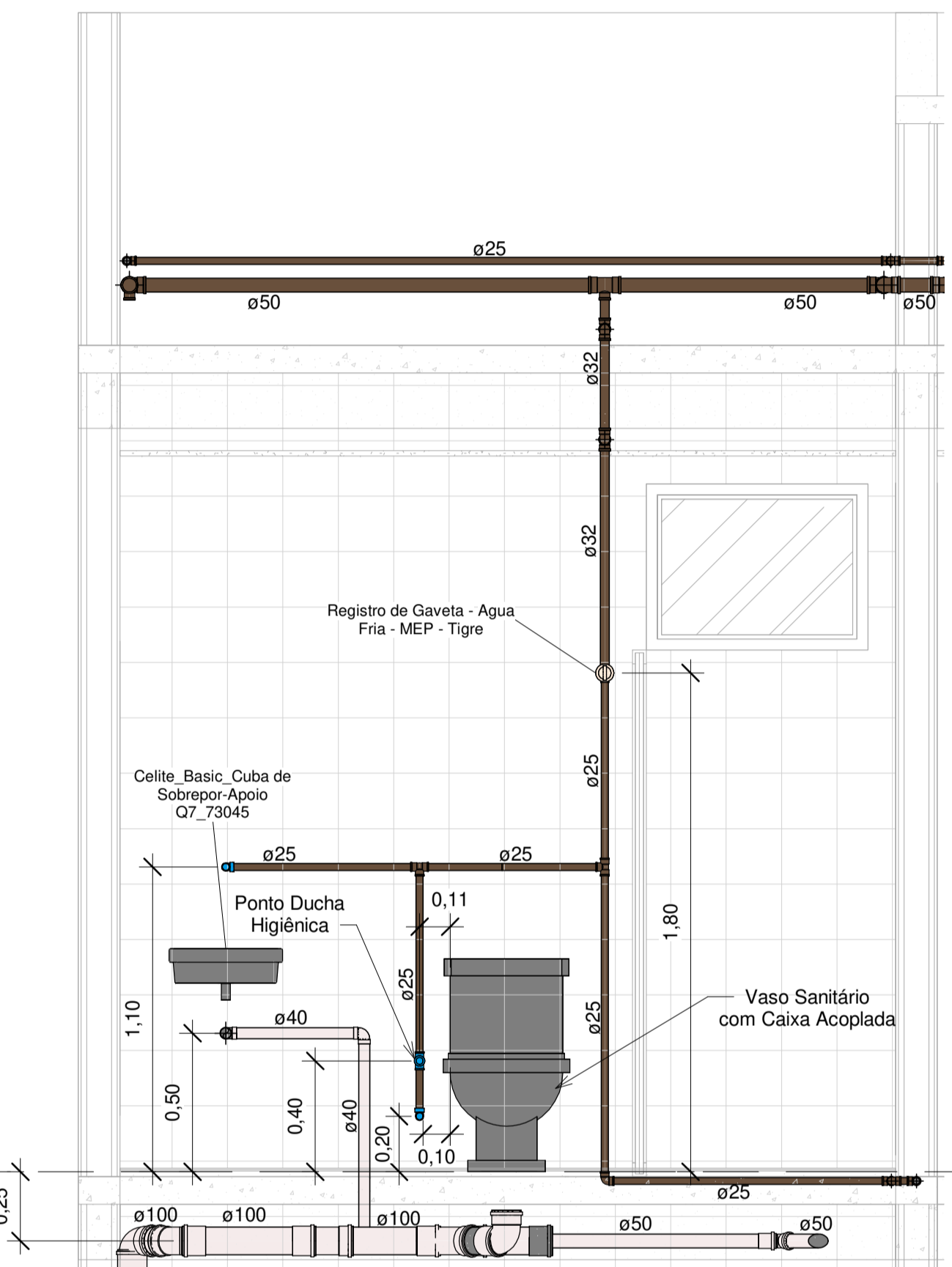
PROPRIETÁRIO:
BANCA AVALIADORA TCC

AUTORES DO PROJETO:
RAMOM DINIZ ENGENHEIRO CIVIL
WEDEN MARQUES DA SILVA FERNANDES ENGENHEIRO CIVIL

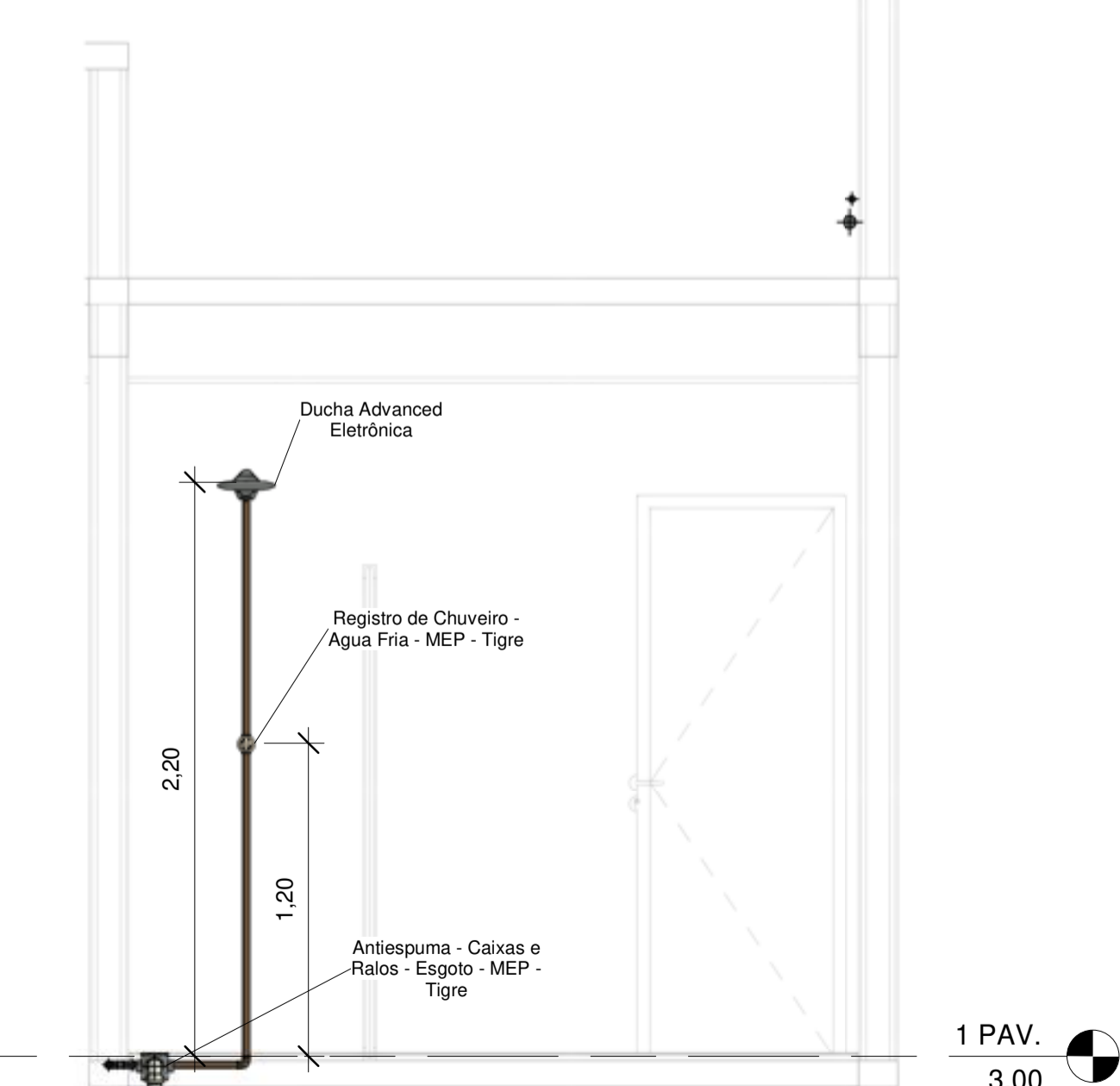
FAMINAS
Centro Universitário



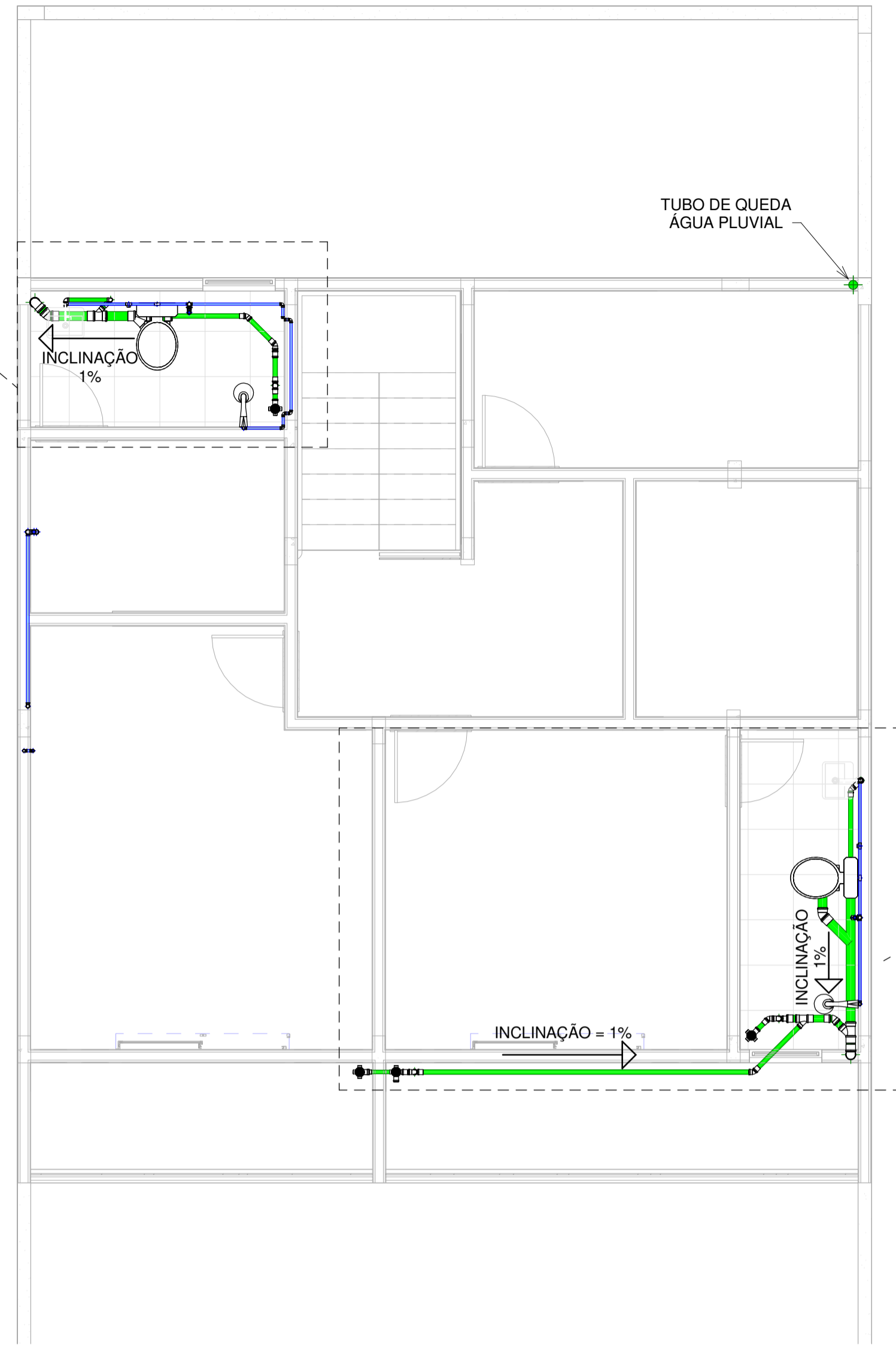
2 DETALHAMENTO WC 01
1 : 25



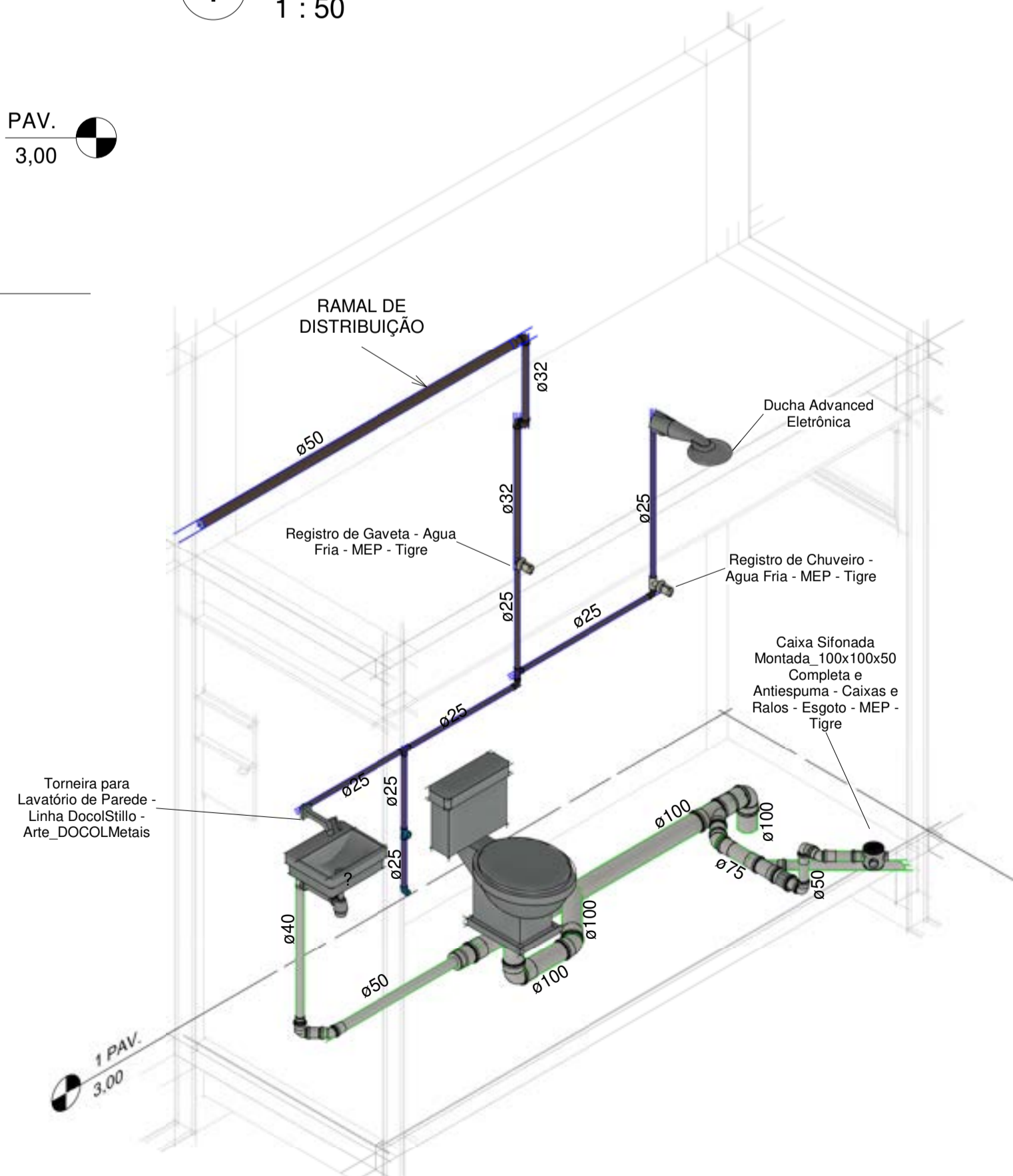
4 CORTE 1 - WC 01
1 : 20



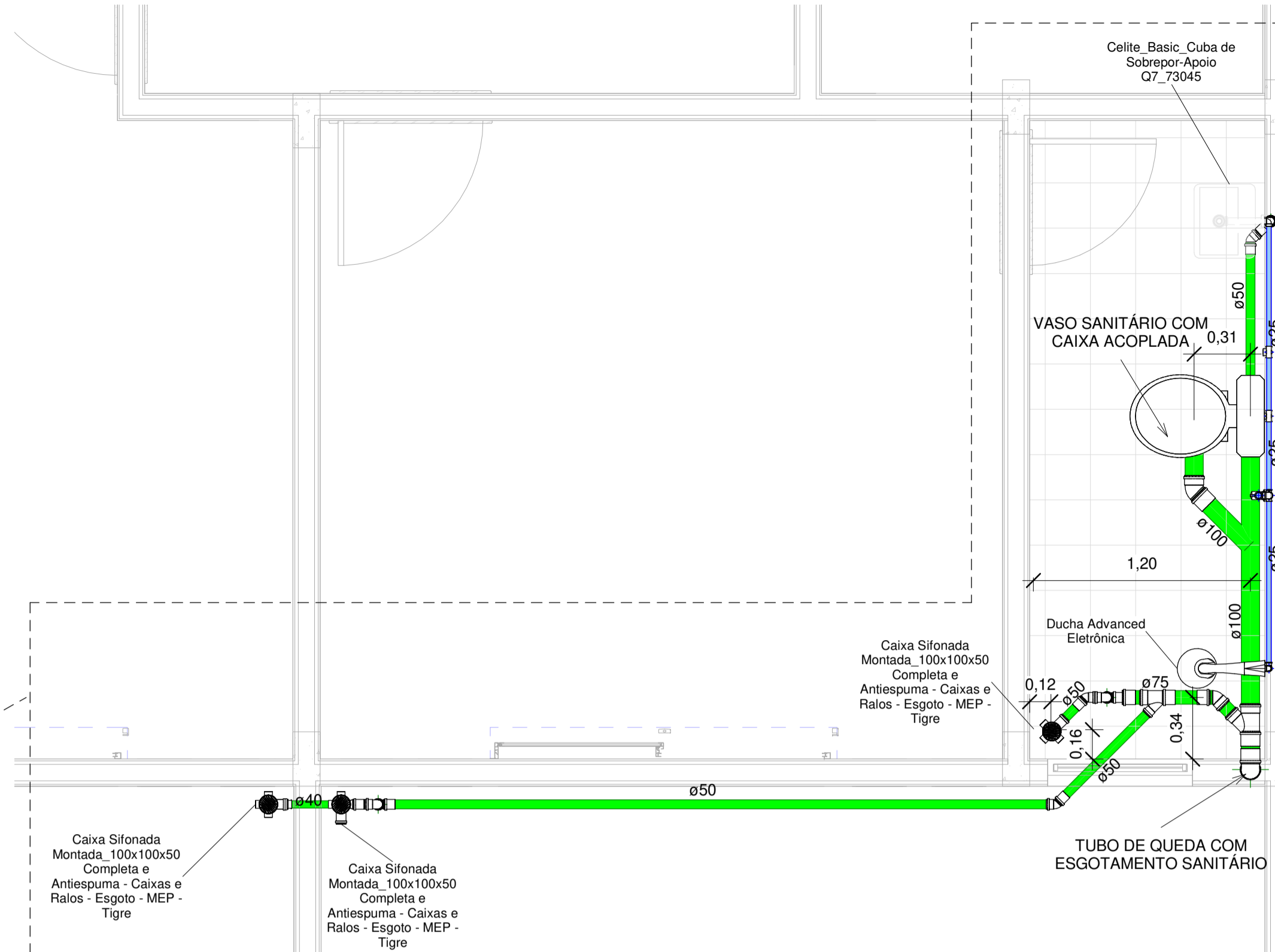
5 CORTE 2 - WC 01
1 : 25



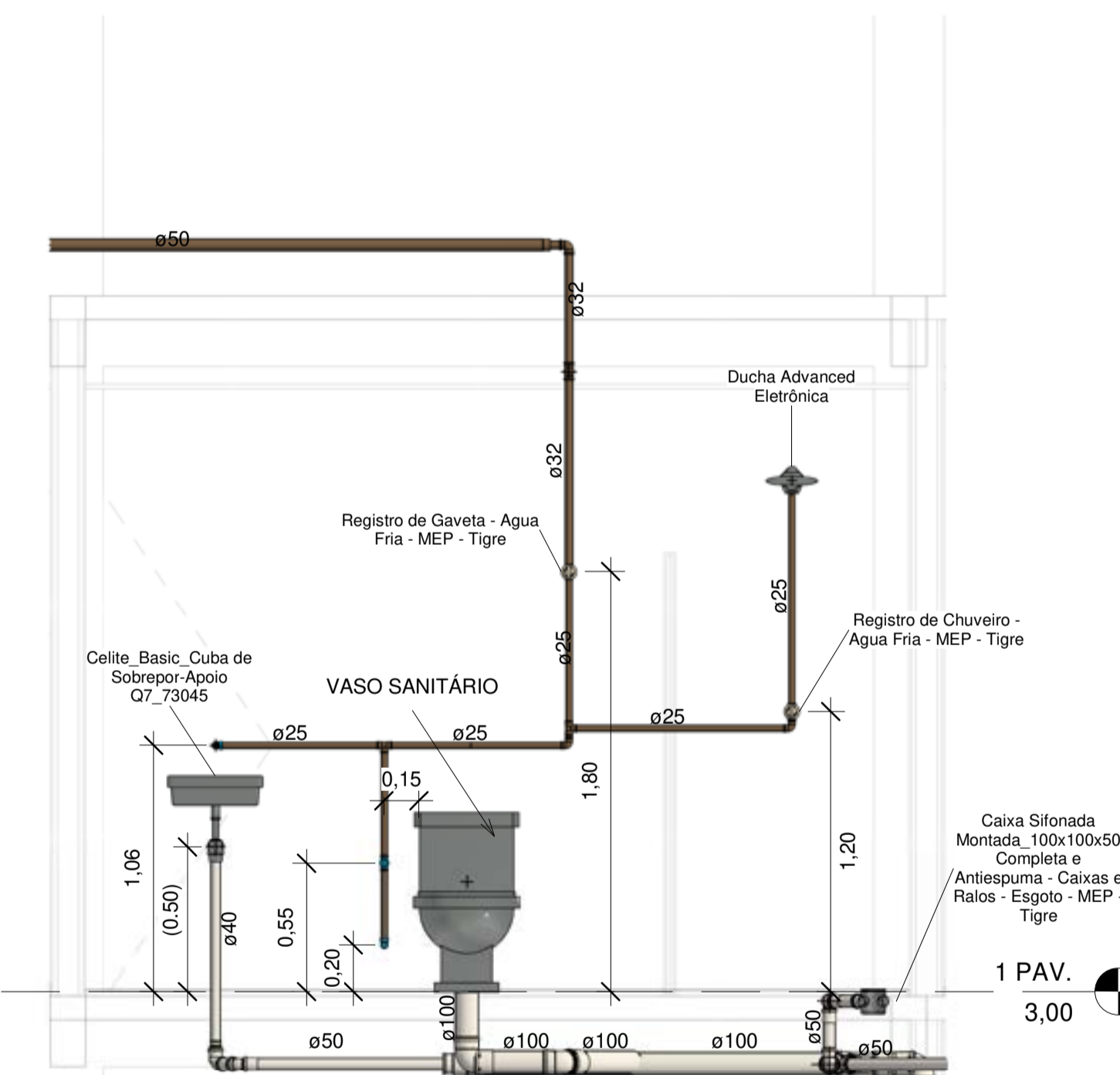
1 1º PAVIMENTO
1 : 50



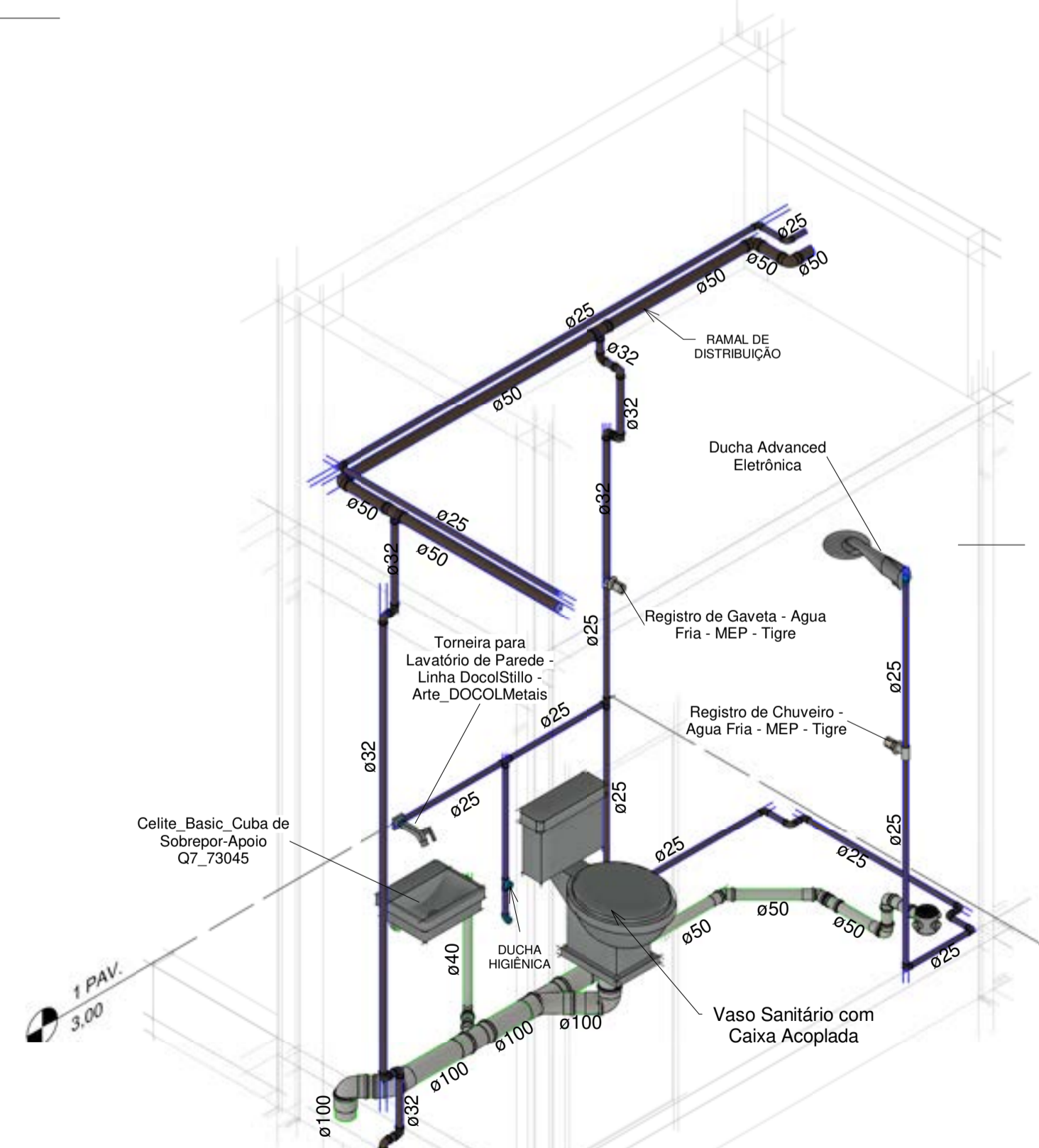
6 ISOMÉTRICO BANH. 02
1 : 25



3 DETALHAMENTO WC 02
1 : 25



8 CORTE 1 - WC 02
1 : 25



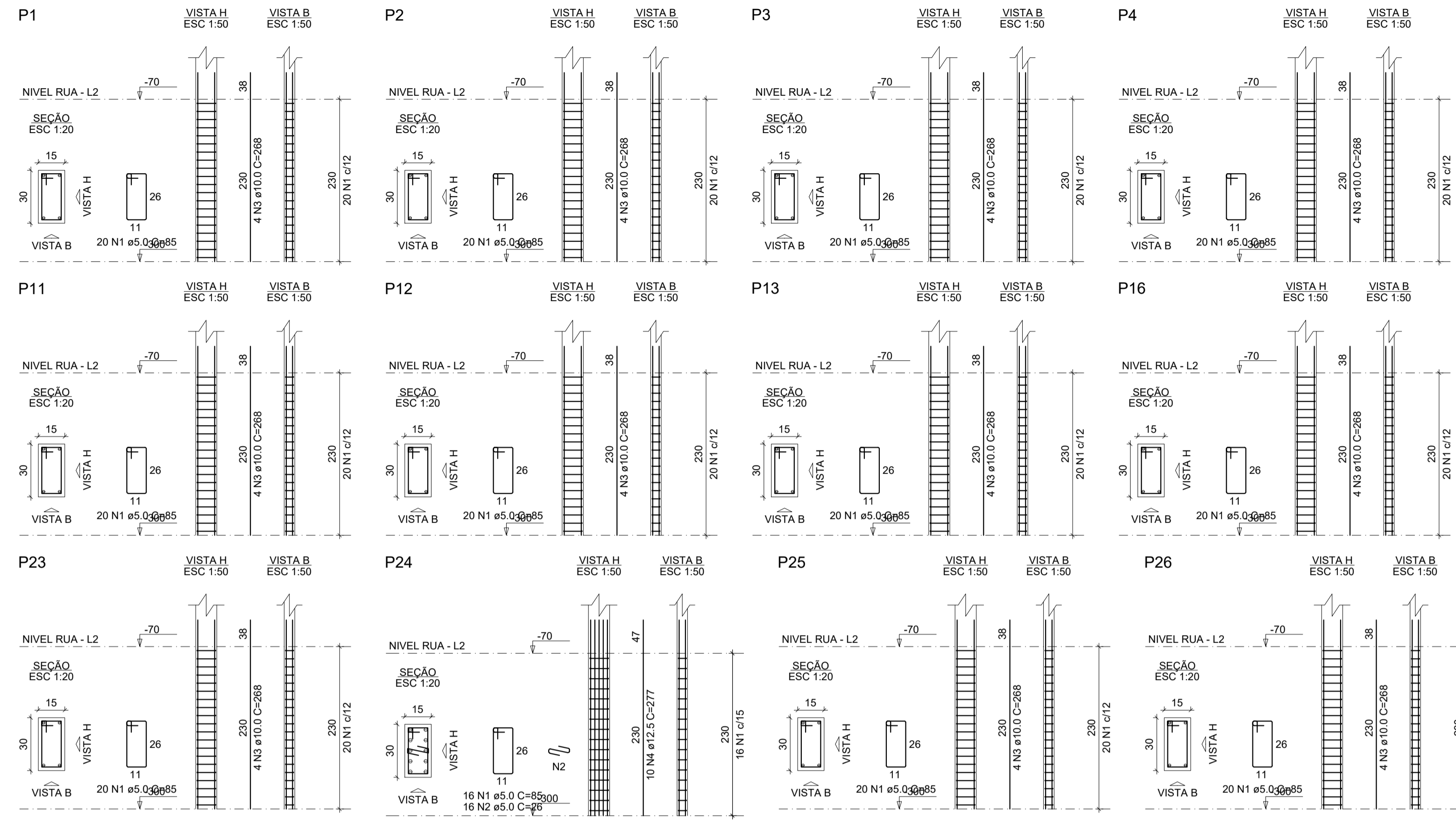
7 ISOMÉTRICO BANH. 01
1 : 25

