

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE
CAMPUS ARACAJU
DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO
COORDENADORIA DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ADRIANO IMPROTA MORENO

GERENCIAMENTO E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS APLICANDO A
FERRAMENTA BIM

MONOGRAFIA

ARACAJU
2022

ADRIANO IMPROTA MORENO

**GERENCIAMENTO E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS APLICANDO A
FERRAMENTA BIM**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel, da Coordenação do Curso de Engenharia Civil, do Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju.

Orientador: Profº Dr. Pablo Gleydson De Sousa

**ARACAJU
2022**

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Geocelly Oliveira Gambardella / CRB-5 1815,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Moreno, Adriano Improta

M843g Gerenciamento e compatibilização de projetos aplicando a
ferramenta BIM. / Adriano Improta Moreno. – Aracaju, 2022.

53 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Gleydson de Sousa. Monografia
(Graduação - Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de
Sergipe, 2022.

1. Gerenciamento. 2. Compatibilização. 3. Projeto. 4. BIM. 5.
Construção civil. I. Sousa, Pablo Gleydson de. II. Título.

CDU 624.041

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE
CAMPUS ARACAJU

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia Nº 218

**GERENCIAMENTO E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS APLICANDO A
FERRAMENTA BIM**

ADRIANO IMPROTA MORENO

Esta monografia foi apresentada às 09h00 do dia 16 de fevereiro de 2022 como requisito parcial para a obtenção do título de BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.



Prof^a. Dr^a. Carla Cristina N. Pereira
(IFS – Campus Aracaju)



Prof^a. M.Sc. Andrea Santana Teixeira Lins
(IFS – Campus Aracaju)

Prof. Dr. Pablo Gleydson de Sousa
(IFS – Campus Aracaju)
Orientador

Prof. Dr. Pablo Gleydson de Sousa
(IFS – Campus Aracaju)
Coordenador da COEC

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de estar aqui hoje e por conseguir mais essa vitória em minha vida.

A minha família pelo apoio incondicional e pela ajuda com os materiais de estudo para que eu pudesse ter mais tranquilidade, produtividade e conforto no momento de estudo.

A minha namorada Larissa pelo companheirismo e compreensão nos momentos em que eu não pude dar a atenção devida, e mesmo assim sempre esteve ao meu lado.

Ao Instituto Federal de Sergipe, mais especificamente aos professores do curso de Engenharia Civil, que sempre se mostraram solícitos em contribuir para a formação de cada um dos discentes, mesmo fora dos horários de aula, e empenhados em passar o máximo de conhecimento para formar ótimos profissionais.

Aos meus Orientadores, Prof^ª. Ma. Andréa Santana e Prof^º. Dr. Pablo Gleydson, por terem me dado todo suporte e um melhor direcionamento para que este presente estudo tenha se concretizado.

A Empreeng e a AD Engenharia que foram pilares fundamentais na minha formação e que me mostraram mais claramente o caminho a qual pretendo seguir na profissão, além das boas experiências e recordações que vivenciei ao lado de ótimos colegas e profissionais na qual tive a honra de conhecer e trabalhar junto.

Aos amigos que fiz ao longo do curso, pelos momentos de descontração e colaboração nos estudos, juntos desde o sofrimento antes das provas ao churrasco e praia pós-final de período.

Ao demais amigos e a todos que de certa forma colaboraram na minha jornada até aqui. Grato por tudo.

RESUMO

MORENO, Adriano Improtá. **Gerenciamento e compatibilização de projetos aplicando a ferramenta BIM**. 53 folhas. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2022.

Um bom planejamento e gerenciamento na fase de projeto, aliada à uma compatibilização adequada, são fatores relevantes para a execução da obra com menos imprevistos. Atualmente, a construção civil ainda apresenta dificuldades em respeitar essa etapa inicial, possibilitando assim a aparição de erros de projetos. O presente artigo tem como objetivo mostrar a importância da compatibilização, com o uso da ferramenta BIM, para um gerenciamento de projetos com maior eficiência. Posto isto, foi feito o levantamento bibliográfico acerca do histórico e benefícios do gerenciamento de projetos e do BIM na construção civil. Realizou-se o estudo de caso em um sobrado unifamiliar dispondo dos projetos arquitetônico, estrutural e hidrossanitários em AutoCAD, compatibilizou-se no próprio software através da sobreposição das disciplinas e comparou-se com o Revit para a mesma finalidade através da modelagem das disciplinas, fazendo uso das análises tridimensionais e dos relatórios de interferências gerados pelo programa. Ademais, prosseguiu-se com as soluções encontradas para todas as incongruências e foram elaboradas pranchas para tornar o presente estudo mais visual, detalhado e objetivo. Pode-se constatar que, mesmo em empreendimento residencial, o emprego do BIM permite identificar uma maior quantidade de conflitos, mostrando-se ser mais eficiente e prático que a compatibilização feita com o AutoCAD, garantindo assim melhorias na gestão de projetos, minimizando os problemas na fase construtiva e aumentando a produtividade.

Palavras-chave: Gerenciamento. Compatibilização. Projetos. BIM.

ABSTRACT

MORENO, Adriano Improta. **Project management and compatibility using the BIM tool**. 53 folhas. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2022.

Good planning and management in the design phase, combined with adequate compatibility, are relevant factors for the execution of the building with fewer unforeseen events. Currently, civil construction still has difficulties in respecting this initial stage, thus allowing the appearance of project errors. This article aims to show the importance of compatibility, with the use of the BIM tool, for project management with greater efficiency. That said, a bibliographic survey was carried out on the history and benefits of project management and BIM in civil construction. The case study was carried out in a single-family townhouse with the architectural, structural and plumbing projects in AutoCAD, it was made compatible in the software itself through the overlapping of the disciplines and compared with Revit for the same purpose through the modeling of the disciplines, making use of three-dimensional analysis and interference reports generated by the program. In addition, the solutions found for all inconsistencies were continued and boards were prepared to make the present study more visual, detailed and objective. It can be seen that, even in residential development, the use of BIM allows identifying a greater amount of conflicts, proving to be more efficient and practical than the compatibility made with AutoCAD, thus ensuring improvements in project management, minimizing problems in the construction phase and increasing productivity.

Keywords: Management. Compatibility. Projects. BIM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo de vida de um empreendimento.....	19
Figura 2 – Estrutura da metodologia.....	28
Figura 3 – P11 com porta de correr.....	29
Figura 4 – Desalinhamento das paredes com as vigas baldrame.....	31
Figura 5 – P7 com tubulação sanitária.....	31
Figura 6 – Tubulação hidráulica com o pilar P5.....	32
Figura 7 – Conflito do pilar P3 com porta no Revit.....	34
Figura 8 – Conflito entre viga e tubulação de 100mm no WC suíte.....	35
Figura 9 – Tubos que apresentam conflitos destacado em vermelho.....	37
Figura 10 – Tubo do chuveiro da suíte conflita com basculante.....	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Proporção dos conflitos encontrados na análise entre disciplinas.....	41
Gráfico 2 – Proporção de incidência para cada tipo de conflito.....	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Benefícios do BIM em cada ciclo de vida.....	18
Quadro 2 – Exemplo de aplicações e ferramentas BIM.....	20
Quadro 3 – Incompatibilidades no AutoCAD.....	39
Quadro 4 – Incompatibilidades no Revit.....	40
Quadro 5 – Solução das incompatibilidades.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado
BIM	Building Information Modeling
CAD	Computer Aided Design
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
IBAPE	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia
IFC	Industry Foundation Classes
NBR	Norma Brasileira
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
PMI	Project Managment Institute
VUP	Vida útil de projeto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	GESTÃO DE PROJETOS	15
2.1	CONCEITO DE PROJETO E UM BREVE HISTÓRICO	15
2.2	GERENCIAMENTO DE PROJETOS E O PAPEL DO COORDENADOR	16
2.3	BUILDING INFORMATION MODELING (BIM).....	17
2.3.1	Breve histórico e conceitos.....	17
2.3.2	Benefícios do BIM	18
2.3.3	Ferramentas BIM	20
2.3.4	Interoperabilidade	21
2.4	COMPATIBILIZAÇÃO	22
2.4.1	Incompatibilidades mais comuns entre disciplinas de projetos.....	23
3	METODOLOGIA	25
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO	25
3.2	ESCOLHA DAS FERRAMENTAS	25
3.3	O ACERVO DE PROJETOS: BASE DOCUMENTAL	26
3.4	ESTRUTURA DO DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA	27
4	ESTUDO DE CASO	29
4.1	Análise realizada no AutoCAD e as respectivas soluções	29
4.1.1	Arquitetura x Estrutura	29
4.1.2	Estrutura x Sanitário	31
4.1.3	Estrutura x Hidráulico	32
4.1.4	Arquitetônico x Complementares	32
4.1.5	Sanitário x Hidráulico e análises individuais das disciplinas	32
4.2	Análise realizada no Revit e suas respectivas soluções	33
4.2.1	Arquitetura x Estrutura	33
4.2.2	Estrutura x Sanitário	34
4.2.3	Estrutural x Hidráulico	36
4.2.4	Arquitetônico x Complementares	38
4.2.5	Sanitário x Hidráulico e análises individuais das disciplinas	39
4.3	RESULTADO DAS ANÁLISES	39
4.4	Solução das incompatibilidades	43
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
	REFERÊNCIAS.....	49
	ANEXO A	
	APÊNDICE A	
	APÊNDICE B	
	APÊNDICE C	

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia - IBAPE (2013, apud Nascimento, 2015) as falhas de projeto, correspondem a 45% e são a principal causa de patologias nas edificações. Quando os projetos são encaminhados para a fase de execução com ausência de informações necessárias, aumentam os riscos de ocorrência de imprevistos que acarretam em gastos de material, tempo e dinheiro por retrabalho e isso, conseqüentemente, afeta todo o planejamento da obra.

Para que o processo construtivo seja econômico e de qualidade, é necessário um bom planejamento na fase projetual, pois é esta a etapa de maior recorrência de erros na edificação, sendo também a mais grave em comparação aos erros advindos da má qualidade dos materiais ou da má execução (HELENE, 1992).

Projeto é todo processo que tem um início, meio e fim. Mesmo que de maneira inconsciente, todo ser humano realiza projetos, dos mais simples aos que exigem um maior planejamento para a obtenção do sucesso final. Na construção civil esse conceito torna-se ainda mais presente, envolvendo um conjunto de profissionais com diferentes responsabilidades, e uma gama de atividades que envolvem prazo, custo, produtividade e qualidade.

Para Campestrini (2015), o projeto na construção civil é uma atividade anterior à execução da obra e que, de forma geral, é um conjunto de pranchas com desenhos arquitetônicos, estruturais, instalações e detalhes executivos, além dos memoriais descritivos, especificação de materiais e atas de reuniões. No entanto, é dada pouca relevância em como o projeto será executado, sem uma integração harmônica, por exemplo, entre a equipe que executa a obra e a equipe que define os produtos a serem utilizados, o que dificulta a antecipação dos problemas e uma menor flexibilidade nas soluções.

Nesse contexto, um gerenciamento que acompanhe, monitore e facilite a comunicação entre as partes envolvidas em todas as etapas de projeto, bem como um eixo de coerência entre diferentes projetos complementares, são fatores que ensejam no êxito da construção.

Segundo Vargas (2009), “o sucesso da gestão de projetos está intimamente ligado ao sucesso com que as atividades são relacionadas e realizadas”. De acordo com ele, o gerenciamento de projetos possui diversos benefícios, dentre eles: evitar

surpresas durante a execução, antecipar ações desfavoráveis para que não se tornem problemas, disponibilizar orçamentos antes de iniciar os gastos, agilizar decisões e otimizar a alocação de pessoas, materiais e equipamentos.

A elaboração de cada disciplina dos projetos complementares, geralmente em escritórios diferentes e, mesmo com os avanços tecnológicos há ainda uma grande resistência a mudanças no setor da construção em comparação a outros setores industriais, fazendo com que não haja uma comunicação clara entre as partes envolvidas, aliado à falta de uma ferramenta que unifique todos os projetos de maneira mais eficaz.

Com o BIM (*Building Information Modeling*) é possível desenvolver projetos com modelagem 3D e com suas devidas informações em um único modelo, permitindo uma maior facilidade na comunicação entre os integrantes e possibilitando a observação e análise da sua forma concebida previamente em um ambiente virtual.

Diferentemente do CAD, que é um software e realiza a representação gráfica dos objetos, o BIM é uma plataforma que integra informações de diferentes softwares, com elementos geométricos e informações intrínsecas em cada um dos elementos construtivos, sendo denominados de objetos paramétricos. Em resumo, o projeto deixa de apresentar linhas e textos para representar os elementos e passam a ser os próprios objetos que compõem a obra (SAEPRO, 2013).

Atualmente, existem centenas de softwares que possibilitam o uso da plataforma BIM, cada um com objetivos distintos que permitem suprir uma determinada necessidade dos usuários em seus projetos.

Através de algumas dessas ferramentas, é possível diminuir de forma considerável a possibilidade de imprevistos durante a execução da obra. Segundo Chippari (2014), os maiores desperdícios em uma obra são decorrentes de incompatibilidades de projeto. Ela reforça ainda a importância de investir um tempo a mais na fase inicial com a compatibilização para dirimir significativamente as possíveis interferências.

A compatibilização na fase de projetos permite que as desconformidades sejam visualizadas e corrigidas nos arquivos gráficos, para que na execução não tenha desperdício de materiais e retrabalhos, impactando negativamente na questão ambiental e econômica (PELIZZARRO E SANTOS, 2018).

De acordo com o Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020, o Governo Federal brasileiro conceitua o BIM, no seu inciso II do Art. 3º, como um “conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, que sirva a todos os participantes do empreendimento, em qualquer etapa do ciclo de vida da construção” (Brasil, 2020).

Neste Decreto, o Governo estabelece a utilização de forma gradual do BIM na execução de obras e serviços de engenharia por órgãos e entidades federais através da Estratégia BIM BR – que tem por finalidade, de forma genérica, promover e difundir o BIM no país – sendo a 1ª fase já iniciada no primeiro dia do presente ano e que abrange a elaboração dos modelos de arquitetura e das disciplinas de estrutura, hidráulica, AVAC¹, e elétrica, bem como a detecção de interferências, extração de quantitativos e geração de documentação gráfica.

Tal fato demonstra a necessidade das empresas em serem mais céleres nos seus processos de modernização e implementação do BIM para que se mantenham em destaque no mercado. Segundo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) tem-se a expectativa de aumentar em 10% na produtividade das empresas, reduzir 9,7% dos custos com a produção e contribuir na elevação de 28,9% do PIB da Construção Civil.

Com base no contexto relatado, a falta de um eficiente gerenciamento na fase de compatibilização de projetos com uma ferramenta adequada é um dos principais responsáveis por imprevistos, tanto durante a obra, quanto na aparição de patologias após a sua conclusão. Portanto, o presente estudo baseia-se em seu referencial teórico e prático com o intuito de responder o seguinte problema: a compatibilização dos projetos de um determinado empreendimento usando uma ferramenta BIM pode ser mais eficiente que usando a ferramenta CAD?

Dessa forma, para responder a essa questão-problema, a atual pesquisa tem como objetivo aferir a importância da compatibilização de projetos, via BIM, para garantir a eficiência de processos construtivos. Para atingir este objetivo, foram fixados os seguintes objetivos específicos:

1 AVAC são siglas que significam “aquecimento, ventilação e ar condicionado”.

- a) Conhecer a aplicabilidade da ferramenta BIM na gestão e gerenciamento dos projetos;
- b) Aplicar a ferramenta BIM em um estudo de caso de uma residência unifamiliar avaliando a compatibilização de seus projetos complementares;
- c) Comparar as interferências detectadas, entre projetos executados na ferramenta CAD com os mesmos executados em BIM;
- d) Propor soluções para os problemas encontrados.

Para atingir os objetivos, primeiramente, foi realizada a pesquisa exploratória para o estado da arte com ênfase no tema proposto e, para corroborar com a parte teórica, buscou-se um empreendimento para modelar em uma ferramenta BIM, compatibilizar, analisar as incompatibilidades encontradas e solucioná-las de forma mais didática e rápida possível para que todos os envolvidos com a construção da obra possam entender.

A hipótese desse estudo é a de que a busca por inconsistências de projeto, a compatibilização propriamente dita, realizada em ferramentas CAD, bidimensionais, restariam prejudicadas e, por serem meramente visuais, teriam maior probabilidade de passarem despercebidas que aquelas realizadas em BIM, uma vez que essa ferramenta oferta relatórios de inconsistência aliados a uma visualização tridimensional do objeto projetado. Logo, entendemos que as características do BIM seriam capazes de fomentar uma compatibilização mais objetiva, um gerenciamento mais simples, logo maior precisão de procedimentos.

O empreendimento escolhido para este estudo atendeu os seguintes requisitos: ser do tipo sobrado; conter projetos arquitetônicos e complementares em AutoCAD; os projetos deveriam ser de um engenheiro ou arquiteto responsável, e que fosse possível acessar esses profissionais para sanear possíveis dúvidas.

A motivação para esta escolha foi demonstrar que até mesmo projetos de edificações de pequeno porte, aparentemente de baixa complexidade, apresentam inconsistências, e que a aplicação do BIM para fins de compatibilização em obras residenciais, também pode acarretar maior produtividade, menos retrabalho, e consequentemente, menor gasto de tempo e custo.