PLANTA BAIXA 1º PAVIMENTO: DETALHAMENTO WC 01; DETALHAMENTO WC 02; CORTE 1 - WC 01; CORTE 2 - WC 02; ISOMÉTRICO BANH. 02; CORTE 1 - WC 02. FOLHA: A1 N: 01/03

DESCRIÇÃO : PROJETO HIDROSSANITÁRIO DE EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL
LOCAL : RUA AURELIANO GOMES, S/N, BAIRRO SANTANA - MURIAÉ MG
PROPRIETÁRIO: BANCA AVALIADORA TCC
ESCALA : INDICADAS
DATA : NOVEMBRO/ 2022

FAMINAS
Centro Universitário

PROPRIETÁRIO:
BANCA AVALIADORA TCC
AUTORES DO PROJETO:
RAMOM DINIZ
ENGENHEIRO CIVIL
WEDEN MARQUES DA SILVA FERNANDES
ENGENHEIRO CIVIL



RELAÇÃO DO AÇO

P1	P2	P3
P4	P5	P6
P7	P8	P9
P10	P11	P12
P13	P16	P17
P18	P19	P20
P21	P22	P23
P24	P25	P26
P27	P28	P29

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	536	85	45560
	2	5.0	16	26	416
CA50	3	10.0	104	268	27872
	4	12.5	10	277	2770

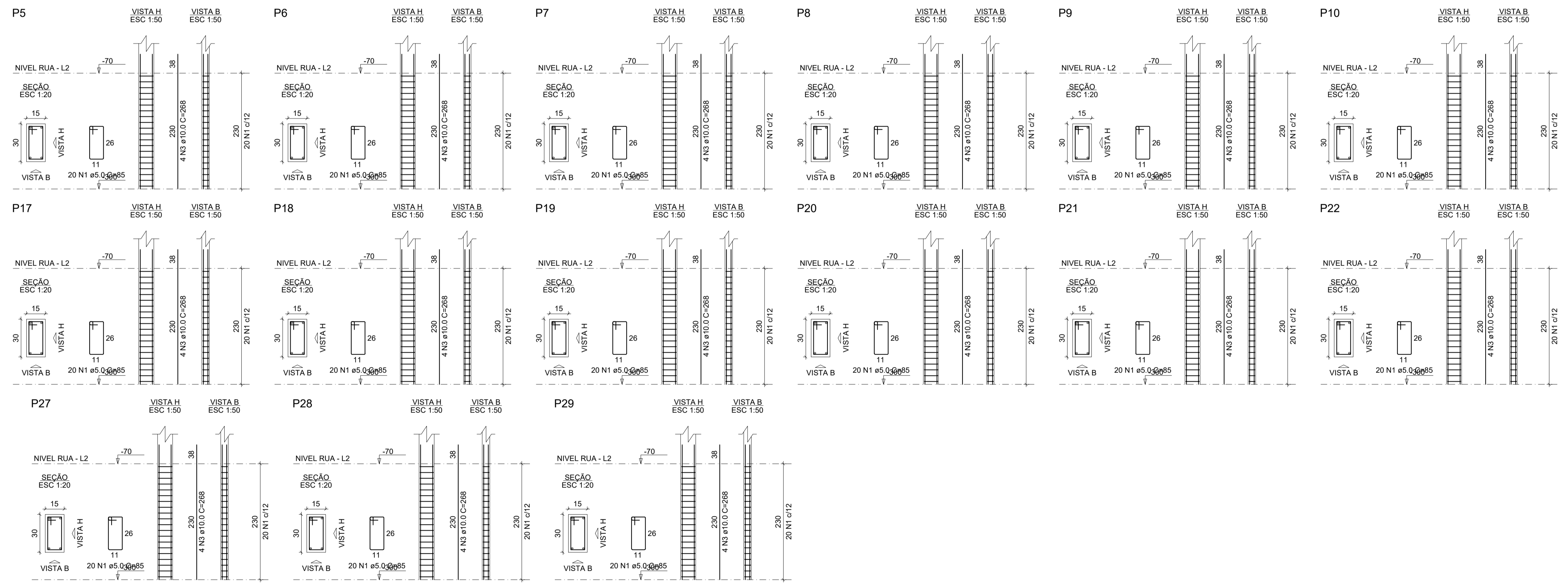
RESUMO DO AÇO

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	QUANT + 10% (Barras)	PESO + 10% (kg)
CA50	10.0	278.7	26	189
CA60	12.5	27.8	3	29.4
	5.0	459.8	43	78

PESO TOTAL (kg)

CA50	218.4
CA60	78

Volume de concreto (C-25) = 2.79 m³
 Área de forma = 55.89 m²

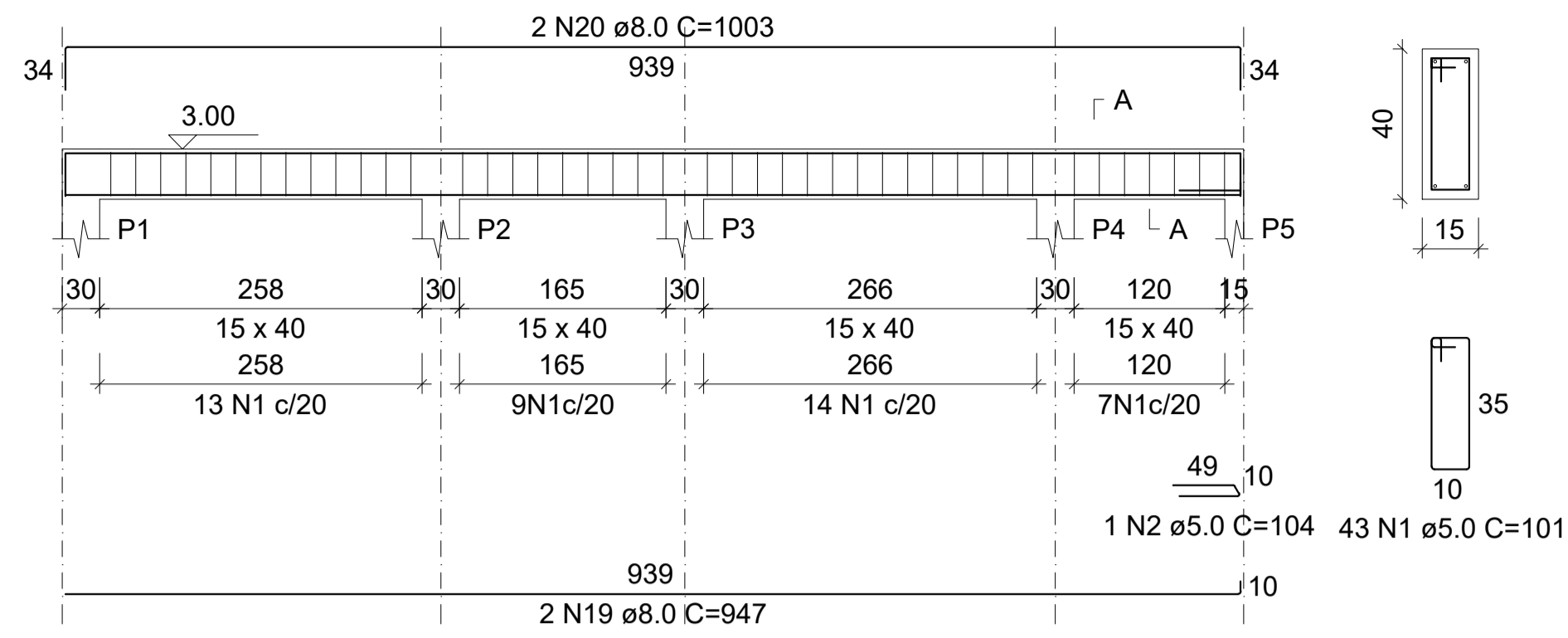


Pilares nível rua
 escala 1:50

PILARES NÍVEL RUA.		FOLHA: A1
		N: 02/04
<p>DESCRIÇÃO: PROJETO ESTRUTURAL</p> <p>LOCAL: RUA AURELIANO GOMES, S/N, BAIRRO SANTANA - MURIAÉ MG</p> <p>PROPRIETÁRIO: BANCA AVALIADORA TCC</p> <p>ESCALA: INDICADAS</p> <p style="text-align: right;">DATA: NOVEMBRO/ 2022</p>		
<p>PROPRIETÁRIO:</p> <p>BANCA AVALIADORA TCC</p> <p>AUTORES DO PROJETO:</p> <p>RAMOM DINIZ ENGENHEIRO CIVIL</p> <p>WEDEN MARQUES DA SILVA FERNANDES ENGENHEIRO CIVIL</p>		

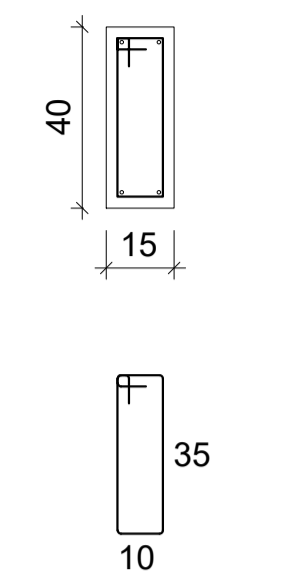
V1 (15 x 40)