2 GESTÃO DE PROJETOS

2.1 CONCEITO DE PROJETO E UM BREVE HISTÓRICO

Primeiramente, pode-se dizer que projeto é um conjunto de ações realizadas de forma coordenada por um esquema de organização particular e temporária, ao qual armazena-se os insumos que em um determinado prazo serão utilizados para alcançar o objetivo previsto (VARGAS, 2009).

Para Keeling (2017), todo projeto tem como características: empreendimentos independentes; propósitos e objetivos específicos; duração limitada; resultado único; e uso de recursos, administração e estrutura administrativa próprias.

De acordo com Kezner (2017), a gestão de projetos iniciou-se na década de 1940 com gerentes da área que realizavam apenas o trabalho na sua área e ao finalizar passava o projeto e a responsabilidade para outro gerente, e assim por diante. Esta forma de gestão também dificultava a troca de informações com o cliente, e ficou conhecida como gerenciamento “por cima da cerca”.

Com o fim da 2ª Guerra Mundial e com a corrida armamentista da guerra fria, o governo dos Estados Unidos percebeu que precisava mudar a forma de gerenciar. Sendo assim, escolheu apenas um gerente de projetos que tivesse responsabilidade total e que fosse especializado nas tecnologias em projetos de atividades aeroespacial e de defesa (KEZNER, 2017).

A gestão de projetos foi se reestruturando e passou a ter boas práticas ao longo das décadas em diferentes áreas: aeroespacial e defesa; fornecedores do setor automotivo; telecomunicações; tecnologia de informação; assistência médica; marketing e vendas; e até os dias atuais com as agências governamentais, pequenas empresas e aceitação mundial da gestão de projetos (KEZNER, 2017).

Kezner (2017) cita que as cinco (5) fases do ciclo de vida da gestão de projetos para sua implementação em uma organização são a: embrionária; aceitação pela gerência executiva; aceitação pela gerência de área; crescimento; e maturidade.

Outra prática importante foi a criação do Instituto de Gerenciamento de Projetos – PMI (sigla em inglês para *Project Management Institute*) no final dos anos 60, nos Estados Unidos, sendo uma organização sem fins lucrativos que reúne profissionais de gerenciamento de projetos de vários países com o objetivo, em

geral, de compartilhar experiências e introduzir boas práticas. Ela é responsável pela confecção do guia PMBOK (*A Guide to the Project Management Body of Knowledge*), que conceitua o gerenciamento de projetos como “uma aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas nas atividades do projeto a fim de atender aos seus requisitos” (PMI, 2017, p.10).

2.2 GERENCIAMENTO DE PROJETOS E O PAPEL DO COORDENADOR

O gerenciamento de projetos se reúne em cinco (5) grupos de processos para atingir os objetivos do projeto, que são os grupos de: inicialização; planejamento; execução; monitoramento e controle; e, encerramento. Além disso, os processos são classificados em dez (10) áreas de conhecimentos distintas, que se relacionam entre si, sendo eles:

- Gerenciamento de integração do projeto;
- Gerenciamento do escopo;
- Gerenciamento do tempo;
- Gerenciamento dos custos;
- Gerenciamento da qualidade;
- Gerenciamento dos recursos do projeto;
- Gerenciamento das comunicações;
- Gerenciamento dos riscos;
- Gerenciamento das aquisições do projeto;
- Gerenciamento das partes interessadas (os stakeholders).

Vargas (2009) cita os sete (7) critérios de Cleland a serem analisados para verificar se há a necessidade do gerenciamento de projetos, que são: tamanho do empreendimento; interdependência; importância do empreendimento; reputação da organização; compartilhamento de recursos; não-familiaridade; e mudanças de mercado. Segundo este autor, basta apenas que um dos fatores seja adequado para viabilizar o uso do gerenciamento de projetos no empreendimento.

De acordo com o estudo realizado por Pacheco et al. (2016) em empresas da construção civil, o principal motivo de falhas de comunicação são os projetos com informações desnecessárias ou ausentes. Como solução para esse problema, é importante ter um profissional competente e responsável pela integralização da equipe de profissionais para dar mais celeridade ao fluxo das informações.

Pacheco et al. (2016, p.12) complementam afirmando que “ao lidar com os projetistas, o gerente de projetos evita que os projetos da empresa sejam mal definidos, especificados ou não compatibilizados, evitando problemas que levem a acréscimos de custo e tempo.”

Kezner (2017) menciona que o gerente de projetos ameniza e distribui o trabalho que o executivo teria, além de ter toda a responsabilidade pelo projeto, ter a dedicação dos funcionários aos projetos e não a funções, o planejamento e o controle integrados adequadamente, e a coordenação única entre as interfaces funcionais.

Segundo Campestrini (2015, p. 26), “o papel do coordenador de projetos é desempenhado por um profissional específico”, atuando desde o início da participação da construtora e pode se estender até o final da execução das obras, atuando dentro do conceito BIM na colaboração e motivação da equipe, na gestão de informações e na gestão do modelo BIM.

2.3 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

2.3.1 Breve histórico e conceitos

De acordo com Gaspar e Ruschel (2017), o termo *Building Information Model* (BIM) aparece pela primeira vez entre as palavras-chaves do artigo de Nederveen e Tolman (1992). Porém, termos precursores e com conceitos semelhantes ao BIM vinham aparecendo desde 1975, através de Lesniak, Grodzki e Wintarski com o *Building Design System*.

Gaspar e Ruschel (2017) ainda afirmam que:

“Os termos precursores do BIM (Building Design System, Building Description System, Integrated Building Model, Design Data Model, Integrated Product Model) apresentam significados semelhantes, em que a ênfase é dada nas tecnologias que dão suporte à produção de projeto em computador, com destaque para a modelagem orientada a objeto.”

Succar (2009) em sua definição, tornou o significado mais amplo do termo BIM não sendo somente a tecnologia para a gerência dos dados em todo o ciclo de vida do projeto, mas também integrando-o ao processo de produção do projeto e construção em uma metodologia de gestão.

O BIM é um processo que tem a construção de um modelo em 3D como fase inicial, e a partir dela pode ser desenvolvida atividades de gerenciamento da documentação, coordenação e simulação em todo o ciclo de vida do projeto, que vai desde o planejamento à manutenção (AUTODESK, 2020).

Eastman et al. (2014) definem BIM como uma tecnologia de modelagem e processos vinculados à produção, comunicação e análise de modelos de construção, que são objetos digitais parametrizados com informações gráficas e com a inclusão de dados utilizados para quantificar, especificar, analisar e, em caso de modificações nos dados, estes sejam representados em todas as visualizações em que o objeto se encontra e de maneira coordenada.

2.3.2 Benefícios do BIM

Eastman et al. (2014) categorizam os benefícios do BIM em cada uma das etapas do ciclo de vida do empreendimento, de acordo com o Quadro 1 a seguir.

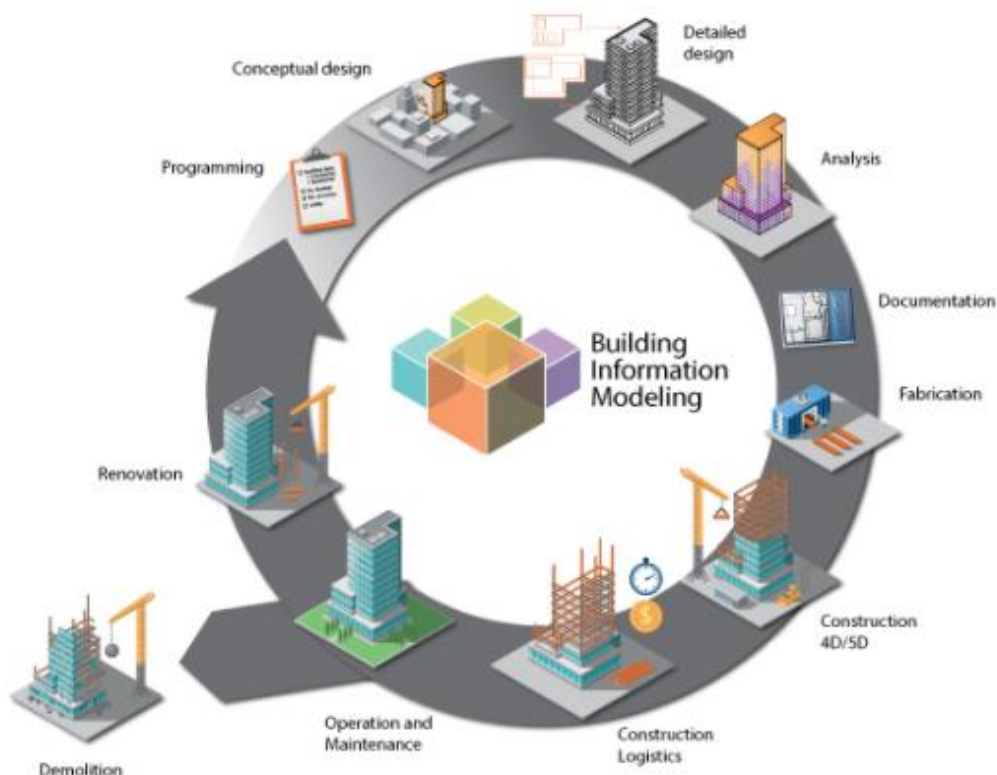
Quadro 1 – Benefícios do BIM em cada ciclo de vida

Ciclo de vida do empreendimento	Benefício do BIM
Pré-construção para o proprietário	- Viabilidade e benefícios no projeto; - Aumento da qualidade e do desempenho da construção.
Projeto	- Visualização antecipada e mais precisa do projeto; - Correções automáticas de baixo nível; - Colaboração antecipada entre múltiplas disciplinas de projeto; - Verificação facilitada das intenções de projeto; - Extração de estimativas de custo durante a etapa de projeto; - Incrementação da eficiência energética e a sustentabilidade.
Construção e fabricação	- Sincronização de projeto e planejamento da construção; - Descoberta de erros de projeto e omissões antes da construção; - Reação rápida a problemas de projeto ou do canteiro; - Uso do modelo de projeto como base para componentes fabricados; - Melhor implementação e técnicas de construção enxuta; - Sincronização da aquisição de materiais com o projeto e a construção;
Pós-construção	- Melhor gerenciamento e operação das edificações; - Integração com sistemas de operação e gerenciamento de facilidades.

Fonte: Autor (2021).

Carvalho (2016) dá destaque ao BIM como a principal tecnologia do mercado, aplicando ferramentas não somente para obter projetos mais eficientes, mas também que acompanhem o seu ciclo de vida até a vida útil de projeto - VUP (demolição), como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Ciclo de vida de um empreendimento



Fonte: Building in Cloud (2021).

Como o BIM está presente em todas as etapas de vida de um projeto e em cada um deles uma grande variedade de informações, torna-se possível a divisão em dimensões da plataforma. Calvert (2013) apud MASOTTI (2014) classifica-as em:

- 2D (Gráfico): representação gráfica do plano do empreendimento;
- 3D (Modelo tridimensional): representação do modelo em vistas 3D, possibilitando a geração de simulações de iluminação, e a inclusão de informações nos objetos. É nela que há a vantagem da união dos projetos para detectar os conflitos (*clash detection*);
- 4D (Planejamento): o tempo passa a fazer parte do modelo, permitindo elaborar um cronograma que defina quando cada equipamento ou material será comprado, transportado, estocado, preparado, instalado, usado e retirado da obra, além da organização do canteiro de obras e movimentação das equipes;

- 5D (Orçamento): refere-se a estimativa de custo do empreendimento, podendo fazer o acompanhamento financeiro detalhado em cada fase da obra;
- 6D (Sustentabilidade): permite avaliar e inserir informações quanto ao uso de energia tanto na construção, como após o seu ciclo de vida, observando o seu impacto ambiental e o seu custo;
- 7D (Manutenção): utiliza-se de informações de construção, uso e procedimentos de manutenção em caso de defeitos ou de uma futura substituição após o ciclo de vida do elemento específico, e que estarão à disposição do usuário final.

Novas dimensões podem ser incluídas no BIM. Kamardeen (2010) apud MASOTTI (2014), por exemplo, cita também a dimensão 8D como um modelo para a segurança e prevenção de acidentes.

Com a expansão e inovação do conceito BIM, empresas criaram vários softwares em diferentes disciplinas e aplicações na área da construção, cada uma com suas interfaces, e características que diferenciam umas às outras buscando atender as necessidades do usuário. Tais softwares em áreas específicas podem ser denominados de “ferramentas BIM”.

2.3.3 Ferramentas BIM

Baía (2015) cita que há mais de 150 programas homologados no BuildingSmart – organização internacional que visa aprimorar a troca de informações entre softwares do ramo da AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação) – que trabalham com o BIM.

Abaixo, no Quadro 2, algumas ferramentas da plataforma BIM foram relacionadas com a sua respectiva aplicação.

Quadro 2 – Exemplo de aplicações e ferramentas BIM

Disciplina/aplicação	Ferramenta BIM
Arquitetura	Revit Architecture (Autodesk); ArchiCAD (Graphisoft); AECOSim Buildind Designer (Bentley); Allplan Architecture (Nemetschek Company); Digital Project (Gehry Technologies); Envisioneer (CADSoft);

Quadro 2 – Exemplo de aplicações e ferramentas BIM (continuação)

Disciplina/aplicação	Ferramenta BIM
Estrutura	Revit Structure (Autodesk); Robot Structural Analysis (Autodesk); Structural Modeler (Bentley); CypeCAD (CYPE); Eberick (AltoQi); Tekla Structures (Trimble); CAD/TQS (TQS).
MEP – Projeto de instalações mecânica, elétrica e hidráulica	Revit MEP (Autodesk); CypeCAD MEP (Cype); Hevacomp Mechanical Systems (Bentley); QiBuilder (AltoQi);
Gerenciamento de projetos	Navisworks (Autodesk); ConstrucSim (Bentley); Model Checker (Solibri).
Gerenciamento e orçamento de obras	OrçaBIM (OrçaFascio); QiVisus (AltoQi); VICO software (ndBIM).
Gestão de instalações	Bentley Facilities (Bentley); EcoDomus; VintoCON ArchiFM (Graphisoft)
Sustentabilidade	EcoDesigner (Graphisoft); Ecotect Analysis (Autodesk); Tas Simulator (Bentley)

Fonte: Autor (2021)

Não existe, no entanto, um único software capaz de desenvolver todas as aplicações citadas, até porque o BIM é uma metodologia, um conceito, e não somente um software, sendo imprescindível a colaboração e troca de informações entre os programas para obter resultados mais completos do projeto a ser realizado.

Essa troca e operação dos dados entre as ferramentas do modelo de informação da construção é chamada de interoperabilidade, requisito importante para a colaboração das equipes (EASTMAN et al., 2014).

2.3.4 Interoperabilidade

Addor et al. (2010) afirma que para analisar, testar, avaliar impactos, fazer simulações em ambiente 3D, e verificar quanto à manutenção e operação do edifício, os modelos têm que ser interoperáveis.

Para que haja a interoperabilidade entre os diversos programas existentes no mercado, é indispensável que exista uma linguagem comum entre eles, um padrão

de protocolo internacional que facilite o intercâmbio de informações e o fluxo de trabalho entre os aplicativos (ANDRADE, 2009).

A Internacional Alliance for Interoperability (IAI), criada em 1994 e que posteriormente, em 2005, transformou-se em Building Smart, foi a responsável pelo desenvolvimento do formato IFC – *Industry Foundation Classes* – para a interoperabilidade entre os softwares da indústria da AECO (ADDOR et al., 2010).

O IFC é um padrão internacional de código aberto, de relação neutra quanto ao fornecedor, empregada para o intercâmbio de dados BIM entre os usuários dos softwares no setor da indústria de construção ou do gerenciamento de instalações. (BUILDINGSMART, 2021).

De acordo com Eastman et al (2014), apesar de existirem outras formas de intercambiar dados e integrar as indústrias da construção, o formato IFC provavelmente se tornará o mais utilizado devido a dois (2) fatores: seu padrão internacionalmente conhecido; e por ser público, o que evita a monopolização em uma única plataforma.

Apesar da expansão e desenvolvimento do formato IFC, ainda ocorre falhas no momento da conversão, prejudicando o fluxo de informação e de trabalho e, conseqüentemente, seja desperdiçado um determinado tempo para revisar as etapas anteriores em busca de erros (BARRETO, 2020).

Porém, mesmo demonstrando limitações, o uso do modelo de dados IFC é adotado tanto no setor público quanto privado. Além disso, Baía (2015) cita que o IFC está em contínua evolução e que é esperado que esses erros desapareçam com as novas versões lançadas a cada 2 anos e com o empenho das empresas de software BIM no desenvolvimento de tradutores para a extensão IFC.

De acordo com Barros e Melo (2020), o compartilhamento de informações entre diferentes softwares através do padrão IFC, sem haver perda de dados mediante fragmentação, possibilita o reagrupamento de informações entre os diferentes integrantes de cada área, tornando eficiente o processo de compatibilização de projetos.

2.4 COMPATIBILIZAÇÃO

A compatibilização de projetos são operações de gerenciamento e integração, além de ser uma atividade com reuniões recorrentes durante a elaboração dos projetos arquitetônico e complementares, trazendo uma maior facilidade no

entendimento na obra e uma qualidade significativa na sua execução. Através dela é possível visualizar as falhas e incoerências relacionadas entre os sistemas de construção (GIACOMELLI, 2014).