ESC 1:75



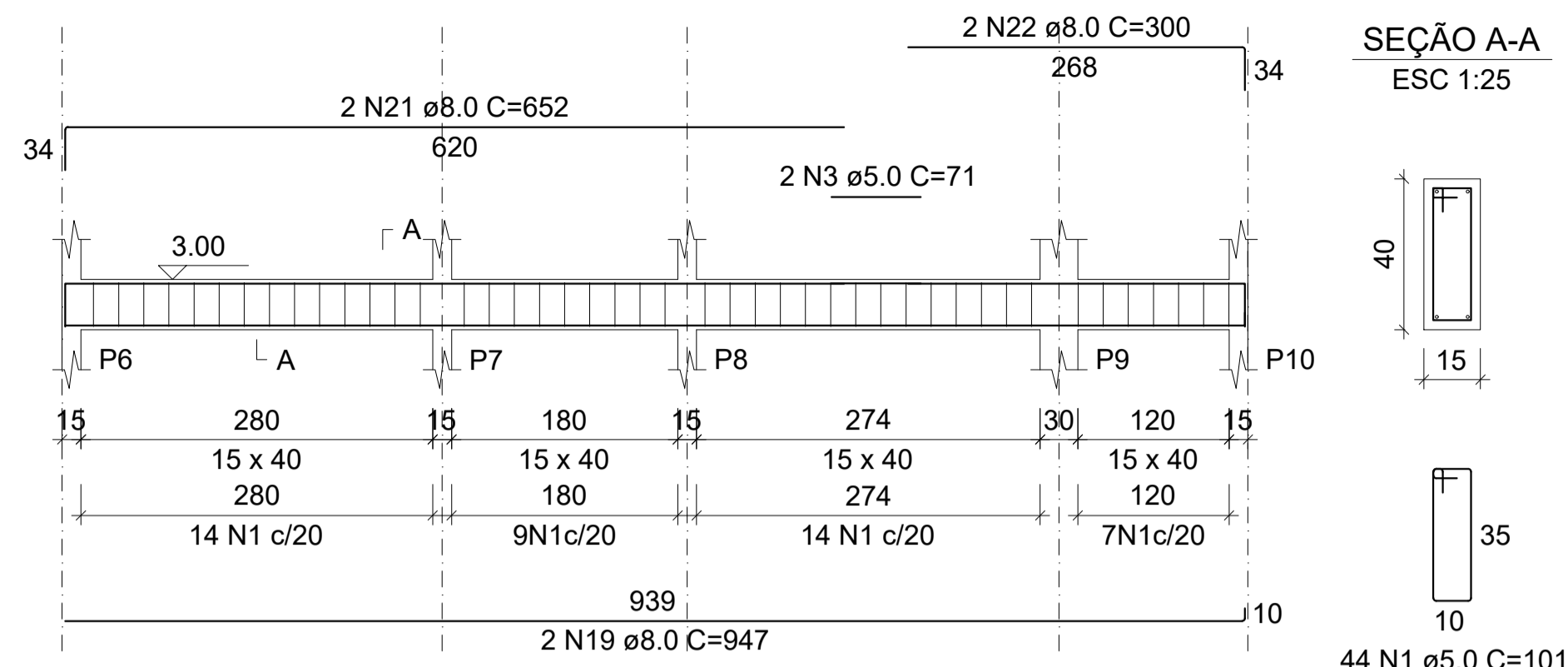
SEÇÃO A-A

ESC 1:25



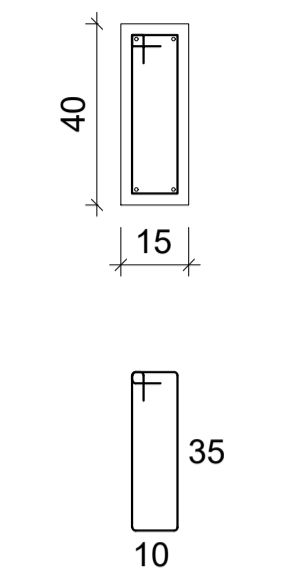
V2 (15 x 40)

ESC 1:75



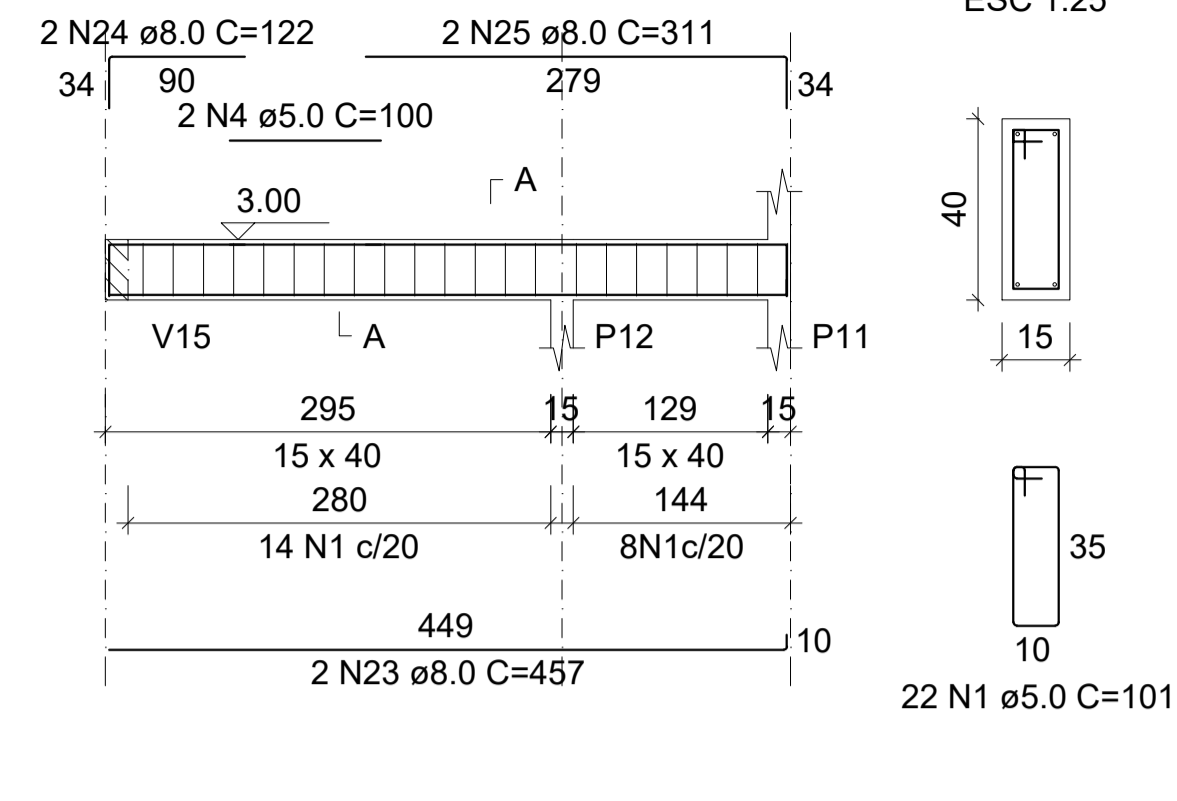
SEÇÃO A-A

ESC 1:25



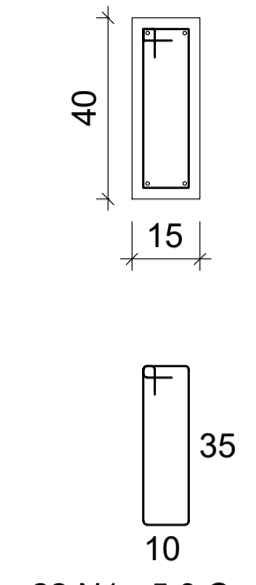
V3 (15 x 40)

ESC 1:75



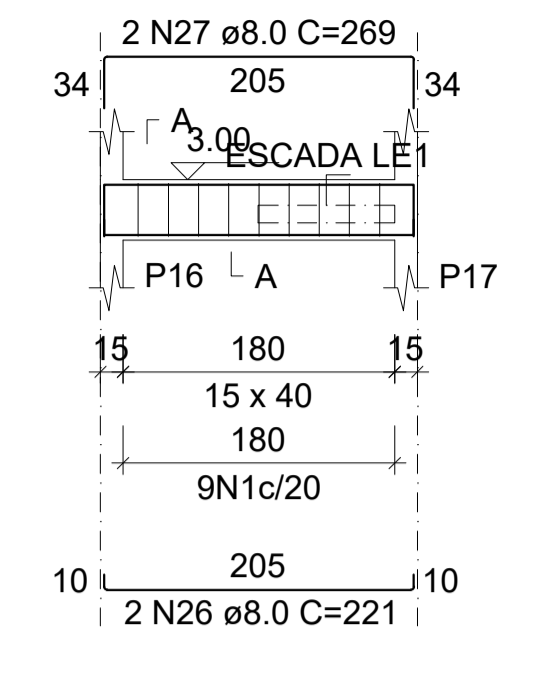
SEÇÃO A-A

ESC 1:25



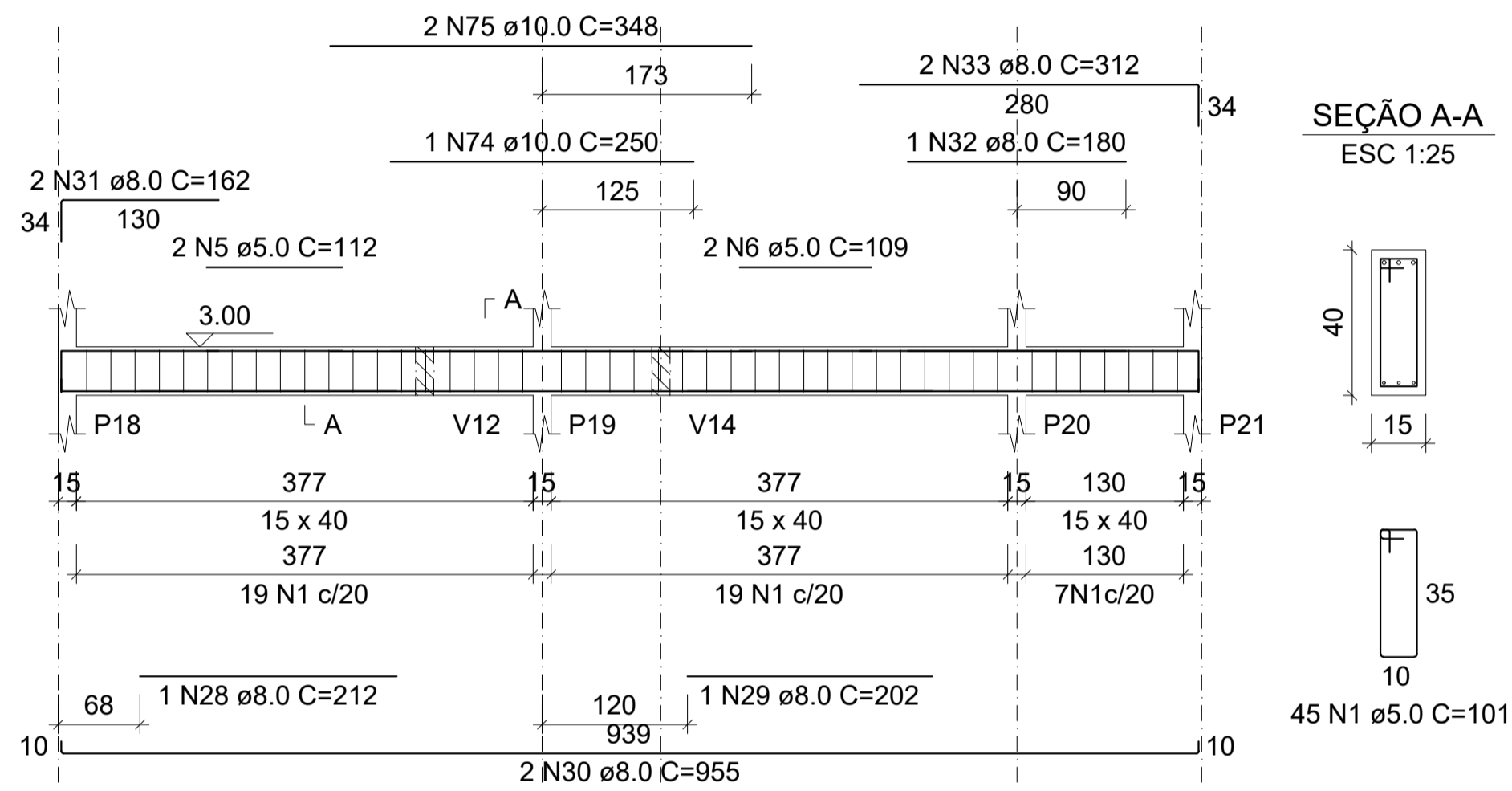
V4 (15 x 40)

ESC 1:75



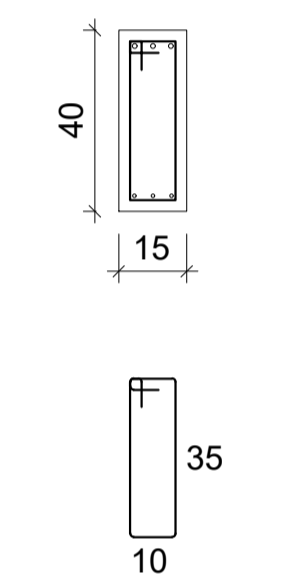
V5 (15 x 40)

ESC 1:75



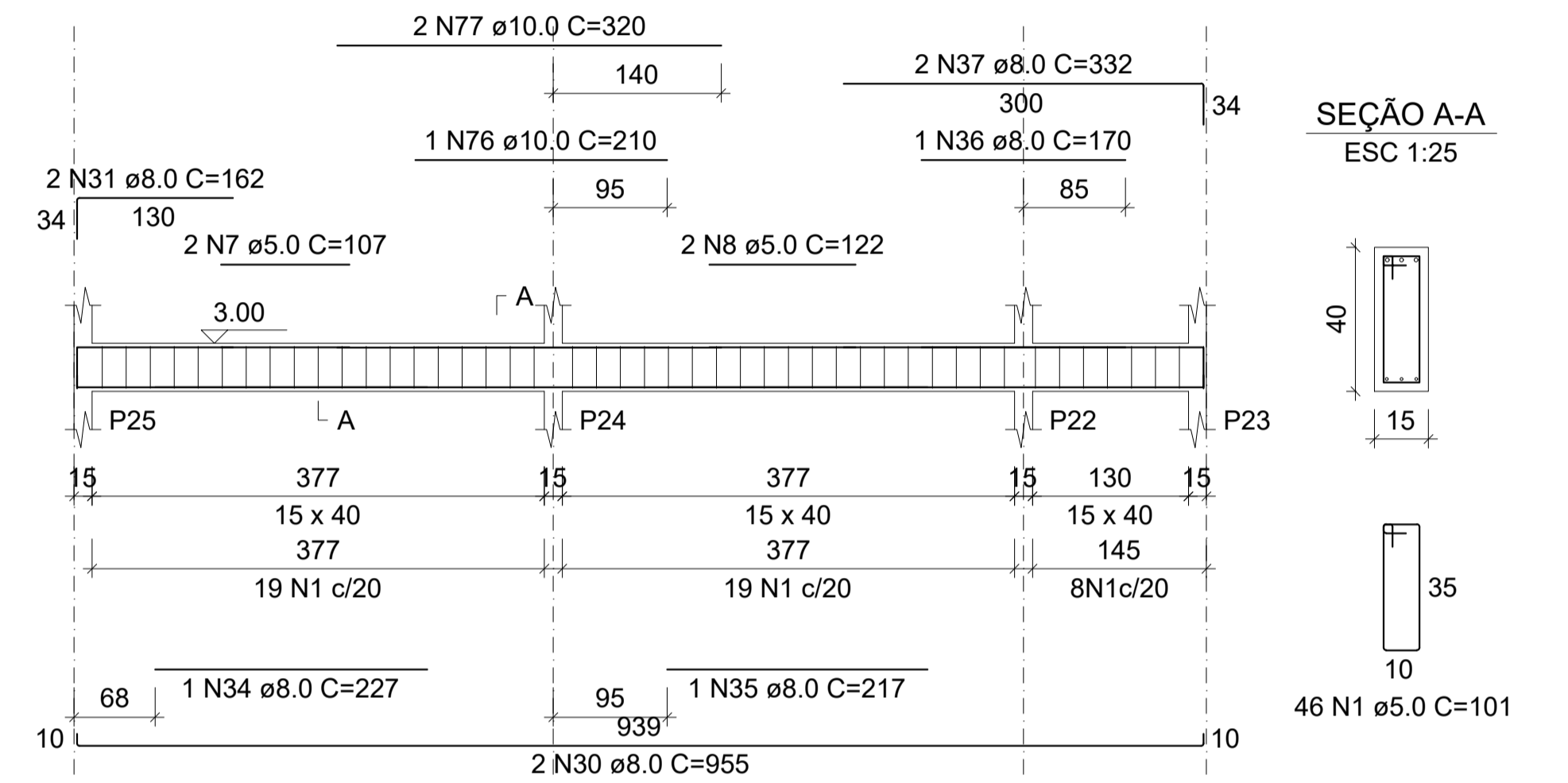
SEÇÃO A-A

ESC 1:25



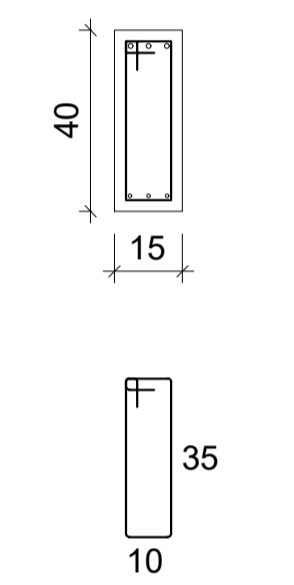
V6 (15 x 40)

ESC 1:75



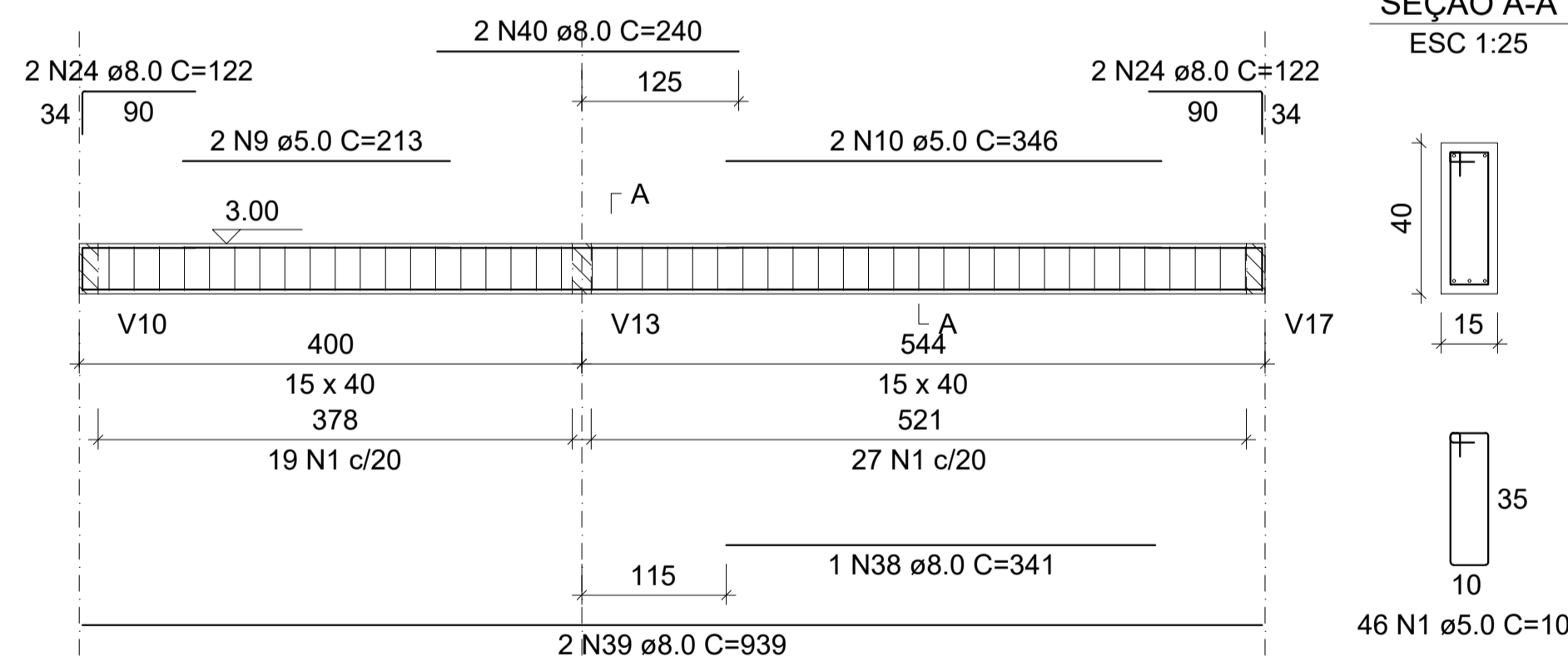
SEÇÃO A-A

ESC 1:25



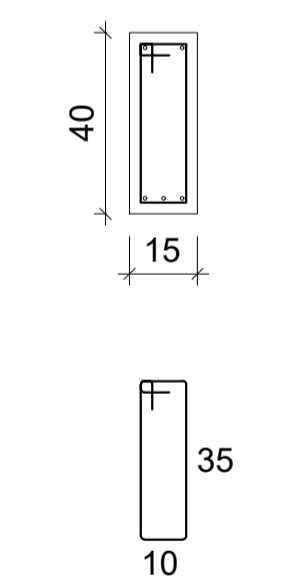
V7 (15 x 40)

ESC 1:75



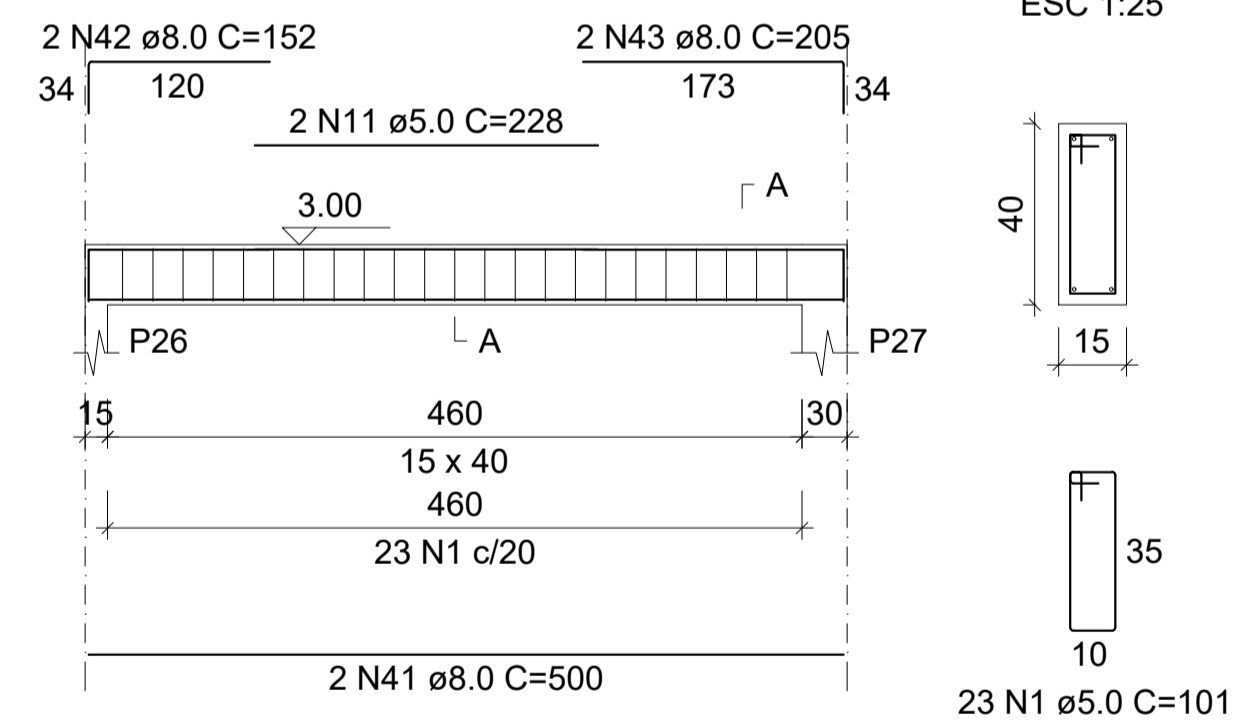
SEÇÃO A-A

ESC 1:25



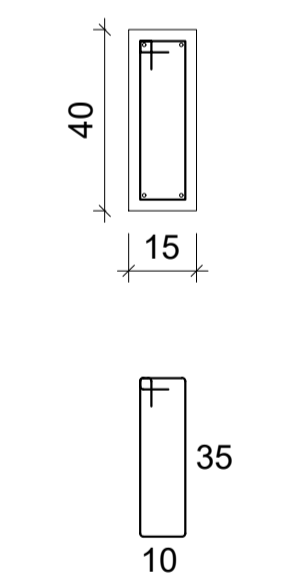
V8 (15 x 40)

ESC 1:75



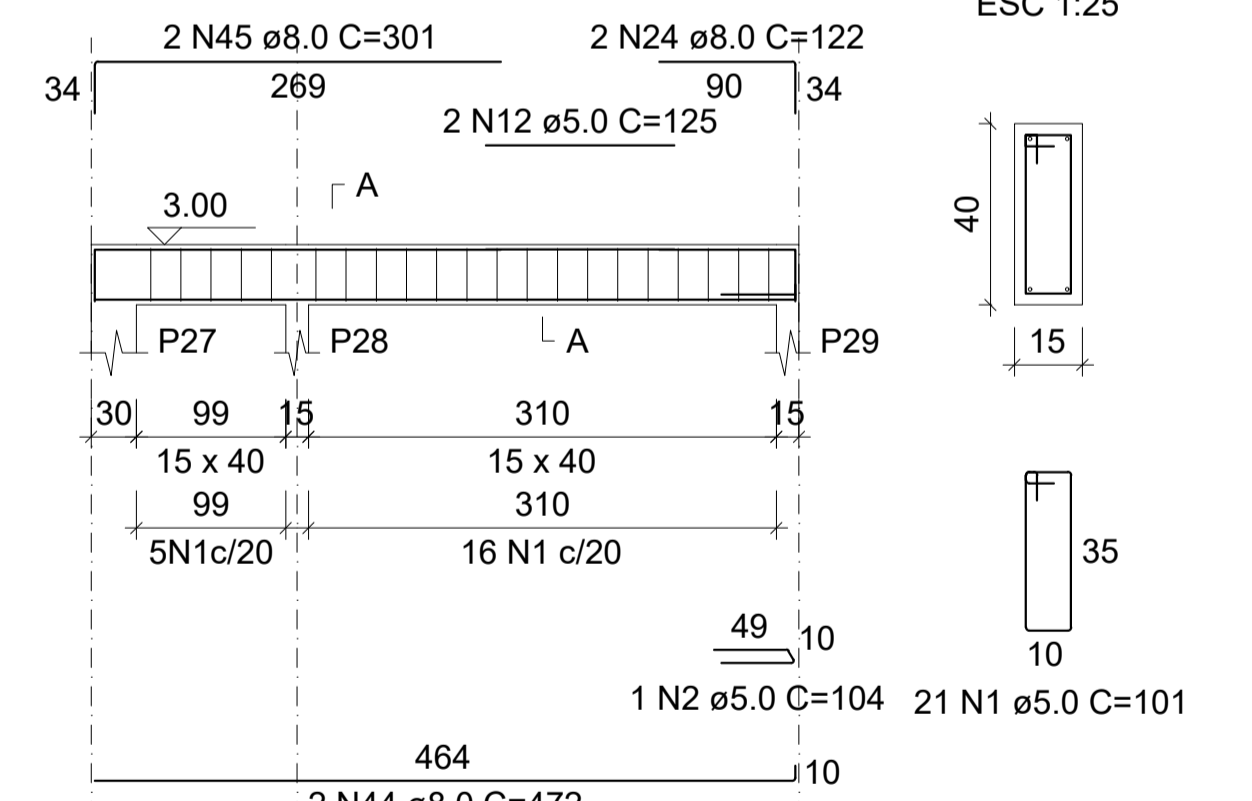
SEÇÃO A-A

ESC 1:25



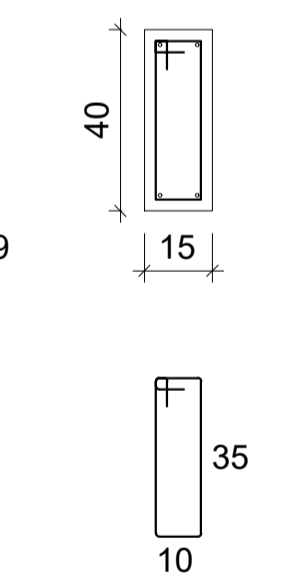
V9 (15 x 40)

ESC 1:75



SEÇÃO A-A

ESC 1:25



RELAÇÃO DO AÇO

V1	V2	V3
V4	V5	V6
V7	V8	V9
V10	V11	V12
V13	V14	V15
V16	V17	V18
V19	V20	V21

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	565	101	57065
	2	5.0	5	104	520
	3	5.0	2	71	142
	4	5.0	2	100	200
	5	5.0	2	112	224
	6	5.0	2	109	218
	7	5.0	2	107	214
	8	5.0	2	122	244
	9	5.0	2	213	426
	10	5.0	2	346	692
	11	5.0	2	228	456
	12	5.0	2	125	250
	13	5.0	2	106	212
	14	5.0	2	115	230
	15	5.0	2	70	140
	16	5.0	2	90	180
	17	5.0	2	110	220
CA50	18	6.3	4	366	1464
	19	8.0	4	947	3788
	20	8.0	2	1003	2006
	21	8.0	2	652	1304
	22	8.0	2	300	600
	23	8.0	2	457	914
	24	8.0	8	122	976
	25	8.0	2	311	622
	26	8.0	4	221	884
	27	8.0	4	269	1076
	28	8.0	1	212	212
	29	8.0	1	202	202
	30	8.0	4	955	3820
31	8.0	4	162	648	
32	8.0	1	180	180	
33	8.0	2	312	624	
34	8.0	1	227	227	
35	8.0	1	217	217	
36	8.0	2	170	340	
37	8.0	2	332	664	
38	8.0	1	341	341	
39	8.0	2	939	1878	
40	8.0	2	240	480	
41	8.0	2	500	1000	
42	8.0	2	152	304	
43	8.0	2	205	410	
44	8.0	2	472	944	
45	8.0	2	301	602	
46	8.0	2	1028	2056	
47	8.0	2	165	330	
48	8.0	2	170	340	
49	8.0	1	190	190	
50	8.0	2	275	550	

RESUMO DO AÇO

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	QUANT + 10% (Barras)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	14.6	2	3.9
	8.0	474.3	44	205.9
	10.0	39.6	4	26.8
CA60	5.0	616.3	57	104.5
PESO TOTAL (kg)				
CA50	236.7			
CA60	104.5			

Volume de concreto (C-25) = 6.51 m³
 Área de forma = 92.76 m²

Vigas 1º PAV

escala 1:50

VIGAS 1º PAVIMENTO.