Segundo Melhado (2005) apud Da Silva, Da Silva, Melhado (2020), compatibilizar é sobrepor todos os projetos para averiguar interferências entre eles, e os problemas encontrados são solucionados pela coordenação. O autor defende que a compatibilização deve ser feita após a finalização de todos os projetos, trabalhando como uma “malha fina” para a detecção de erros.

Balem (2015) cita alguns procedimentos para a compatibilização: a sobreposição de projetos 2D em softwares de CAD, que é o mais tradicional; o método *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) - Análise dos modos e efeitos de falhas; e a integração de modelos 3D.

O sistema BIM tem sido tema de debates desde 1975. Suas diferenças e vantagens em relação aos modelos bidimensionais de projeto, além da sua difusão e evolução ao longo do tempo, demonstra por que o BIM é apontado como o substituto do tradicional modelo 2D. Com a visualização tridimensional dos projetos, o processo de compatibilização passa a ser mais otimizado (HOLANDA, 2017).

Além disso, a compatibilização influencia positivamente nos custos do empreendimento. De acordo com Chippari (2014), estudos comprovam que podem reduzir de 5% a 8% do valor total da obra, face ao seu investimento que gira em torno de 1% a 2%. Esta redução se dá devido às soluções encontradas para as falhas de projetos antes mesmo da sua execução.

2.4.1 Incompatibilidades mais comuns entre disciplinas de projetos

Nos trabalhos científicos de Pelizzarro e Santos (2018); Cruz (2017); e Giacomelli (2014), com objetivos semelhantes a este artigo, os erros de compatibilização mais comuns entre os projetos arquitetônico e estrutural foram ocasionados por esquadrias que conflitavam com a posição dos pilares. Apesar de também demonstrar o mesmo no trabalho de Carreira (2017) e Callegari (2007), a incompatibilidade com maiores ocorrências foi de pilares maiores que o previsto no projeto arquitetônico e desalinhamento dos pilares com as paredes, respectivamente. Já entre os projetos estrutural e hidrossanitário, a passagem das tubulações verticais por dentro das lajes e a passagem das tubulações horizontais

nas vigas sem a previsão de furos foram as mais recorrentes nos empreendimentos dos trabalhos de Buss, Carneiro e Lédo (2020); Borges (2019); Braga (2018); Aires e Pires (2018); e Carreira (2017).

O mesmo ocorre também entre o estrutural e o elétrico, quando não foram previstos furos ou desvios em vigas e pilares para a passagem dos eletrodutos, Gandra (2020); Borges (2019); Aires e Pires (2018).

Entre as disciplinas de elétrica e hidrossanitário, o principal conflito demonstrado nos trabalhos de Gandra (2020); Borges (2019) e Aires e Pires (2018) foram de eletrodutos passando pelo mesmo espaço físico de uma tubulação hidráulica.

3 METODOLOGIA

Este estudo baseia-se em uma pesquisa bibliográfica e exploratória, com o objetivo de validar o gerenciamento de projetos com o uso da plataforma BIM.

Para a pesquisa bibliográfica foi feito um estudo em diversas fontes de conhecimento, as quais pudessem embasar todo o desenvolvimento teórico desse estudo, como por exemplo: artigos técnicos, monografias, livros, revistas, dissertações de mestrado e sites de internet.

Para a realização da pesquisa exploratória selecionou-se um projeto residencial unifamiliar com as disciplinas de arquitetura, estrutura, elétrico, hidráulico e sanitário para a modelagem dos projetos e a compatibilização utilizando uma ferramenta BIM, com o intuito de fazer uma análise quantitativa das interferências encontradas, e qualitativa quanto à solução delas.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO

O projeto selecionado está em fase de construção, porém temporariamente paralisada, onde já foi executado a estrutura térrea e alvenaria. A obra localiza-se no município da Barra dos Coqueiros – SE, e trata-se de um sobrado de 2 andares com 160 m² de terreno, e área total construída de 160,14 m², sendo o pavimento térreo constituído por garagem, área livre, sala de jantar, cozinha, área de serviço, banheiro social e quarto, e o andar superior contemplando sala de estar, quarto, banheiro social, área livre e suíte com varanda.

Tanto o projeto arquitetônico quanto o estrutural, bem como os projetos complementares (hidrossanitário e elétrico), foram elaborados por um único profissional utilizando a ferramenta AutoCAD.

Ao fazer uma análise visual e sobrepondo projetos entre diferentes disciplinas no próprio AutoCAD, pode-se perceber que haviam algumas divergências entre as disciplinas que viabilizaram a utilização desse projeto para estudo.

3.2 ESCOLHA DAS FERRAMENTAS

Após isso, foi realizado a limpeza das plantas arquitetônicas e exportadas do AutoCAD em formato DWG para o programa Revit e deu-se início à modelagem arquitetônica. O mesmo procedimento foi feito para as demais disciplinas e feita a modelagem também com o programa Revit de cada uma delas, com exceção do

projeto elétrico, pois os traçados dos eletrodutos em AutoCAD são usados apenas como referência, e não condizem com a sua posição exata do que seria realizado na execução da obra.

A escolha da ferramenta Revit para a elaboração da modelagem das disciplinas é decorrente da possibilidade de visualização em 3D, correção rápida em todas as vistas, ser mais intuitiva e possuir mais familiaridade no seu manuseio, além de atender o Decreto 9.377 de 17 de maio de 2018, que exige que, a partir de janeiro de 2021, os projetos de arquitetura, estrutura e instalações (elétrica, hidráulica, AVAC) estejam modelados no BIM. E, como o objetivo deste estudo não é avaliar se o engenheiro incorreu em erros de cálculo em algumas das disciplinas, mas sim verificar se a posição situacional dos componentes está causando algum tipo de conflito, foi optado por manter a escolha do mesmo software.

E, para a verificação das incompatibilidades, após a finalização da modelagem das disciplinas, fez-se uso do próprio Revit para a checagem das interferências. Por se tratar de um projeto unifamiliar, com poucas disciplinas, o uso do software citado torna-se uma ferramenta útil e de fácil manuseio para este objetivo.

3.3 O ACERVO DE PROJETOS: BASE DOCUMENTAL

Os projetos, que foram base de pesquisa para este estudo, foram enviados ao autor em um arquivo digital no formato CAD dispondo de 12 pranchas, sendo:

- 1 prancha de localização;
- 1 prancha de situação;
- 2 pranchas arquitetônicas, abrangendo em 1 prancha as plantas baixas e na outra os cortes e fachada;
- 5 pranchas estruturais, sendo compreendida por pranchas de fundação, de pilares, de detalhamento das vigas, escada, e de lajes;
- 1 prancha do projeto hidráulico;
- 1 prancha do projeto sanitário;
- 1 prancha do projeto elétrico;

Por questões éticas, a localização, a identidade do engenheiro e do proprietário do empreendimento, as pranchas de localização e situação não foram anexadas a esta pesquisa. O mesmo se sucedeu com a prancha do elétrico,

conforme citado previamente neste capítulo a motivação em não proceder com sua sobreposição e modelagem, e 1 prancha do estrutural que contém o detalhamento da escada, que não foi empregada em nenhum momento do presente estudo.

Ao todo, 8 pranchas do projeto no AutoCAD foram utilizadas para sobreposição entre as disciplinas, e estão dispostas no Anexo A, além de servirem de base para a modelagem das pranchas no Revit, destacadas no Apêndice A.

De acordo com o quadro de áreas, a construção possui, além das áreas especificadas no Tópico 3.1, uma área livre de 79,93 m², taxa de ocupação de 50,04%, coeficiente de permeabilidade de 12% e gabarito de 8 metros.

De posse do arquivo CAD com as pranchas e disciplinas elaboradas para a execução da obra, iniciou-se o estudo para conhecimento e posterior análise dos projetos.

3.4 ESTRUTURA DO DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA

Para atender os objetivos deste estudo, dividiu-se a metodologia em 2 ramos de pesquisa e citados anteriormente neste tópico: pesquisa bibliográfica e pesquisa exploratória.

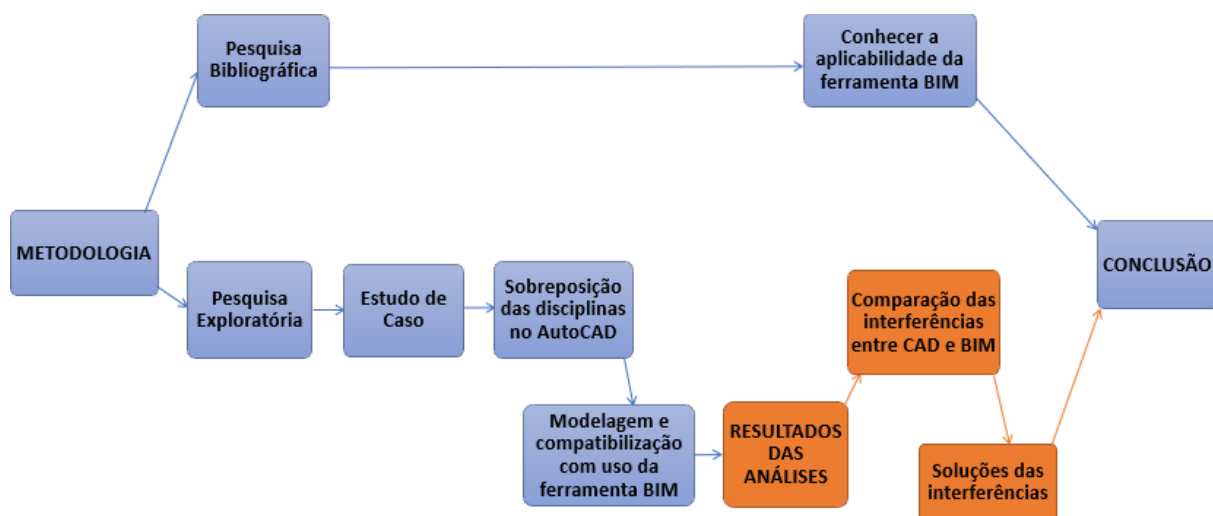
Na pesquisa bibliográfica, que está explicitada no tópico 2, abordou-se sobre a gestão e gerenciamento de projetos e sua aplicabilidade com o uso do BIM, ratificando seus conceitos, benefícios e relevâncias através de citações das diversas fontes de pesquisa.

Para a pesquisa exploratória realizou-se o estudo de caso em um sobrado de 160m² de terreno, no qual, ao receber e analisar os projetos no modelo CAD, iniciou a sobreposição entre as disciplinas individualmente e, logo após, entre as diferentes disciplinas. Feito isso, elaborou-se a modelagem no Revit com a importação das plantas, seguindo conforme as informações contidas nas pranchas do projeto, e posteriormente, prosseguiu para a compatibilização empregando tanto a checagem visual tridimensional, como a ferramenta de verificação de interferências.

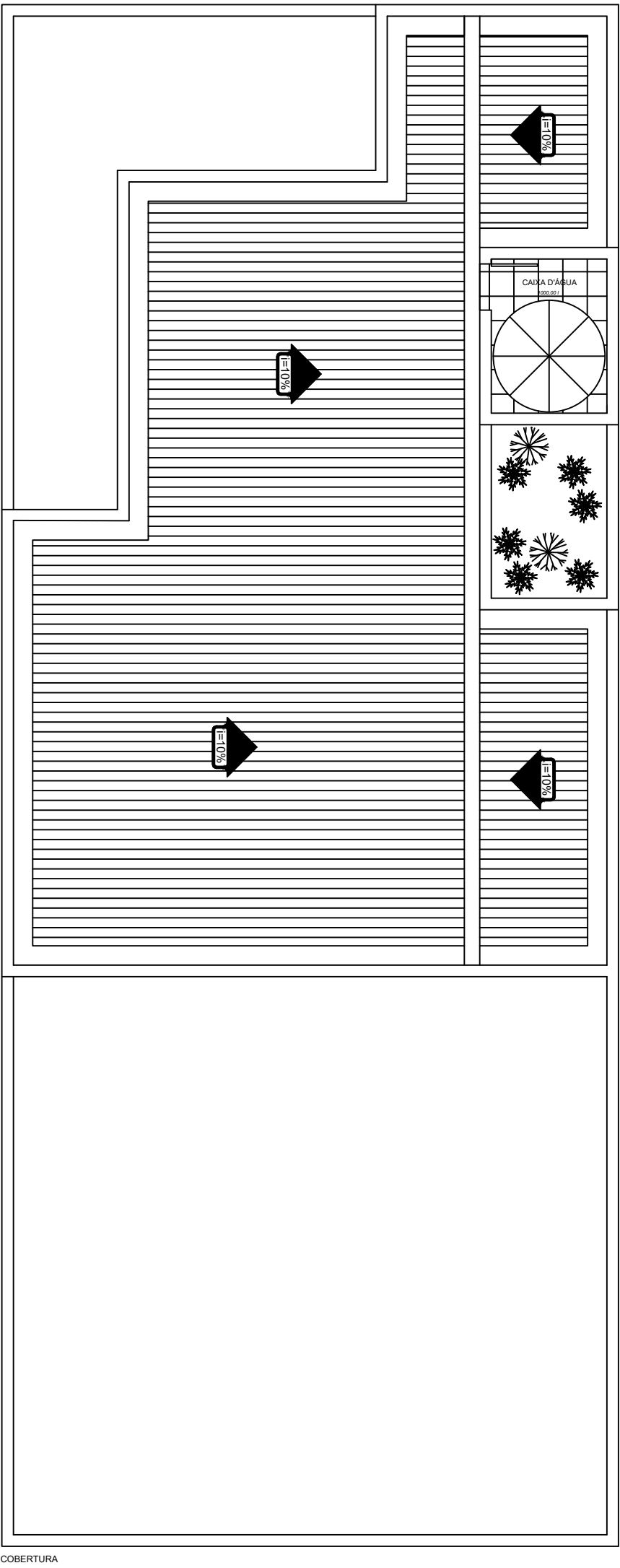
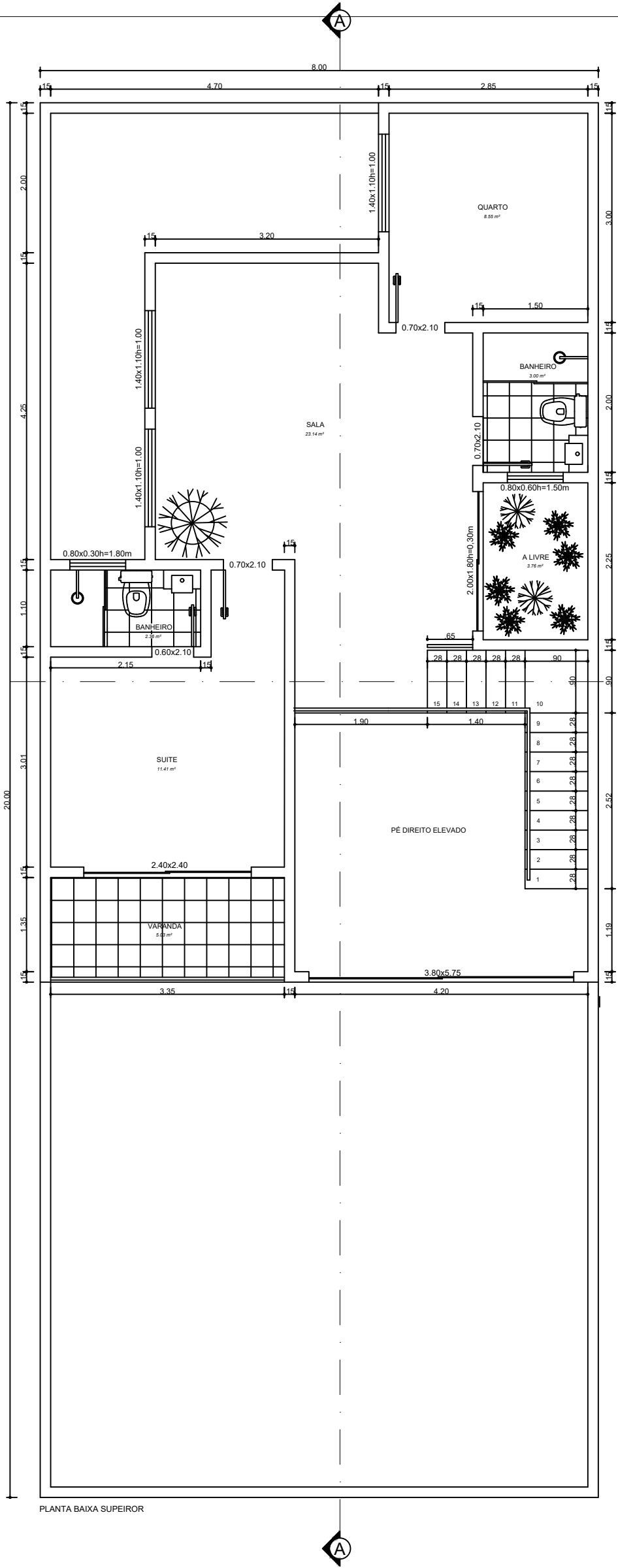
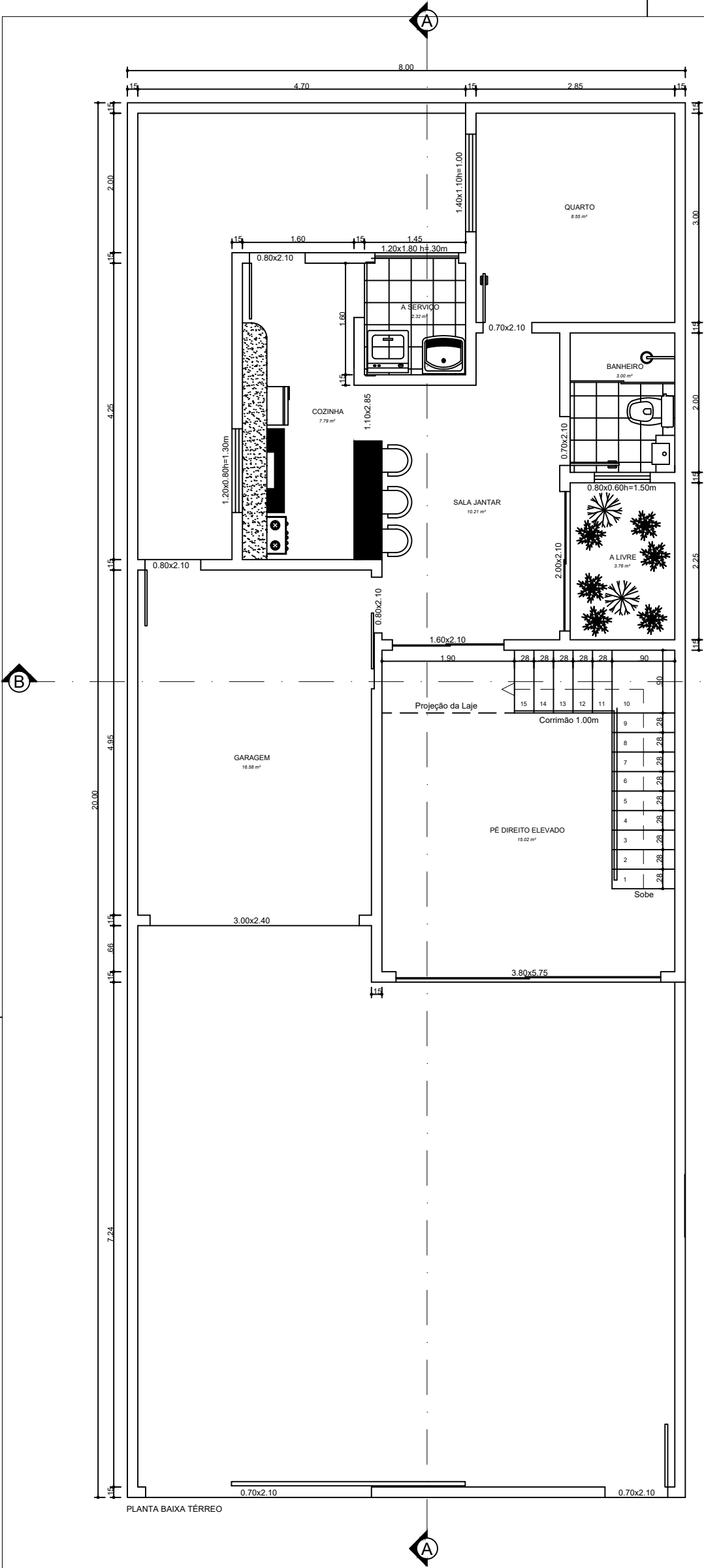
Finalizada esta etapa, foram analisados os resultados encontrados através da comparação das incongruências entre as ferramentas CAD e BIM e proposto as soluções para cada um dos conflitos encontrados.