FOLHA: A1

N: 03/04

DESCRIÇÃO: PROJETO ESTRUTURAL

LOCAL: RUA AURELIANO GOMES, S/N, BAIRRO SANTANA - MURIAÉ MG

PROPRIETÁRIO: BANCA AVALIADORA TCC

DATA: NOVEMBRO/ 2022

ESCALA: INDICADAS

PROPRIETÁRIO:

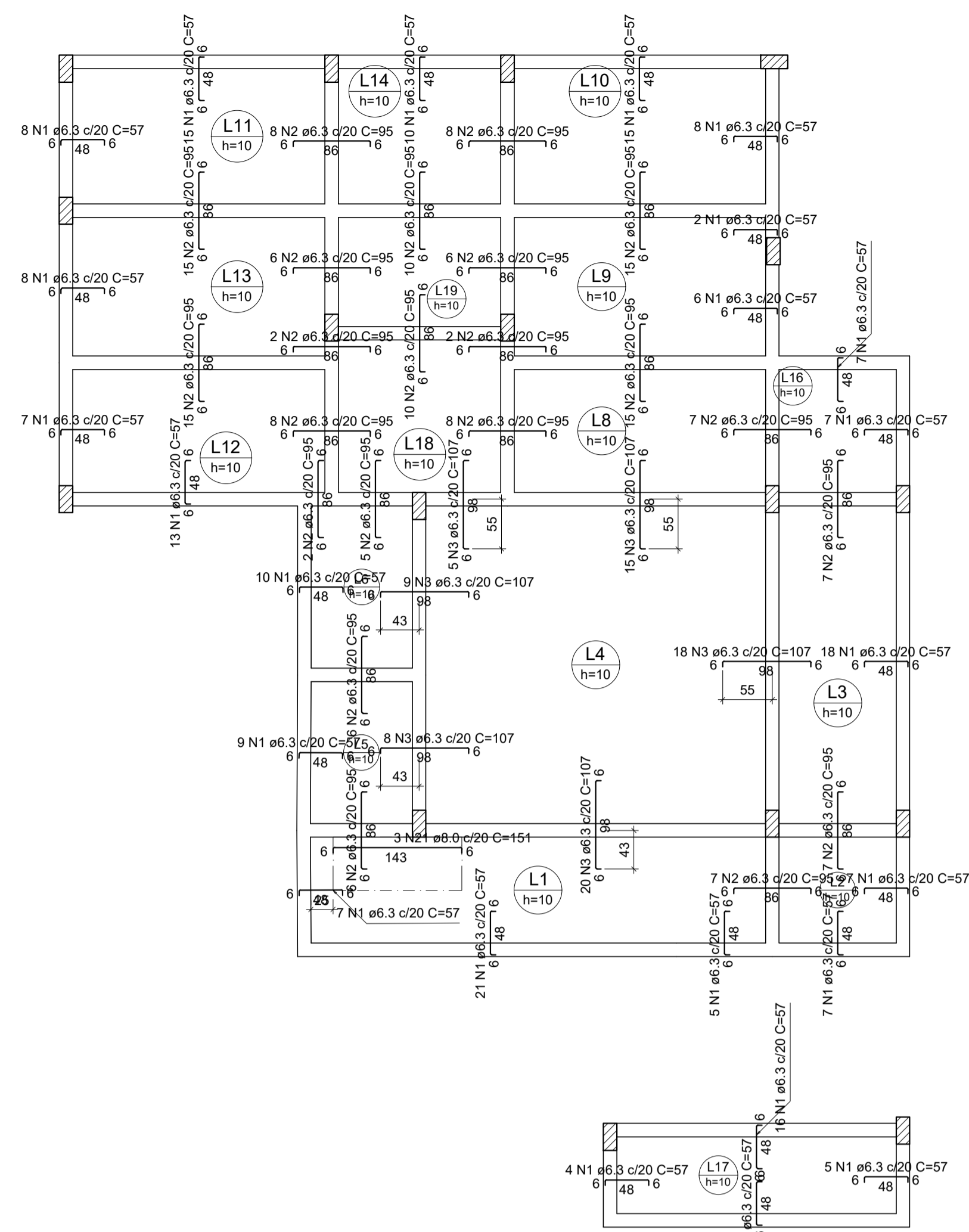
BANCA AVALIADORA TCC

AUTORES DO PROJETO:

RAMOM DINIZ
ENGENHEIRO CIVIL

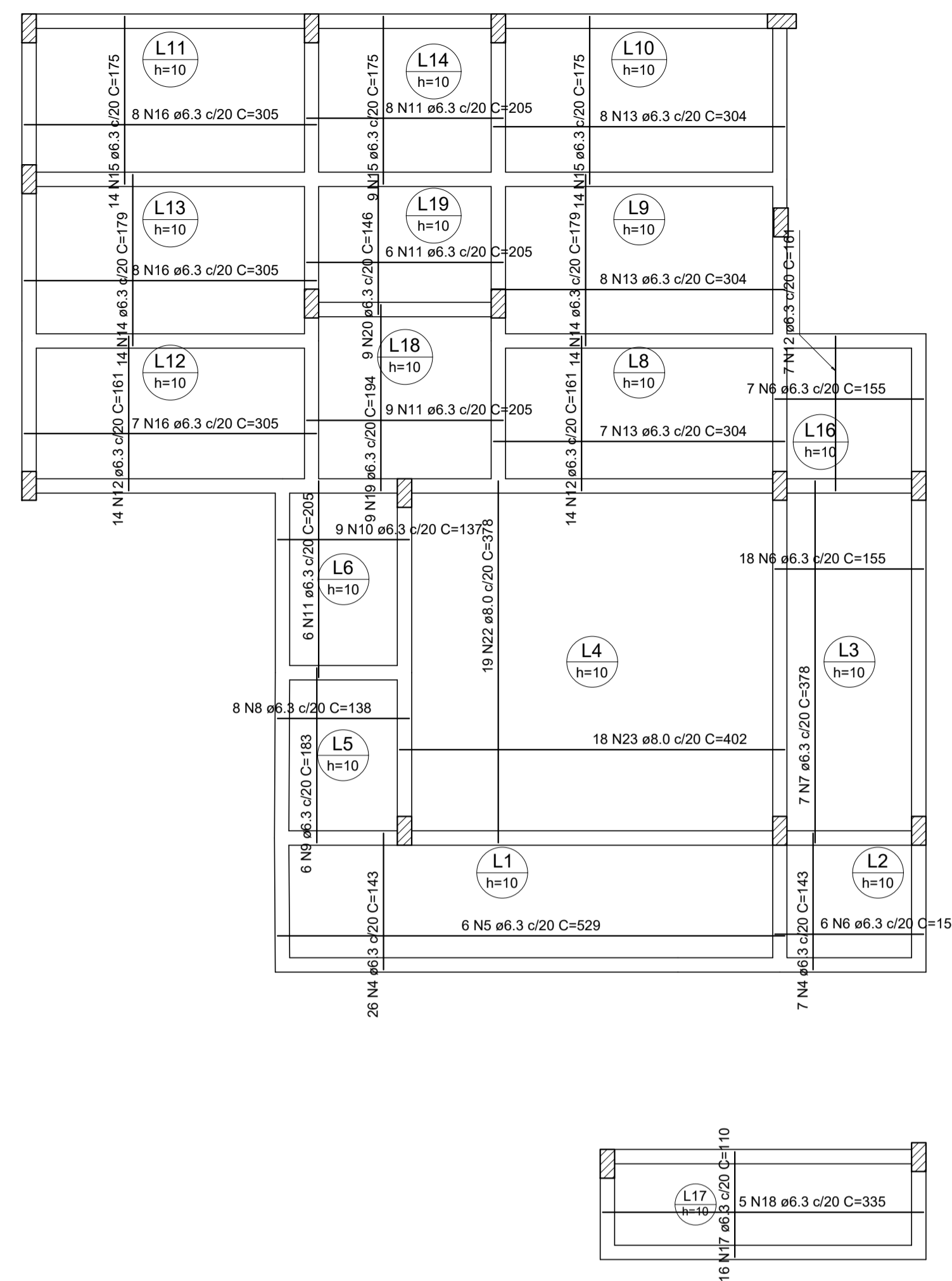
WEDEN MARQUES DA SILVA FERNANDES
ENGENHEIRO CIVIL





Armação negativa das lajes do pavimento terreo

escala 1:50



Armação positiva das lajes do pavimento terreo

escala 1:50

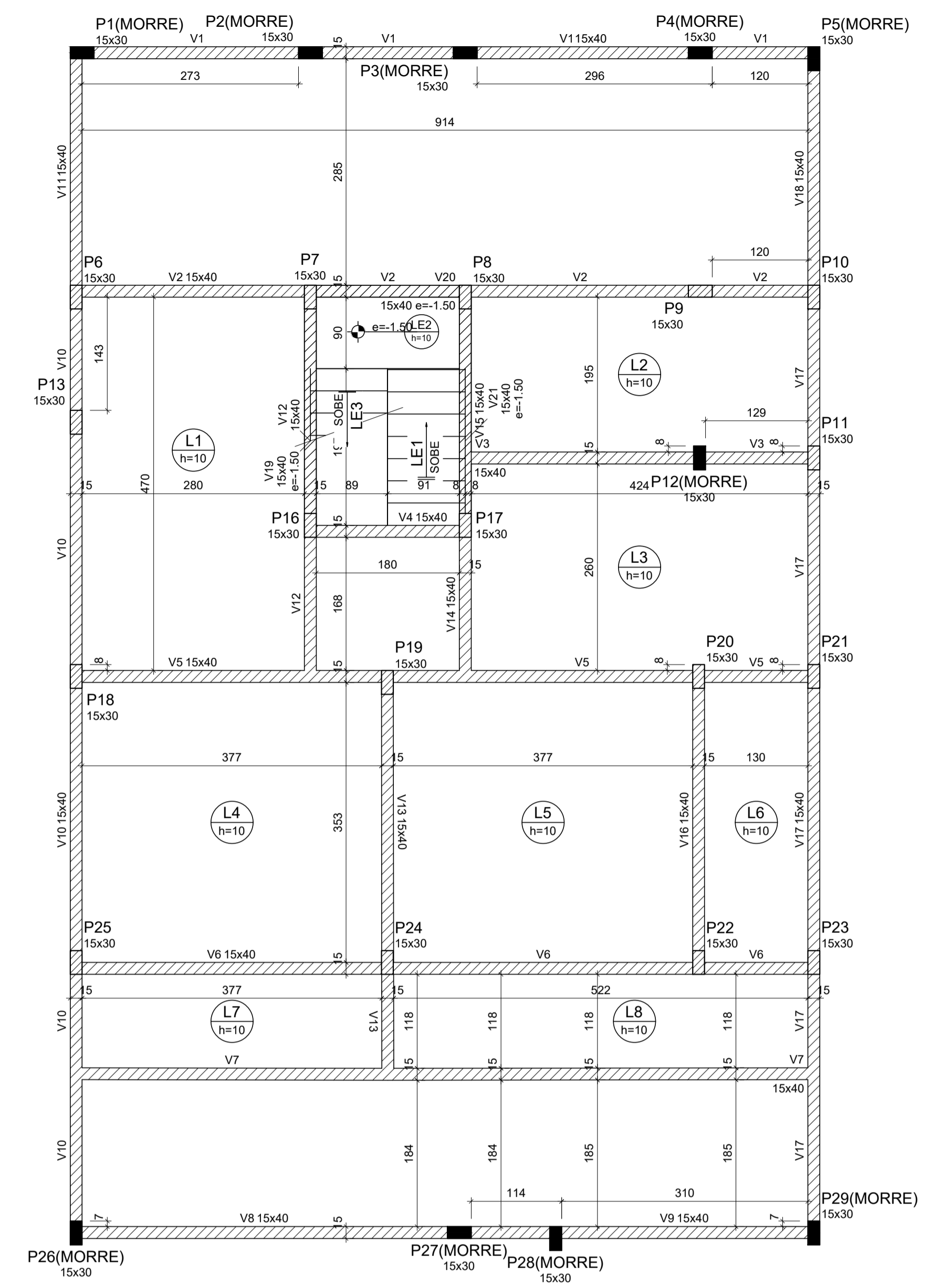
RELAÇÃO DO AÇO

Negativos		Positivos			
AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA50	1	6.3	231	57	13167
	2	6.3	175	95	16625
	3	6.3	75	107	8025
	4	6.3	33	143	4719
	5	6.3	6	529	3174
	6	6.3	31	155	4805
	7	6.3	7	378	2646
	8	6.3	8	138	1104
	9	6.3	6	183	1098
	10	6.3	9	137	1233
	11	6.3	29	205	5945
	12	6.3	35	161	5635
	13	6.3	23	304	6992
	14	6.3	28	179	5012
	15	6.3	37	175	6470
	16	6.3	23	305	7015
	17	6.3	16	110	1760
	18	6.3	5	335	1675
	19	6.3	9	194	1746
	20	6.3	9	146	1314
	21	8.0	3	151	453
	22	8.0	19	378	7182
	23	8.0	18	402	7236