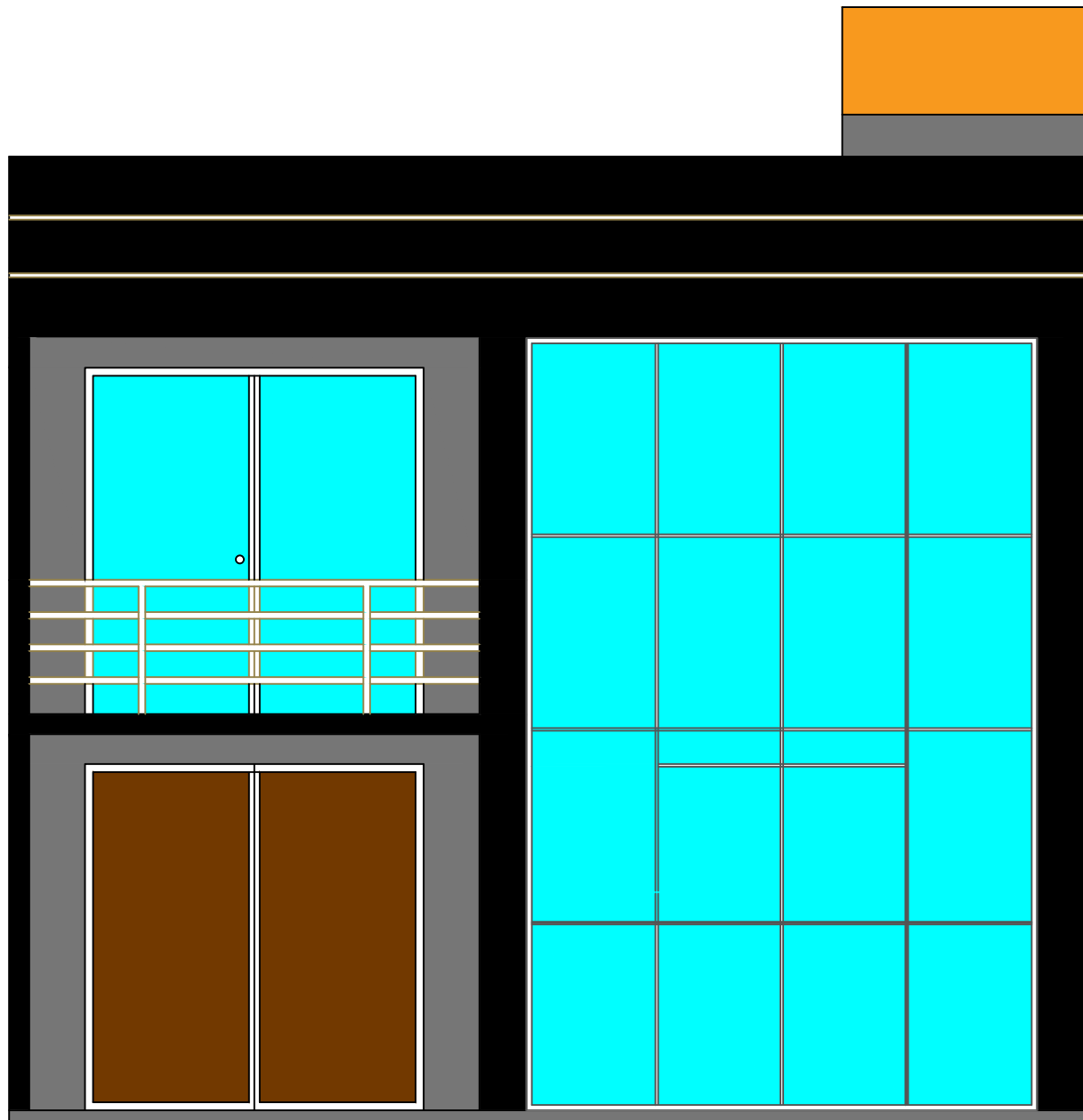
Com isso, resumidamente, a metodologia do presente estudo está organizada de acordo com a Figura 2 abaixo.

Figura 2 – Estrutura da metodologia

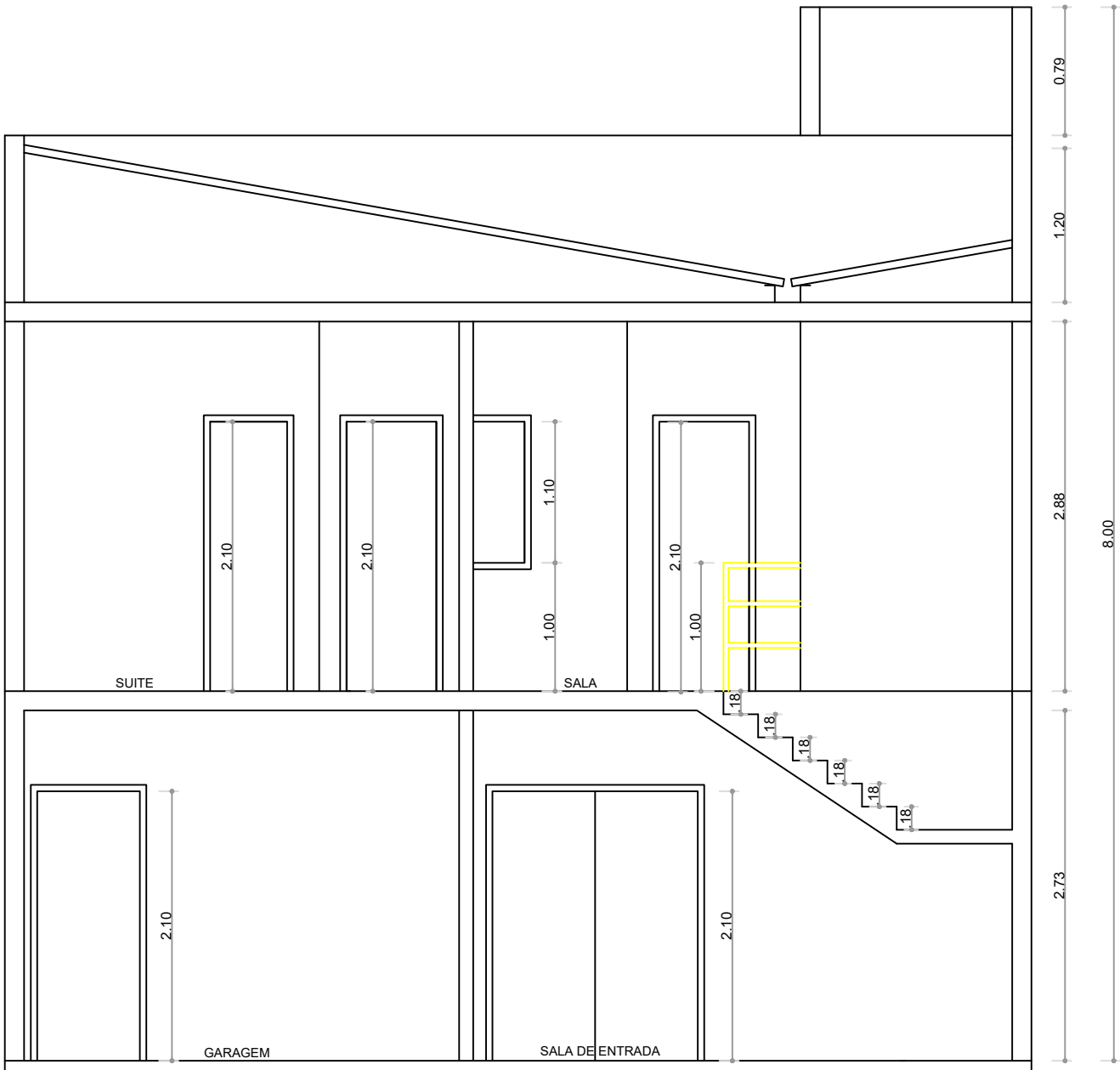


Fonte: Autor (2021)

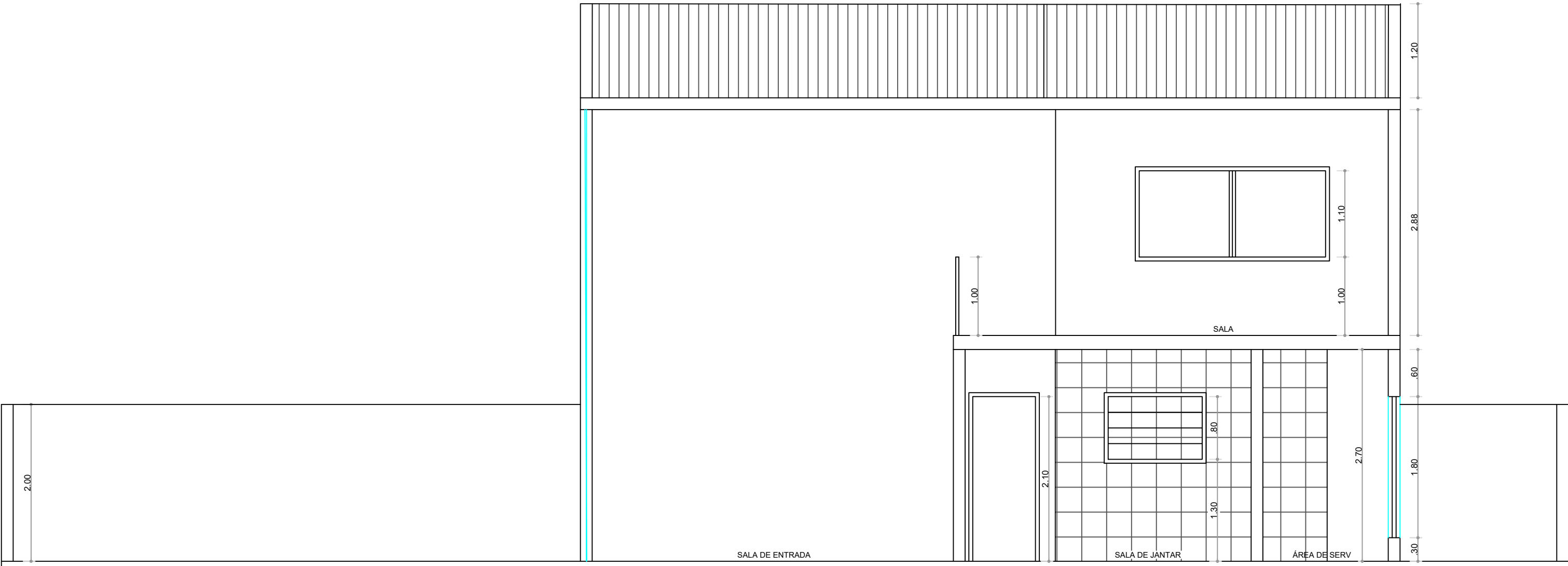




FACHADA



CORTE BB



CORTE AA

Anexo A - Projetos do AutoCAD

FRANCHA

04/04

PROPRIETÁRIO:

ASSUNTO:

ARQUITETÔNICO - CORTES E FACHADA

LOCAL:

DESENHO:

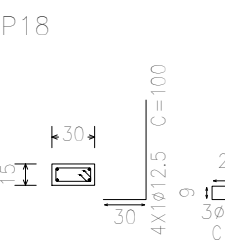
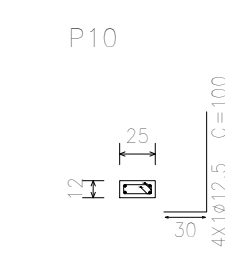
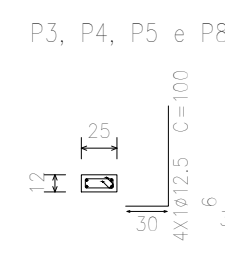
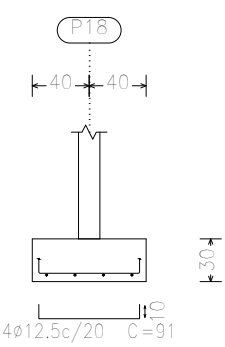
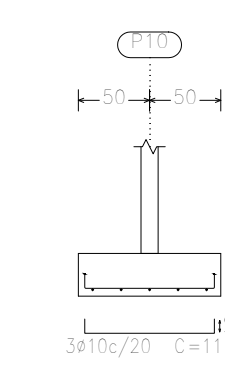
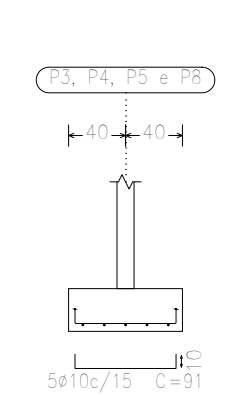
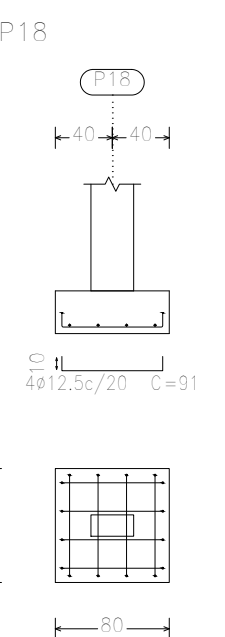
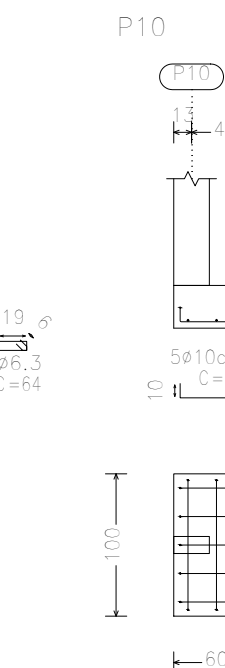
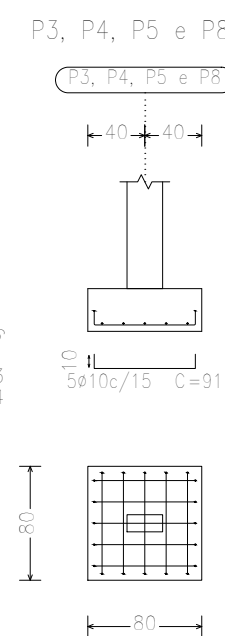
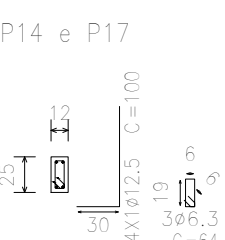
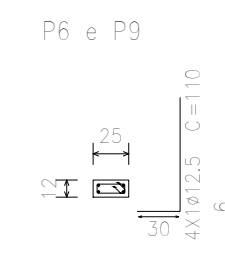
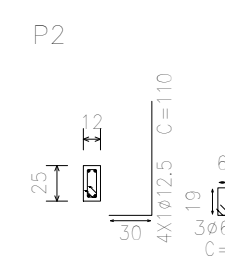
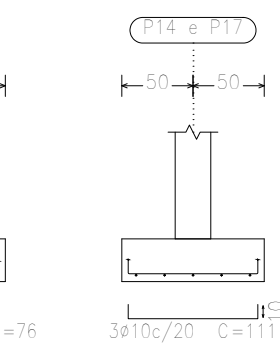
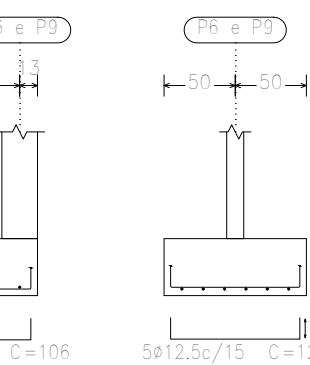
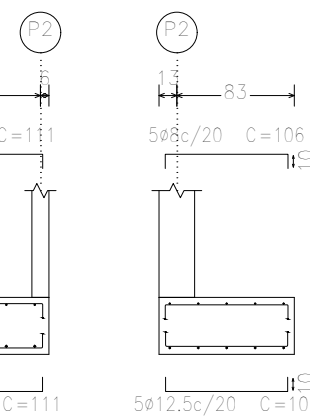
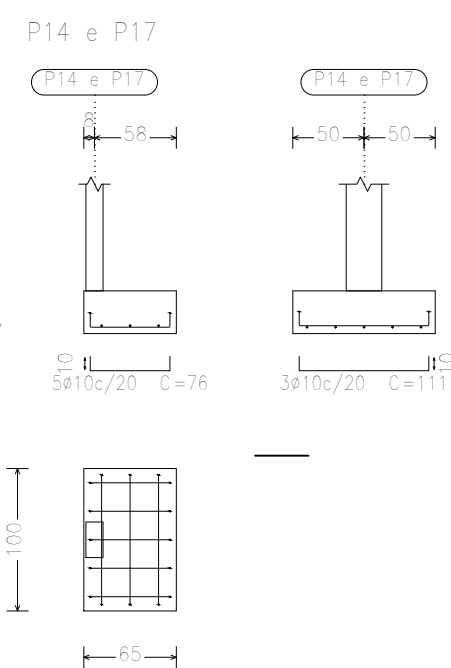
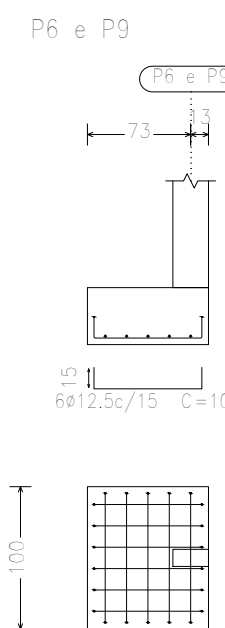
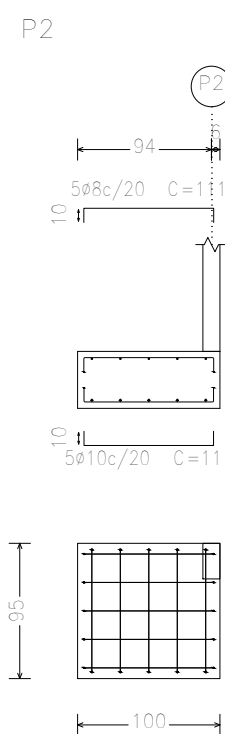
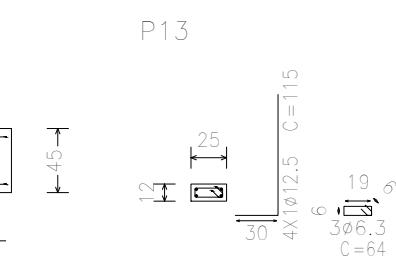
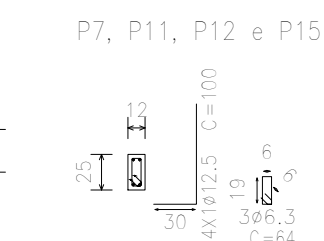
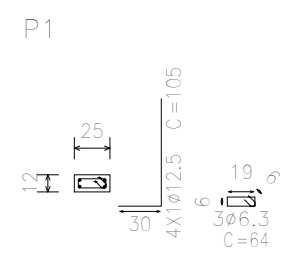
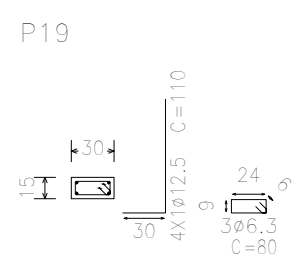
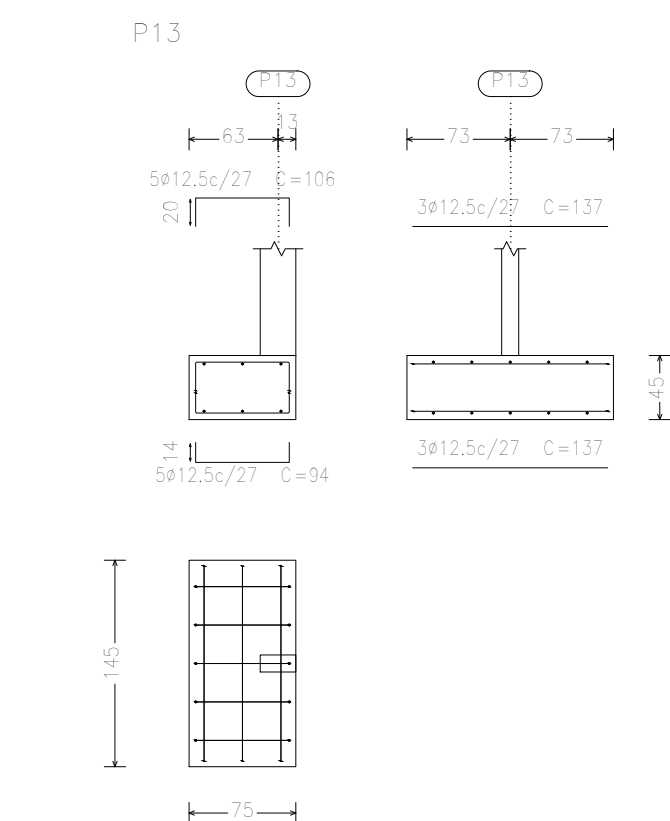
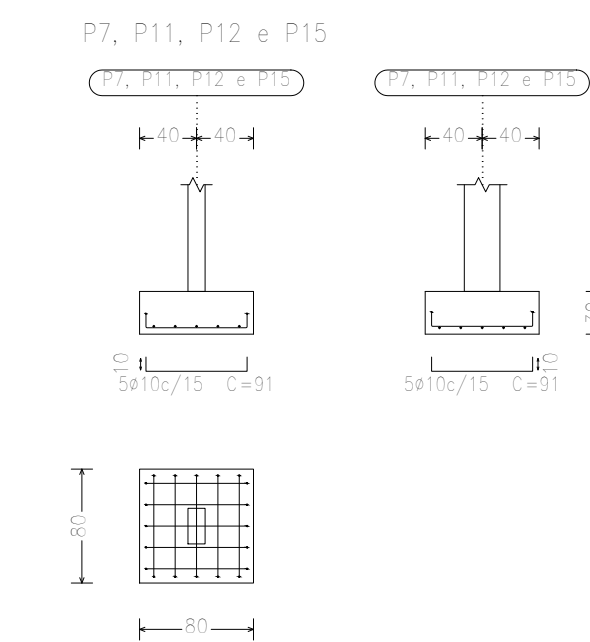
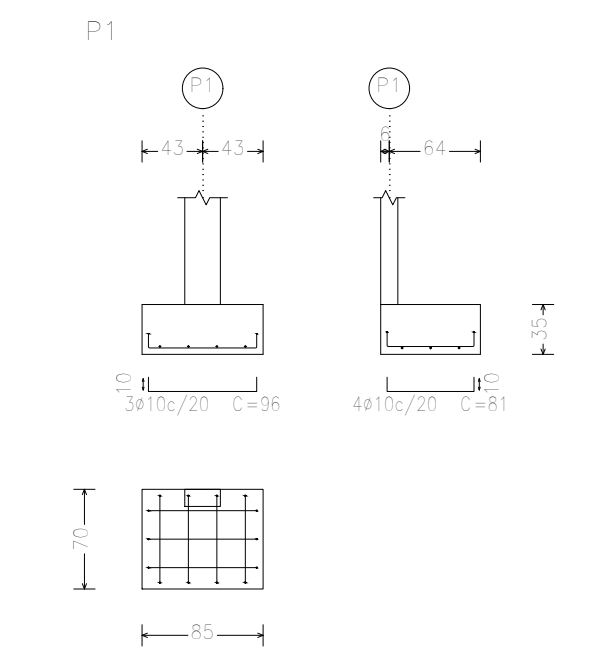
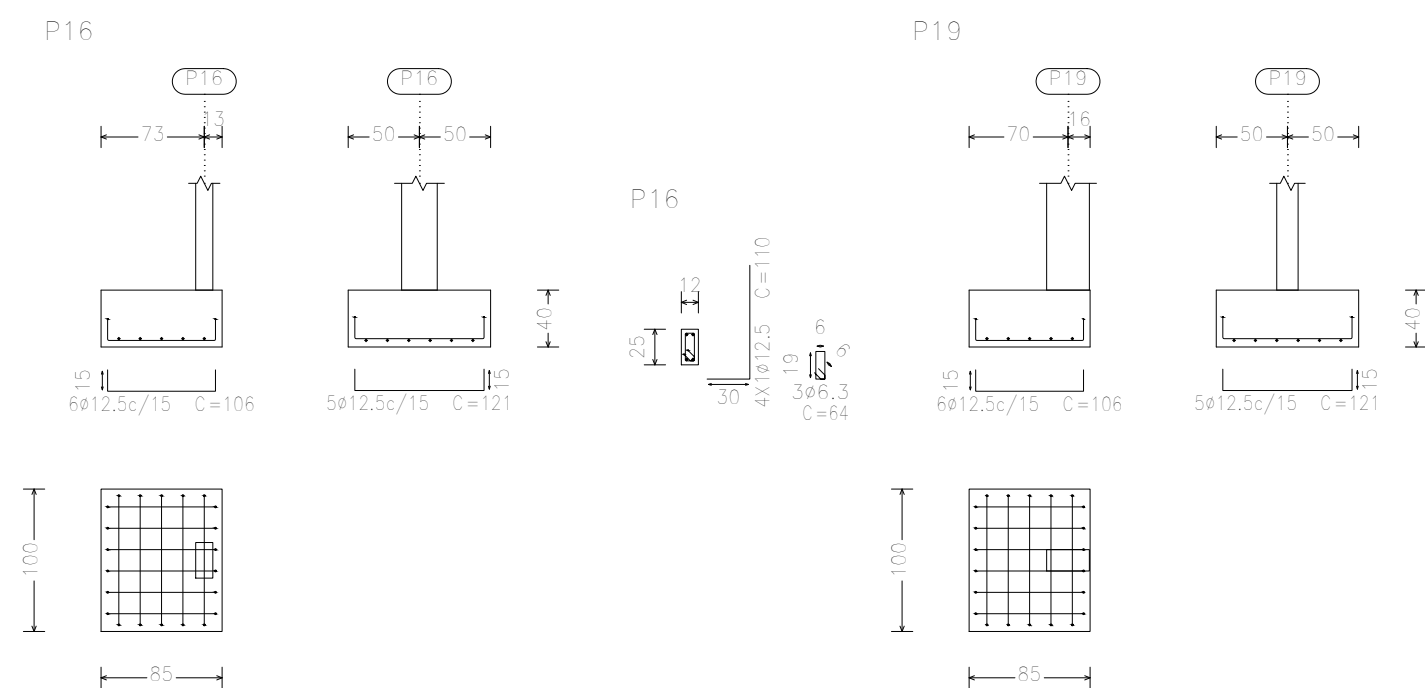
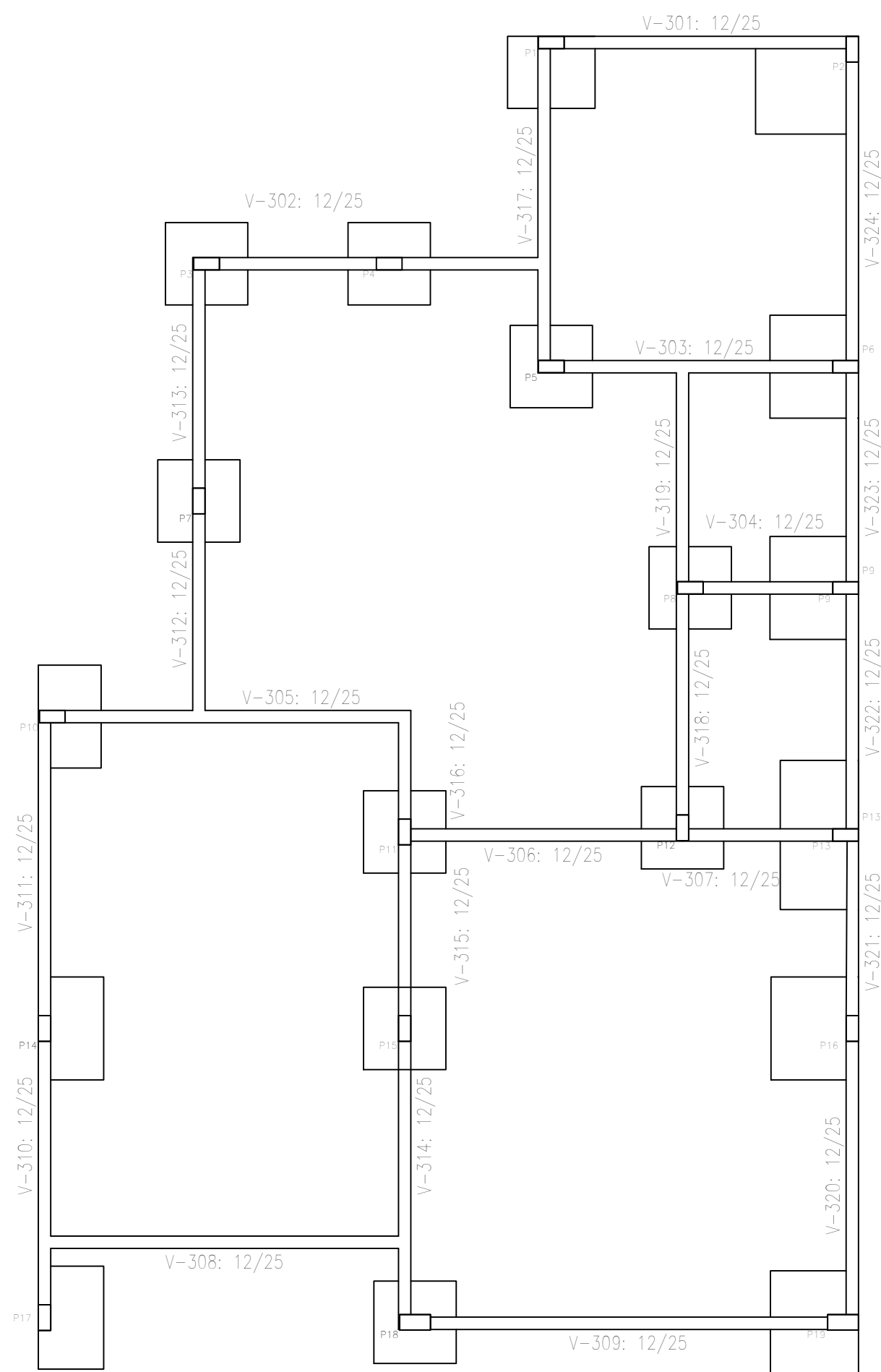
REVISÃO:

ESCALA

1/50

DATA

SETEMBRO 2019



Apêndice A - Projetos do AutoCAD

PROPRIETÁRIO:

ASSUNTO: ESTRUTURAL - FUNDAÇÕES

LOCAL:

DESENHO:

REVISÃO:

ESCALA 1/50

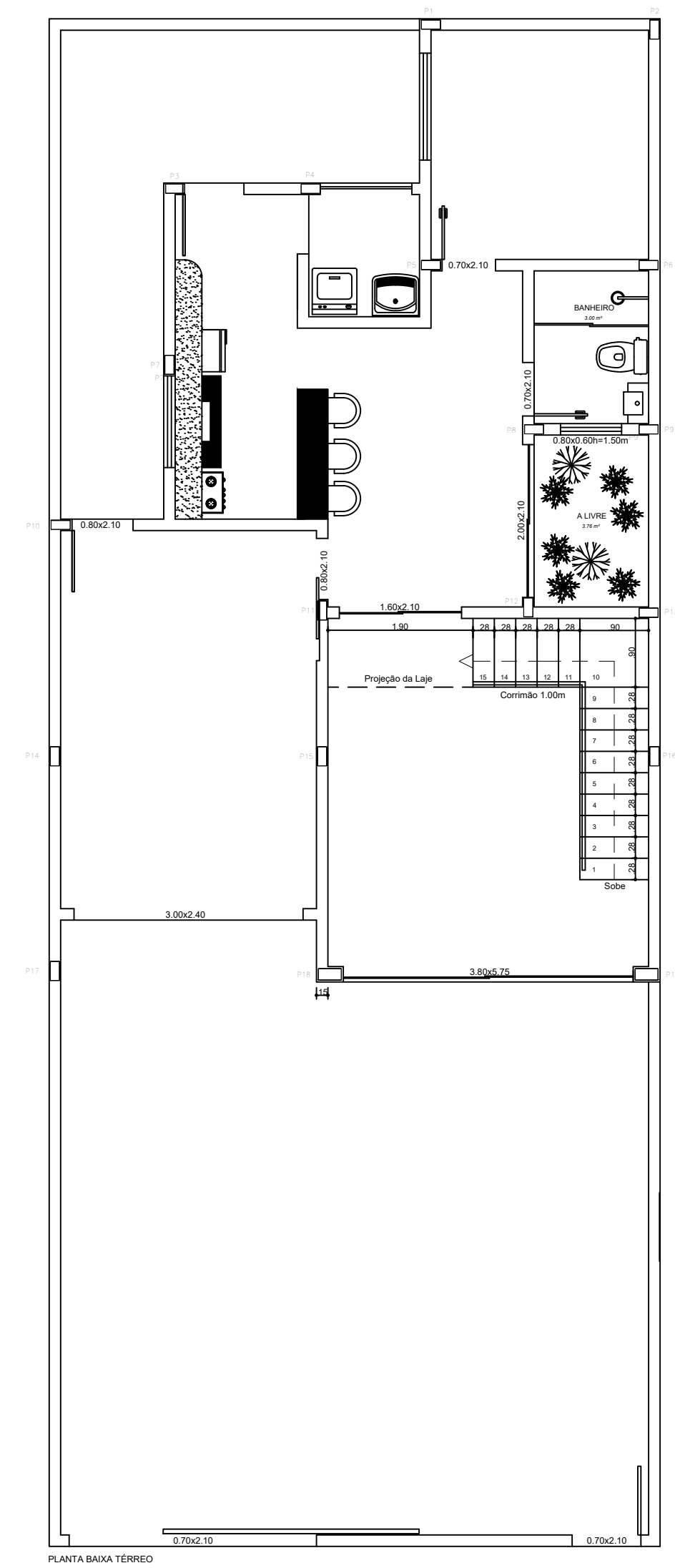
DATA JULHO 2014

FRANCHA

01/05

Pos.	Diam.	Q.	Comp. (cm)	Total (cm)
1	ø12,5	4	215	860
2	ø6,3	58	63	3654
3	ø12,5	4	385	1540
4	ø12,5	4	285	1140
5	ø12,5	4	155	620
6	ø6,3	3	56	168

P18=P19



ATA OUTUBRO 2019

CINTAMENTO DO MEIO

The drawing illustrates the middle belt (CINTAMENTO DO MEIO) with the following views and dimensions:

- V1:** Front view, total length 1000 mm, width 100 mm.
- V2:** Side view, total length 1000 mm, width 100 mm.
- V3:** Front view, total length 1000 mm, width 100 mm.
- V4:** Side view, total length 1000 mm, width 100 mm.
- V5:** Front view, total length 1000 mm, width 100 mm.
- V6:** Side view, total length 1000 mm, width 100 mm.
- V7:** Front view, total length 1000 mm, width 100 mm.
- V8:** Side view, total length 1000 mm, width 100 mm.
- V9:** Front view, total length 1000 mm, width 100 mm.
- V10:** Side view, total length 1000 mm, width 100 mm.
- V11:** Front view, total length 1000 mm, width 100 mm.
- V12:** Side view, total length 1000 mm, width 100 mm.
- V13:** Front view, total length 1000 mm, width 100 mm.
- V14:** Side view, total length 1000 mm, width 100 mm.
- V15:** Front view, total length 1000 mm, width 100 mm.
- V16:** Side view, total length 1000 mm, width 100 mm.
- V17:** Front view, total length 1000 mm, width 100 mm.
- V18:** Side view, total length 1000 mm, width 100 mm.

Technical drawings of various beam profiles (vigas baldramas) showing cross-sections and dimensions. The drawings include standard profiles and an optional profile labeled "OPCIONAL". Dimensions are indicated by arrows and numbers.

The drawing consists of 15 individual beam detail views arranged in three rows. Each view shows a cross-section of a beam with reinforcement bars, stirrups, and other structural details. The views are labeled with numbers 1 through 15. The top row contains 5 views, the middle row contains 5 views, and the bottom row contains 5 views. The views show different beam configurations, including single-span, continuous, and cantilever beams, with various reinforcement details and dimensions indicated.

Anexo A - Projetos do AutoCAD

PROPRIETÁRIO:

ASSUNTO: ESTRUTURAL - DETALHAMENTO DE VIGAS

LOCAL:

REVISÃO:

DESENHO:

ESCALA 1:100

DATA JULHO 2014

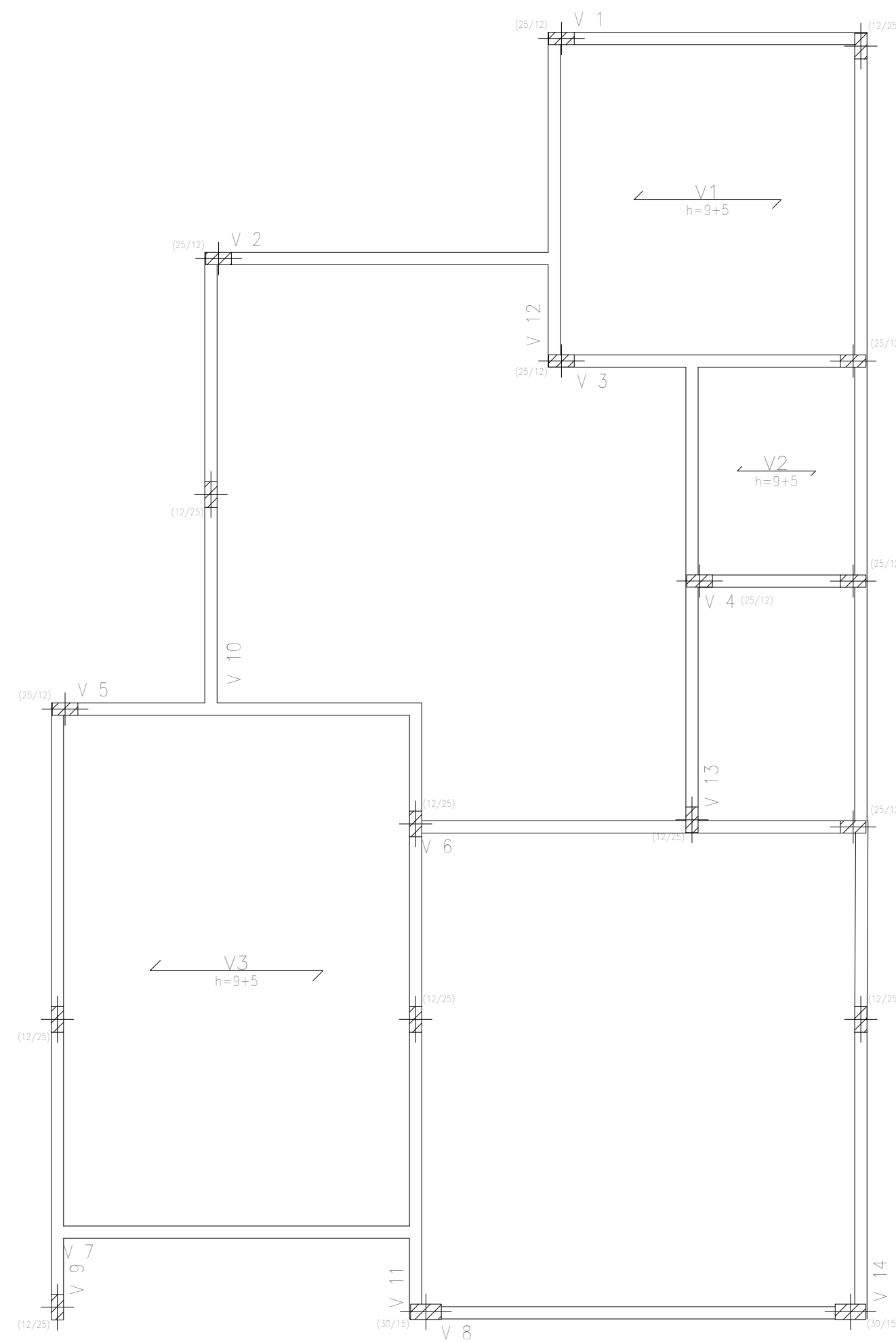
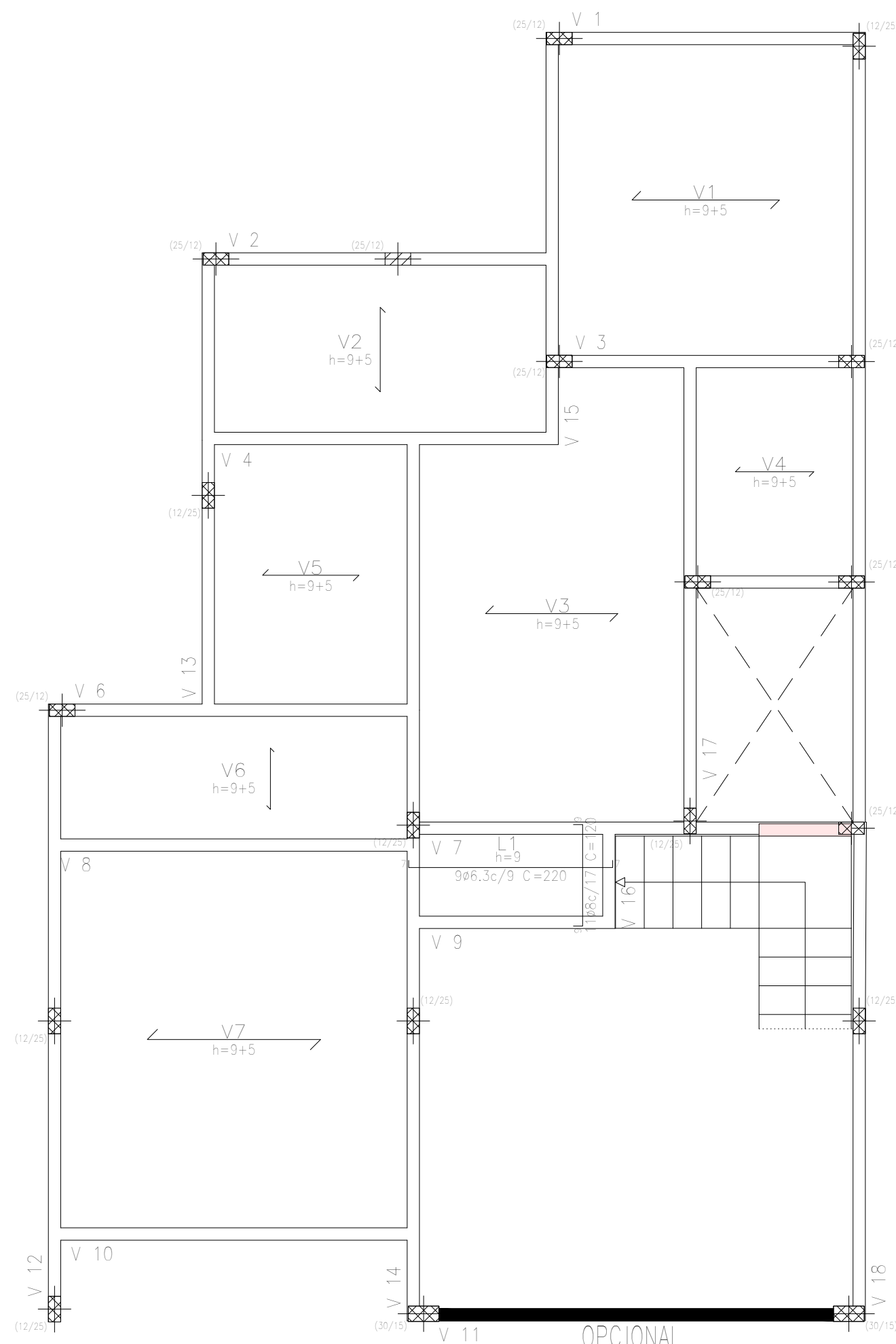
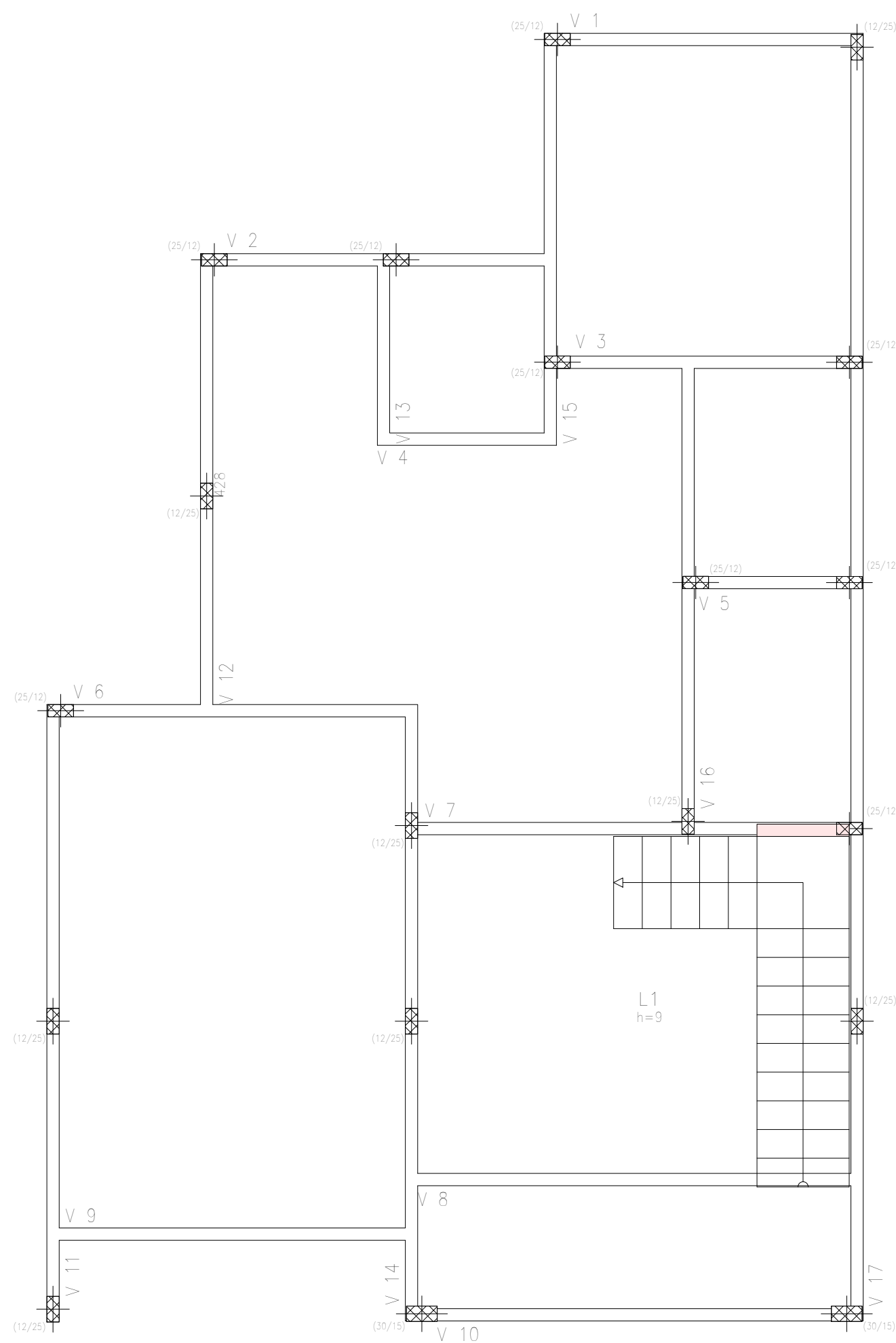
PRANCHA
03/05

03/05

REVISÃO:

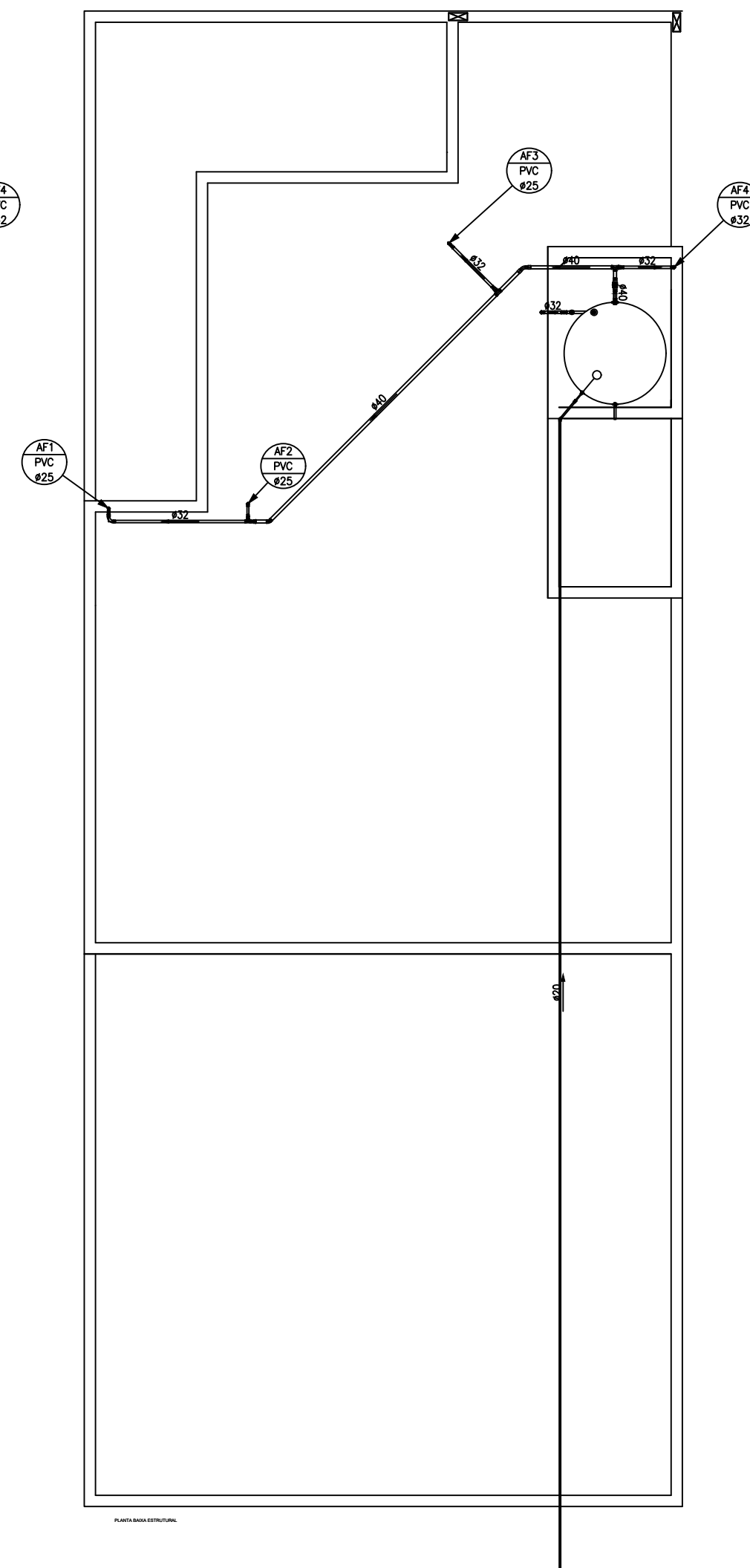
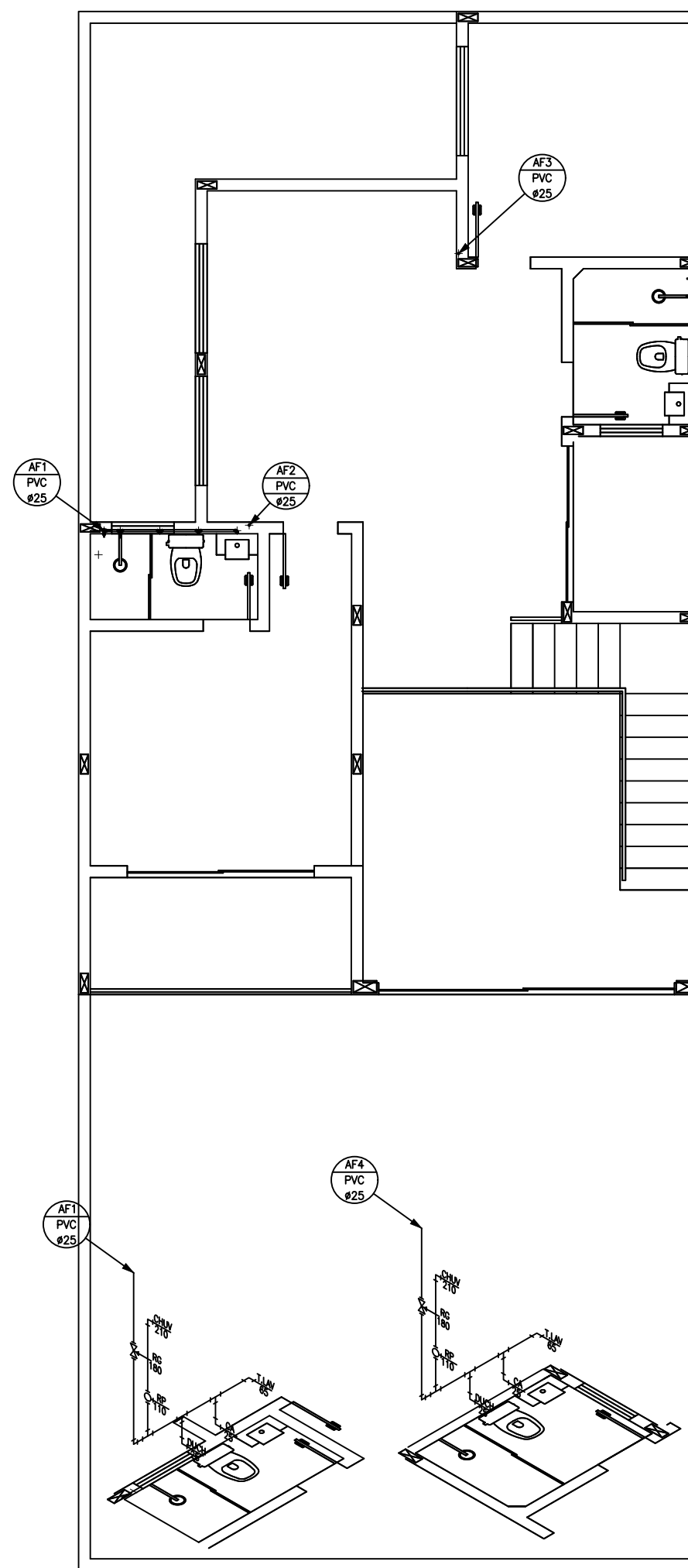
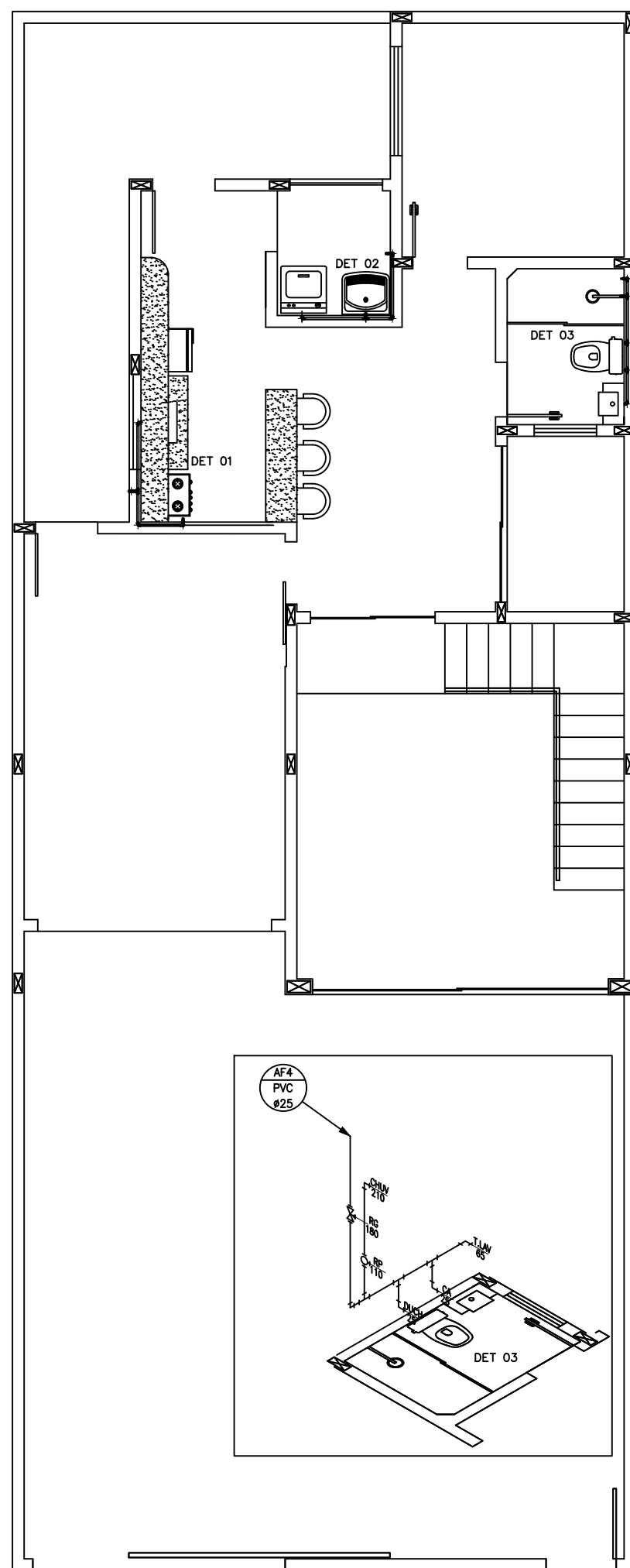
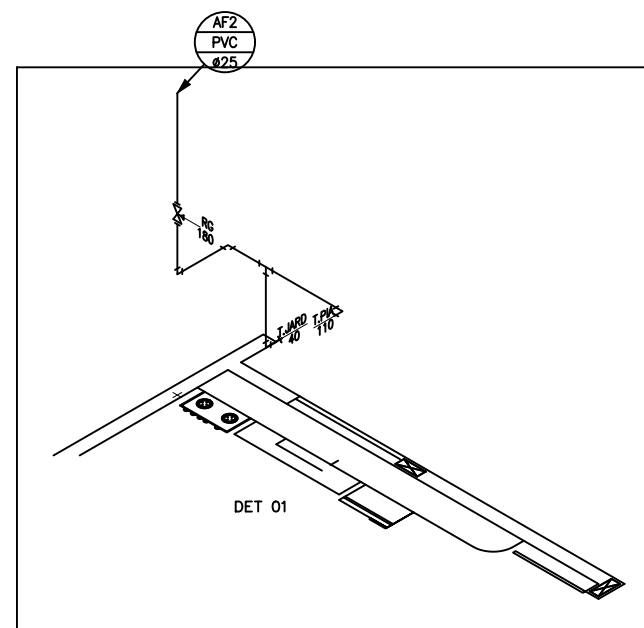
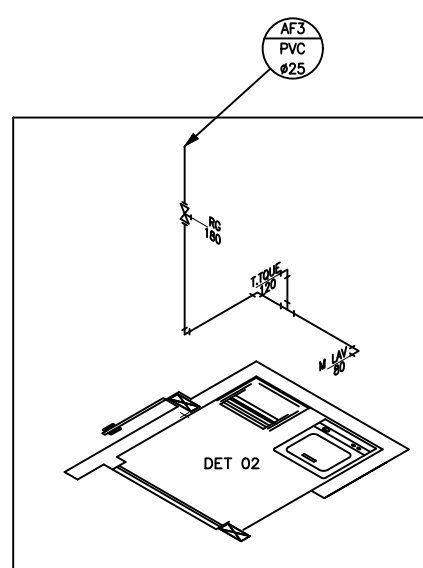
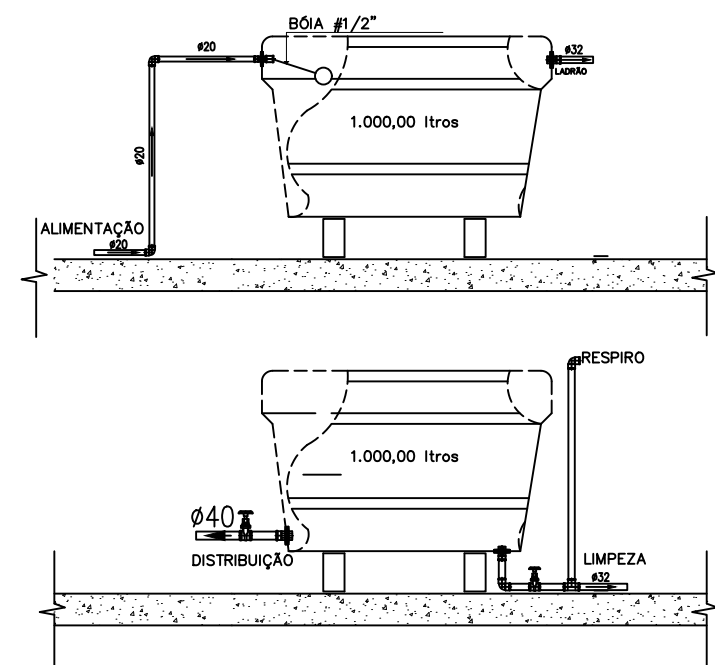
ESCALA 1:100

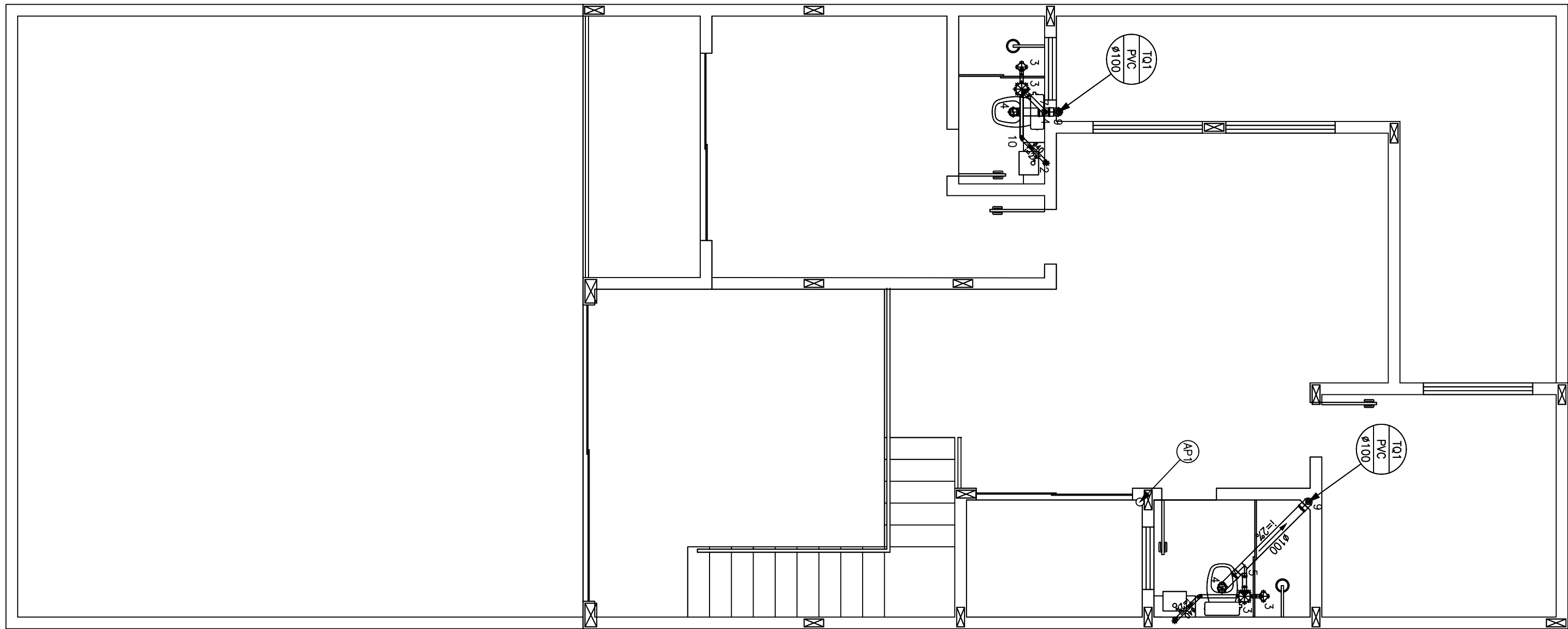
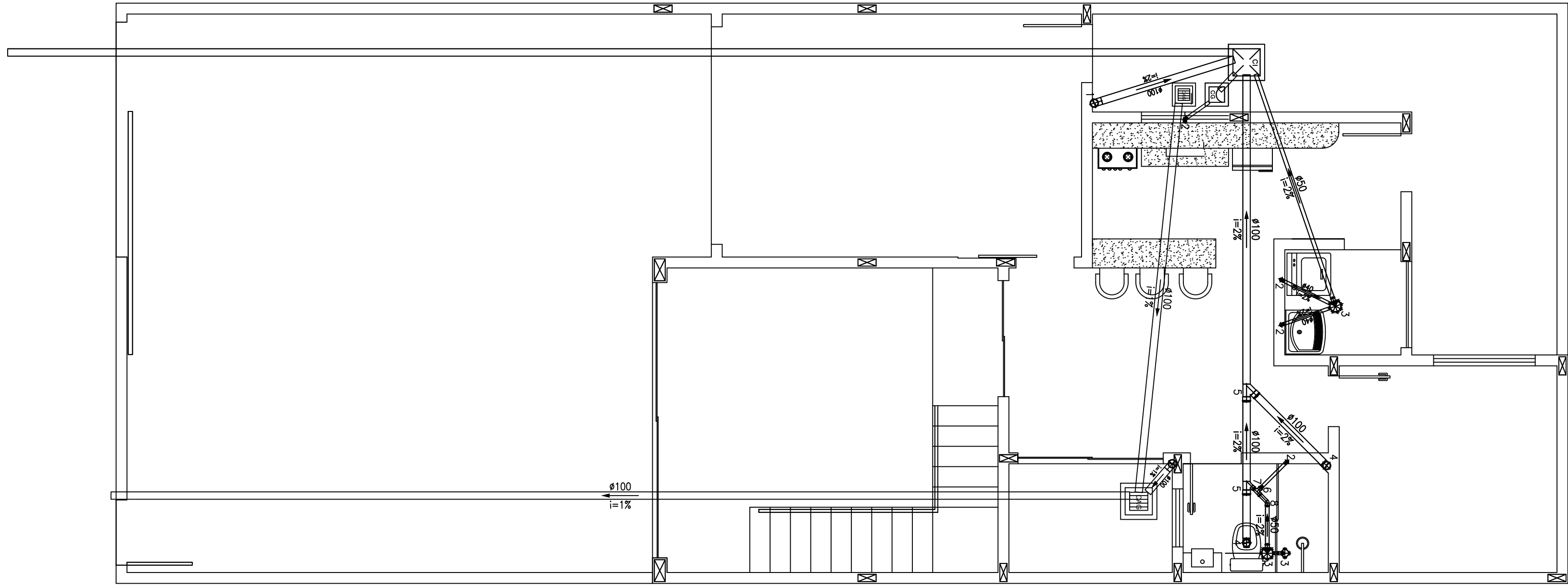
JULHO 2014