RESUMO DO AÇO

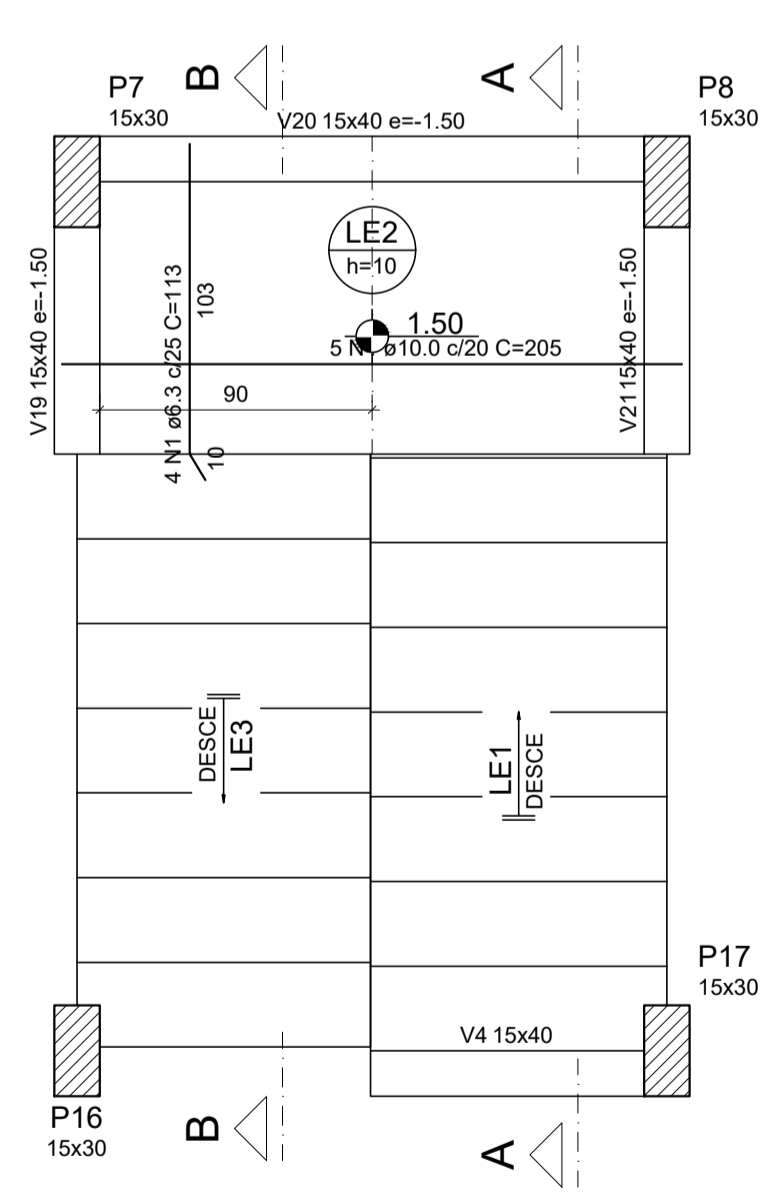
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	QUANT + 10% (Barras)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	1001.6	92	269.6
	8.0	148.7	14	64.5
PESO TOTAL (kg)				334.2

Volume de concreto (C-25) = 6.63 m³
Área de forma = 66.25 m²



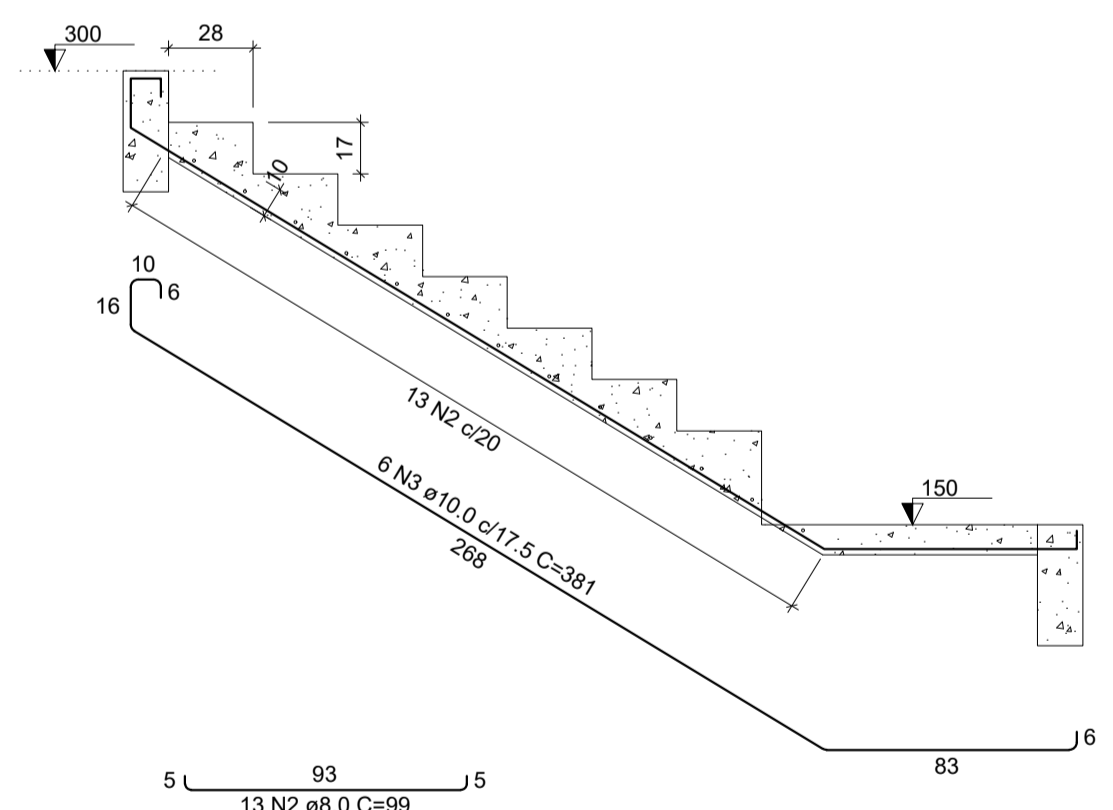
Forma do pavimento 1 pavimento

escala 1:50



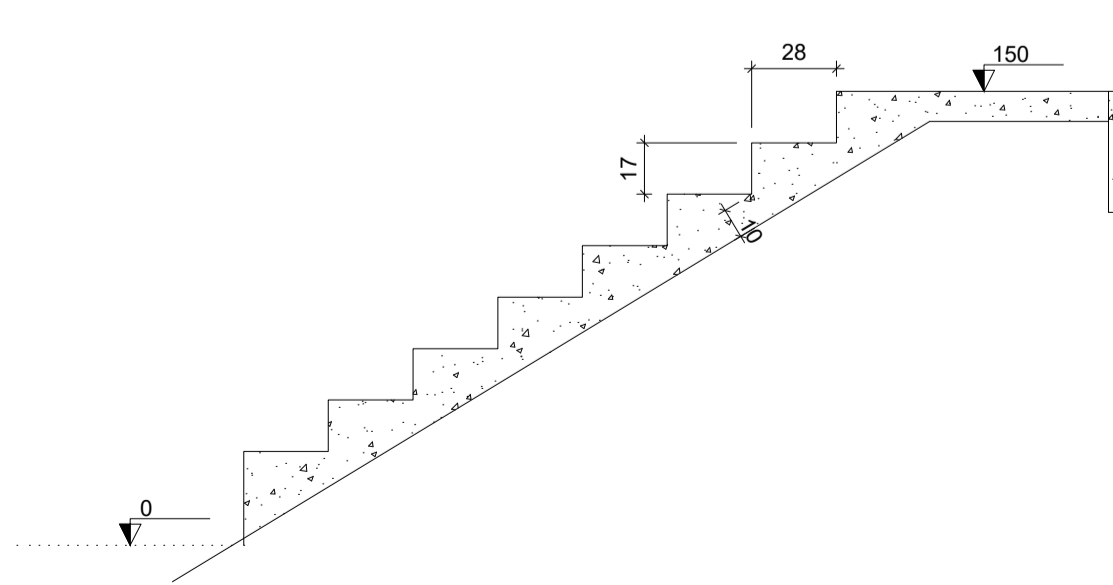
Armação positiva da escada E1

ESC 1:25



Corte A-A (LE1)

ESC 1:25



Corte B-B (LE3)

ESC 1:25

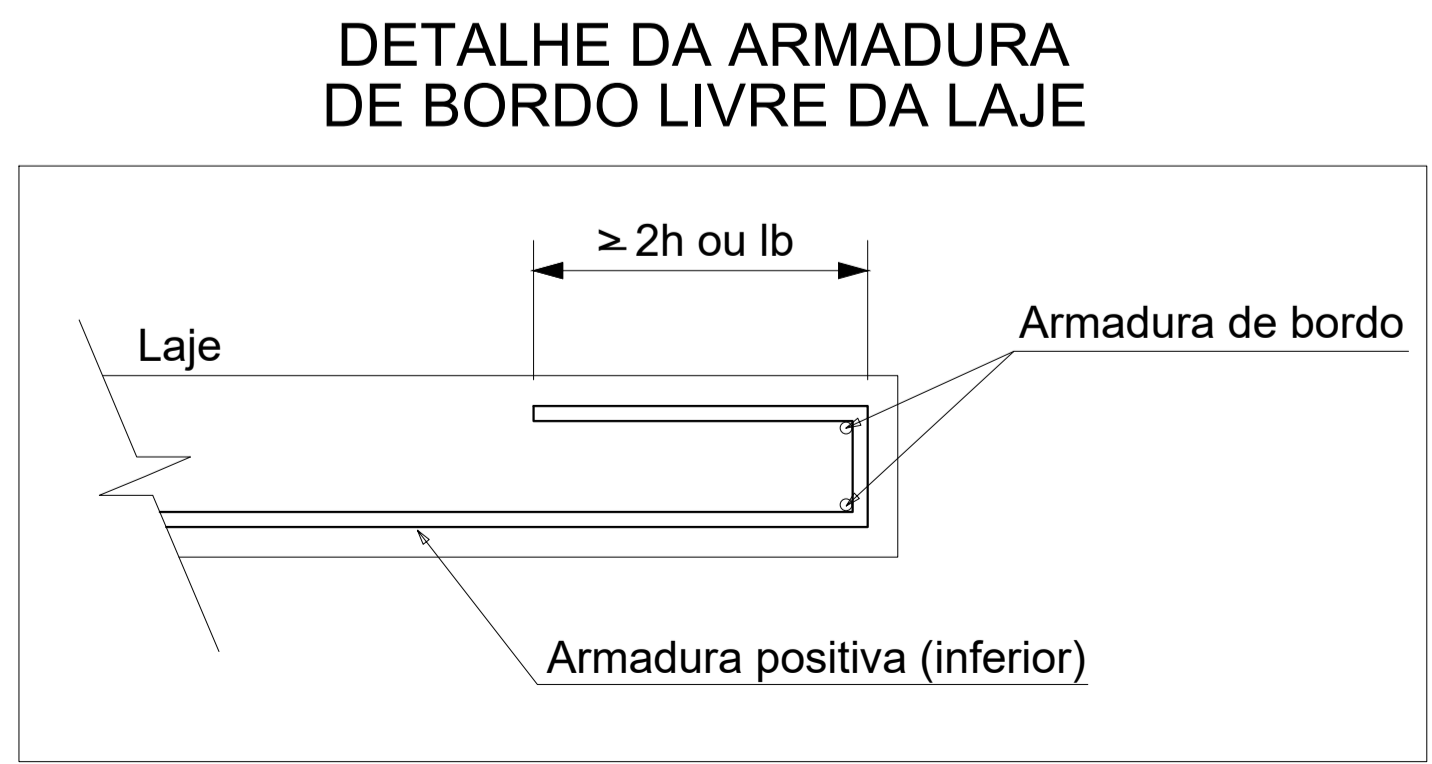
RELAÇÃO DO AÇO

LE1		LE2			
AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA50	1	6.3	4	113	452
	2	8.0	13	99	1287
	3	10.0	6	381	2286
	4	10.0	5	295	1025

RESUMO DO AÇO

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	QUANT + 10% (Barras)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	4.5	1	1.2
	8.0	12.9	2	5.6
	10.0	33.1	4	22.5
PESO TOTAL (kg)				29.3

Volume de concreto (C-25) = 0.57 m³
Área de forma = 6.77 m²



Características dos materiais

f _{ck} (MPa)	25
-----------------------	----

Legenda dos pilares

- Pilar que morre
- ▨ Pilar que passa

Legenda das vigas e paredes

- ▨ Viga

Lajes

Nome	Tipo	Altura (cm)	Dados			Sobrecarga (kN/m²)	
			Elevação (m)	Nível (m)	Peso próprio (kN/m²)	Total	Localizada
L1	Maciça	10	0.00	3	2.50	2.50	sim
L2	Maciça	10	0.00	3	2.50	2.50	-
L3	Maciça	10	0.00	3	2.50	2.50	sim
L4	Maciça	10	0.00	3	2.50	2.50	-
L5	Maciça	10	0.00	3	2.50	2.50	-
L6	Maciça	10	0.00	3	2.50	2.50	-
L7	Maciça	10	0.00	3	2.50	2.50	-
L8	Maciça	10	0.00	3	2.50	2.50	-
LE1	Maciça	10	0.00	3	5.35	3.20	-
LE2	Maciça	10	-1.50	1.5	2.50	3.20	-
LE3	Maciça	10	-1.50	1.5	5.44	3.20	-

Área de lajes

Tipo	Altura (cm)	Bloco de Enchimento	Área (m²)
Maciça	10	-	79.66

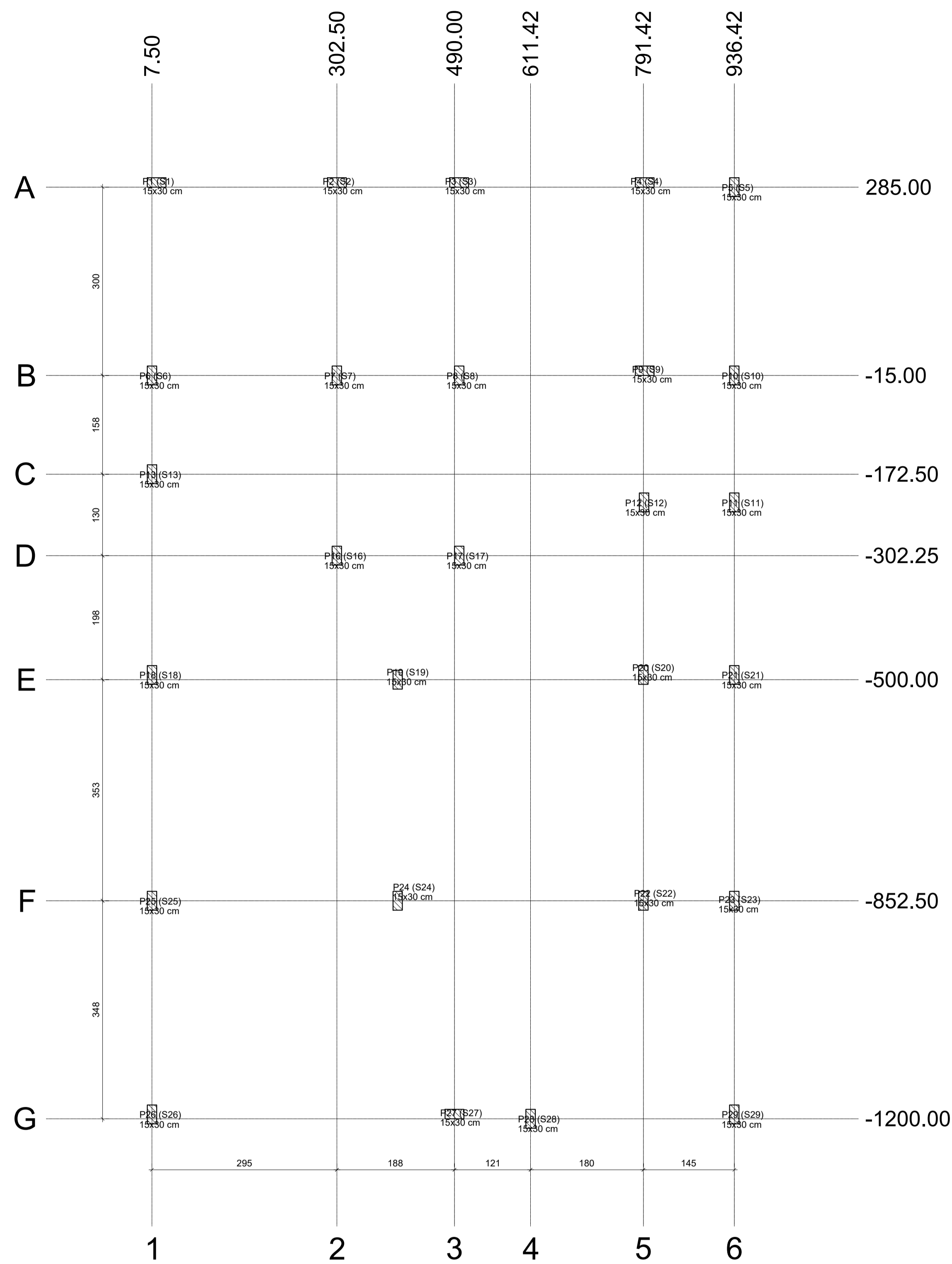
ARMADURA NEGATIVA E POSITIVAS DO PAV. TÉRREO, FORMA DO 1º PAV., ARMADURA POSITIVA DA ESCADA, CORTE A-A e CORTE B-B.

FOLHA: A1
N: 04/04

DESCRIÇÃO: PROJETO ESTRUTURAL
LOCAL: RUA AURELIANO GOMES, S/N, BAIRRO SANTANA - MURIAÉ MG
PROPRIETÁRIO: BANCA AVALIADORA TCC
ESCALA: INDICADAS
DATA: NOVEMBRO/ 2022

PROPRIETÁRIO:
BANCA AVALIADORA TCC
AUTORES DO PROJETO:
RAMOM DINIZ ENGENHEIRO CIVIL
WEDEN MARQUES DA SILVA FERNANDES ENGENHEIRO CIVIL

FAMINAS
Centro Universitário

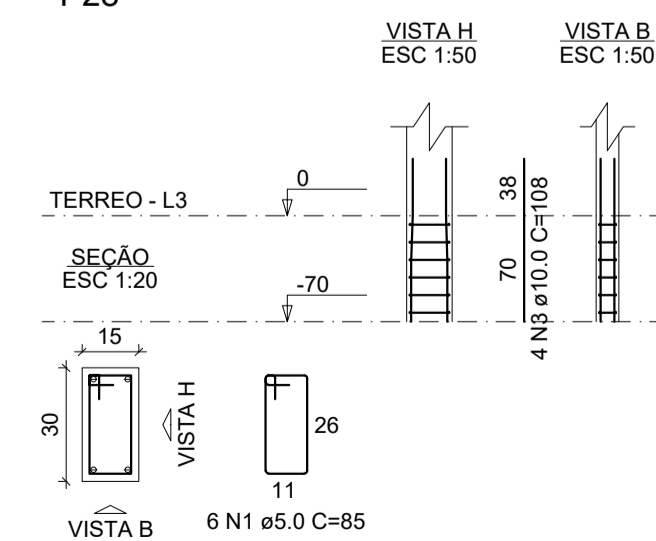


Planta de localização
escala 1:50

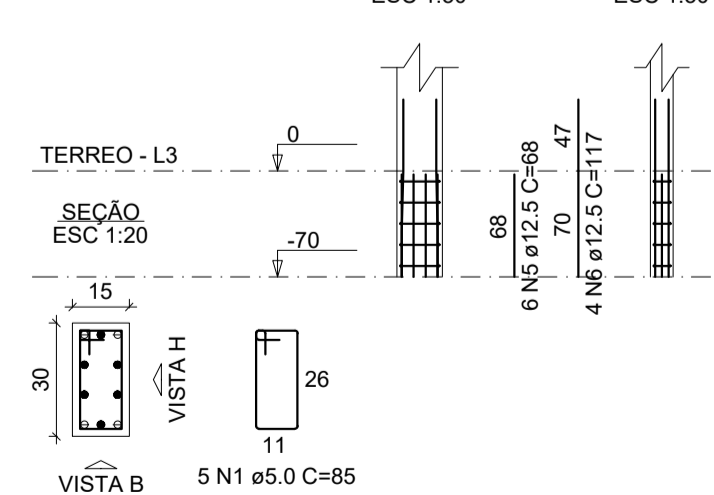
Nome	Seção (cm)	X (cm)	Y (cm)	Carga Máx. (kN)	Carga Min. (kN)	Pilar				Fundação								
						Mx Máximo (kN.m)		My Máximo (kN.m)		Fx Máximo (kN)		Fy Máximo (kN)		Lado B (cm)	Lado H (cm)	h0 / ha (m)	h1 / hb (m)	df (m)
						Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo					
P1	15x30	15.00	292.50	33	26	0	0	0	0	1	-2	1	0	80	75	0.25	0.25	0.10
P2	15x30	302.50	292.50	45	38	0	0	0	0	3	-1	1	0	80	75	0.25	0.25	0.10
P3	15x30	497.50	292.50	46	38	0	0	0	0	2	-2	1	0	80	75	0.25	0.25	0.10
P4	15x30	793.50	292.50	43	36	0	0	0	0	3	-1	1	0	80	75	0.25	0.25	0.10
P5	15x30	936.42	285.00	27	18	0	0	0	0	1	0	2	0	80	75	0.25	0.25	0.10
P6	15x30	7.50	-15.00	69	58	0	0	0	0	1	-2	1	-1	80	75	0.25	0.25	0.10
P7	15x30	302.50	-15.00	149	123	0	0	0	0	1	0	1	-1	80	75	0.25	0.25	0.10
P8	15x30	497.50	-15.00	145	119	0	0	0	0	1	-2	1	-1	80	75	0.25	0.25	0.10
P9	15x30	793.50	-7.50	105	87	0	0	0	0	3	-3	1	0	80	80	0.25	0.25	0.10
P10	15x30	936.42	-15.00	60	45	0	0	0	0	1	0	1	-3	80	75	0.25	0.25	0.10
P11	15x30	936.42	-217.50	102	87	0	0	0	0	1	0	1	-1	80	75	0.25	0.25	0.10
P12	15x30	792.50	-217.50	122	101	0	0	0	0	1	0	1	-1	60	75	0.25	0.25	0.10
P13	15x30	7.50	-172.50	124	103	0	0	0	0	0	0	2	0	80	75	0.25	0.25	0.10
P16	15x30	302.50	-302.25	172	140	0	0	0	0	1	0	1	0	80	75	0.25	0.25	0.10
P17	15x30	497.50	-302.25	177	143	0	0	0	0	1	0	1	0	80	75	0.25	0.25	0.10
P18	15x30	7.50	-492.50	169	142	0	0	0	0	1	-2	1	-2	80	75	0.25	0.25	0.10
P19	15x30	399.46	-500.00	256	211	0	0	0	0	1	0	2	0	85	100	0.25	0.25	0.10
P20	15x30	791.42	-492.50	232	191	0	0	0	0	1	0	1	-1	85	100	0.25	0.25	0.10
P21	15x30	936.42	-492.50	89	79	0	0	0	0	1	0	1	-1	80	75	0.25	0.25	0.10
P22	15x30	791.42	-852.50	283	231	0	0	0	0	1	0	1	-2	90	100	0.25	0.25	0.10
P23	15x30	936.42	-852.50	127	108	0	0	0	0	1	0	3	0	70	80	0.25	0.25	0.10
P24	15x30	399.46	-852.50	402	330	0	0	0	0	1	0	2	0	105	120	0.20	0.30	0.10
P25	15x30	7.50	-852.50	173	142	0	0	0	0	0	-1	2	-1	80	75	0.25	0.25	0.10
P26	15x30	7.50	-1193.00	45	37	0	0	0	0	0	-2	0	-3	80	75	0.25	0.25	0.10
P27	15x30	490.00	-1192.50	69	51	0	0	0	0	5	-1	0	-1	80	75	0.25	0.25	0.10
P28	15x30	611.42	-1200.00	46	33	0	0	0	0	1	-1	2	0	80	75	0.25	0.25	0.10
P29	15x30	936.42	-1193.00	89	77	0	0	0	0	1	-2	1	-1	80	75	0.25	0.25	0.10

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.

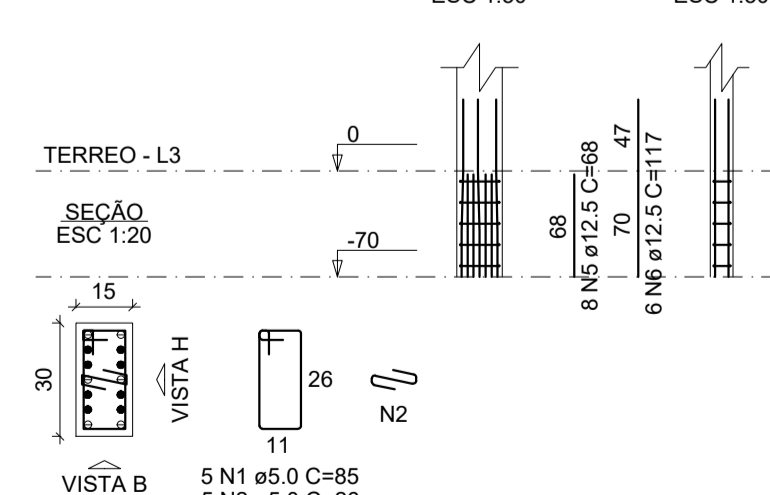
P1=P5=P6=P7=P8=P9=P10=
=P11=P12=P13=P16=P17=P18=
=P19=P20=P21=P23=P25=P26=
=P28



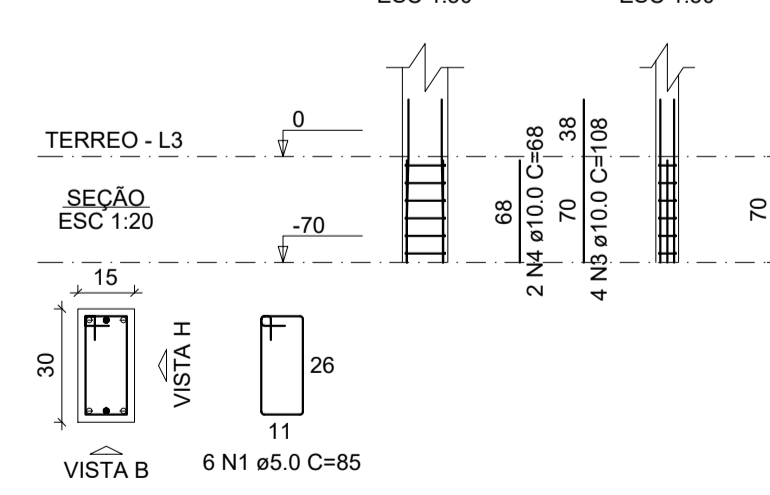
P22



P24



P29



Pilares do térreo
escala 1:50

PLANTA DE LOCAÇÃO E PILARES DO TÉRREO. FOLHA: A1
N: 01/04

DESCRIÇÃO: PROJETO ESTRUTURAL
LOCAL: RUA AURELIANO GOMES, S/N, BAIRRO SANTANA - MURIAÉ MG
PROPRIETÁRIO: BANCA AVALIADORA TCC
ESCALA: INDICADAS DATA: NOVEMBRO/ 2022

PROPRIETÁRIO:
BANCA AVALIADORA TCC
AUTORES DO PROJETO:
RAMOM DINIZ ENGENHEIRO CIVIL
WEDEN MARQUES DA SILVA FERNANDES ENGENHEIRO CIVIL

FAMINAS
Centro Universitário