OPCIONAL
SE VIDRO ATÉ EM CIMA

Anexo A - Projetos do AutoCAD		FRANCHA 05/05
PROPRIETÁRIO:		
ASSUNTO: ESTRUTURAL - FORMAS / DET DA LAJE MACIÇA		
LOCAL:		
DESENHO:		REVISÃO:
ESCALA 1/50		DATA JULHO 2014





LEGENDA

- 1 – Curva 90
- 2 – Joelho 90 secundário
- 3 – Caixa Sifonada
- 4 – Joelho 90
- 5 – Junção
- 6 – Redução
- 7 – Tê
- 8 – Joelho 45
- 9 – Joelho 90 com visita
- 10 – Joelho 45 secundário

Anexo A - Projetos do AutoCAD

PROPRIETÁRIO:

ASSUNTO: INSTALAÇÕES - ESGOTO

LOCAL:

DESENHO:

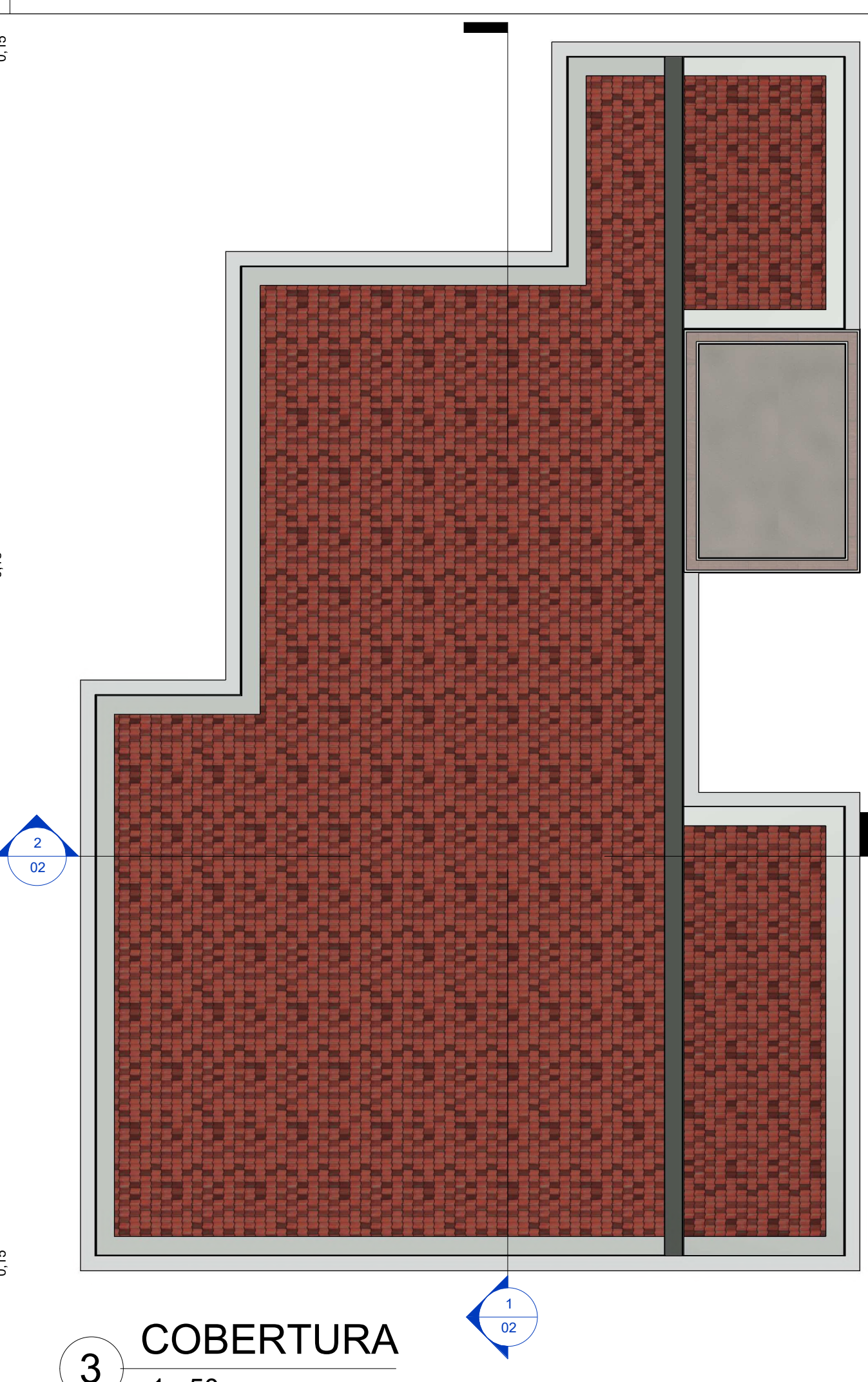
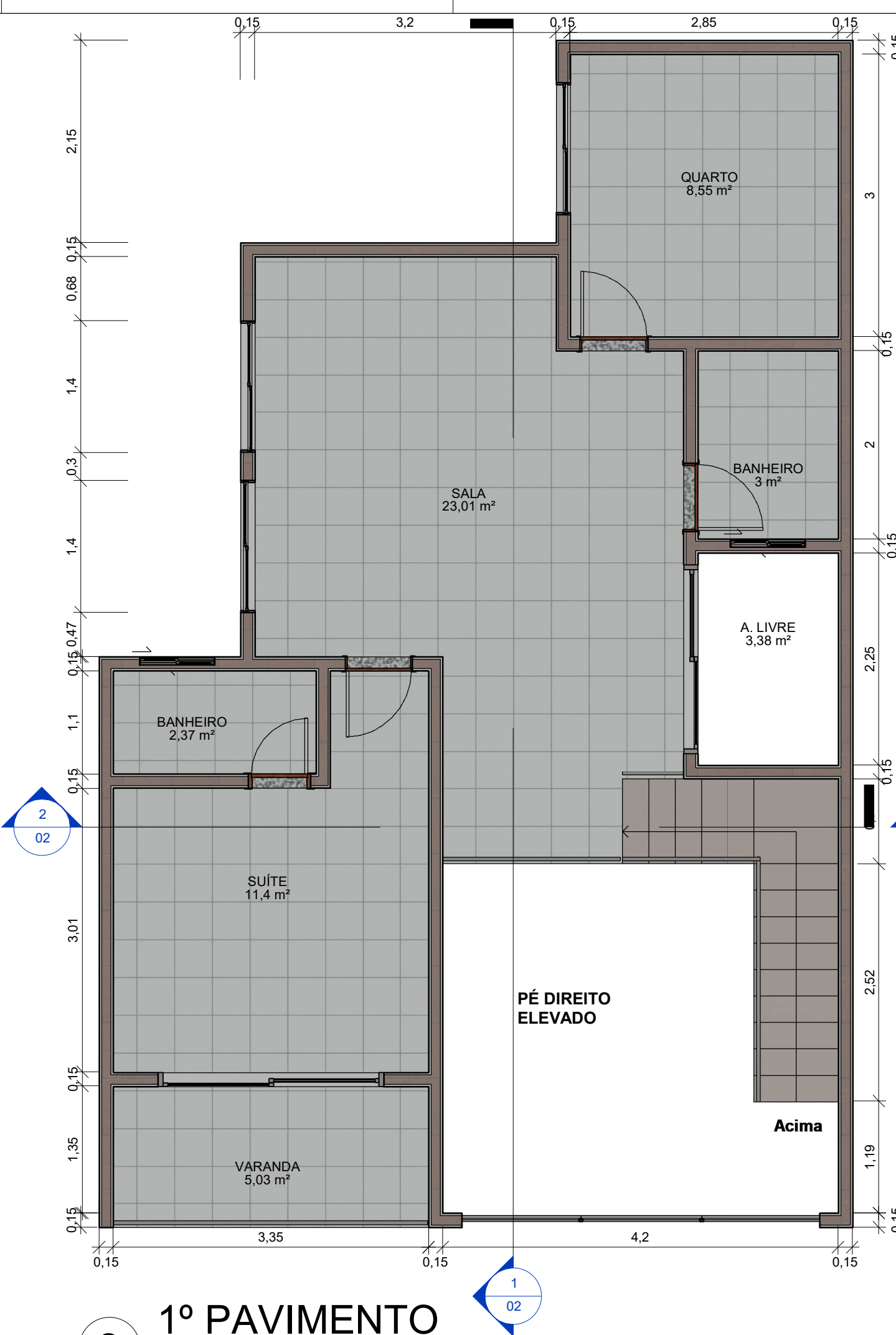
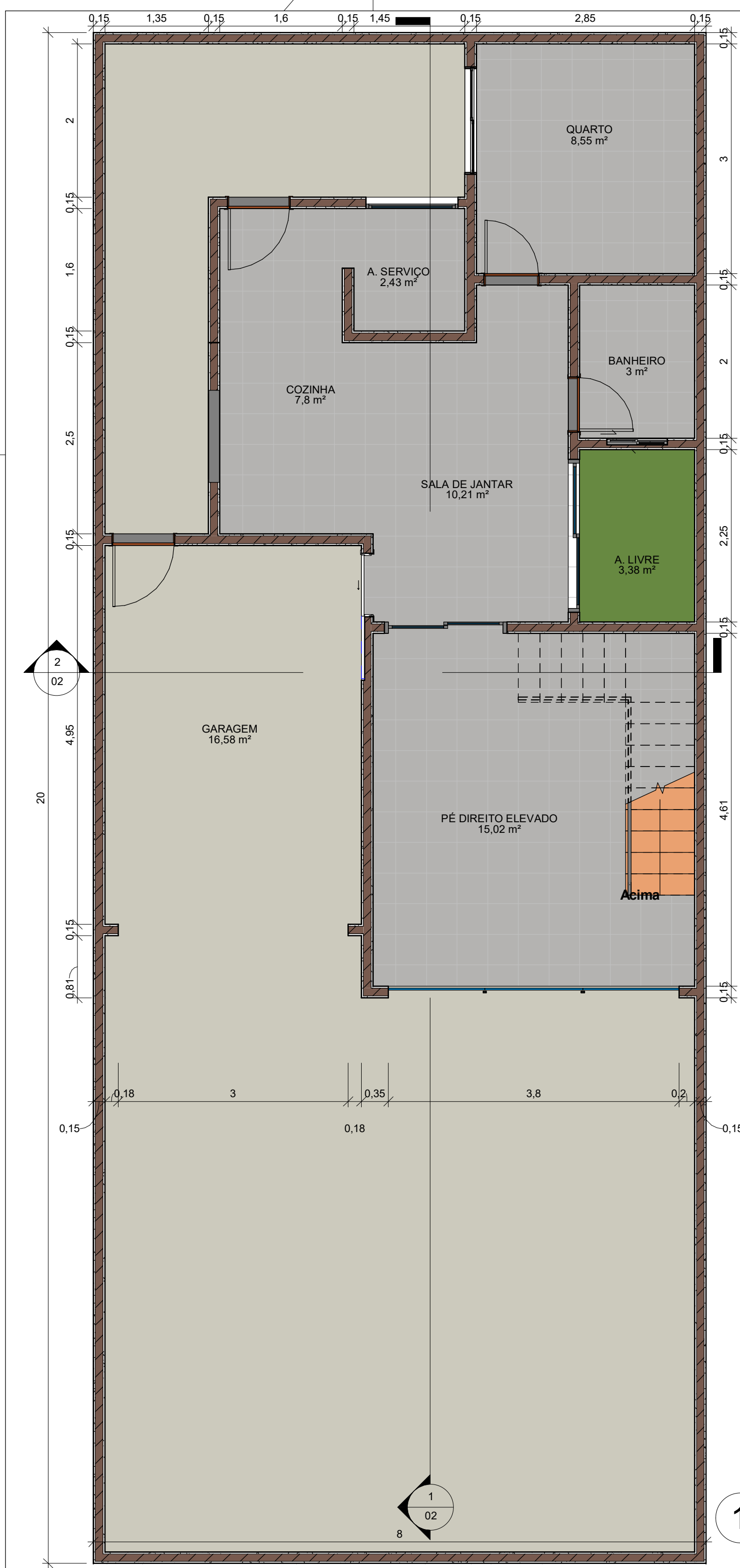
REVISÃO:

ESCALA 1:50

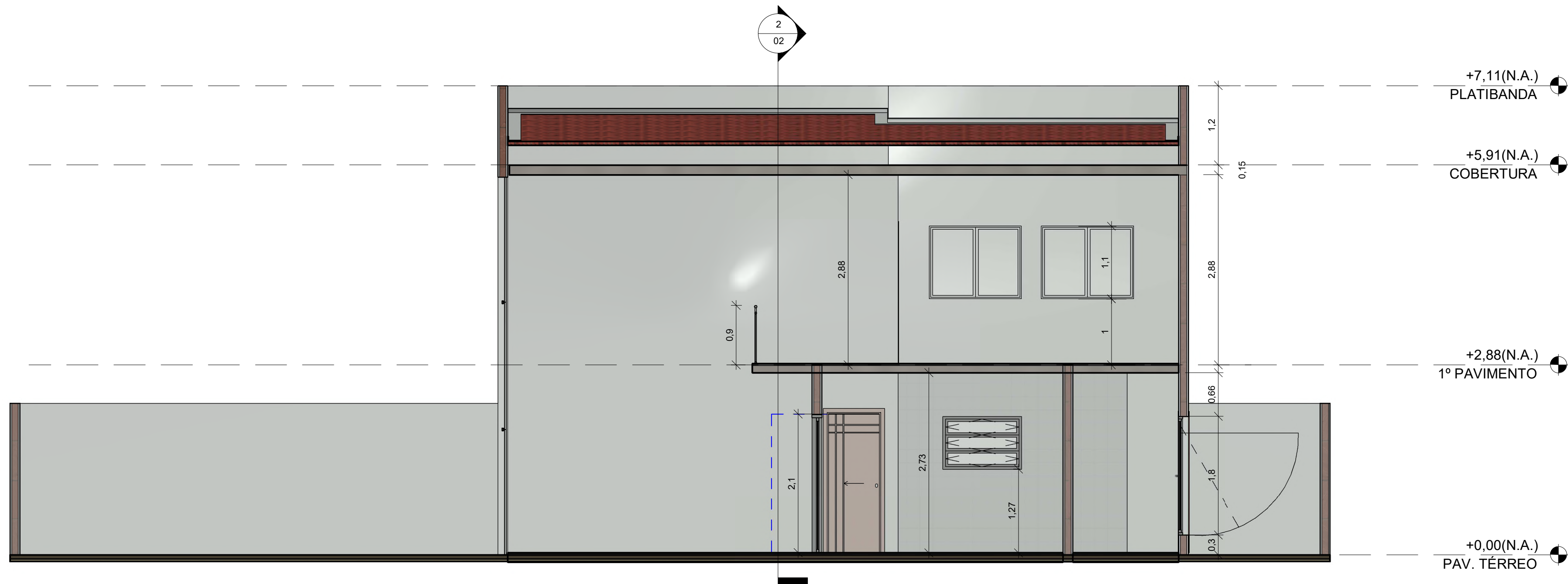
DATA JULHO 2014

FRANCHA

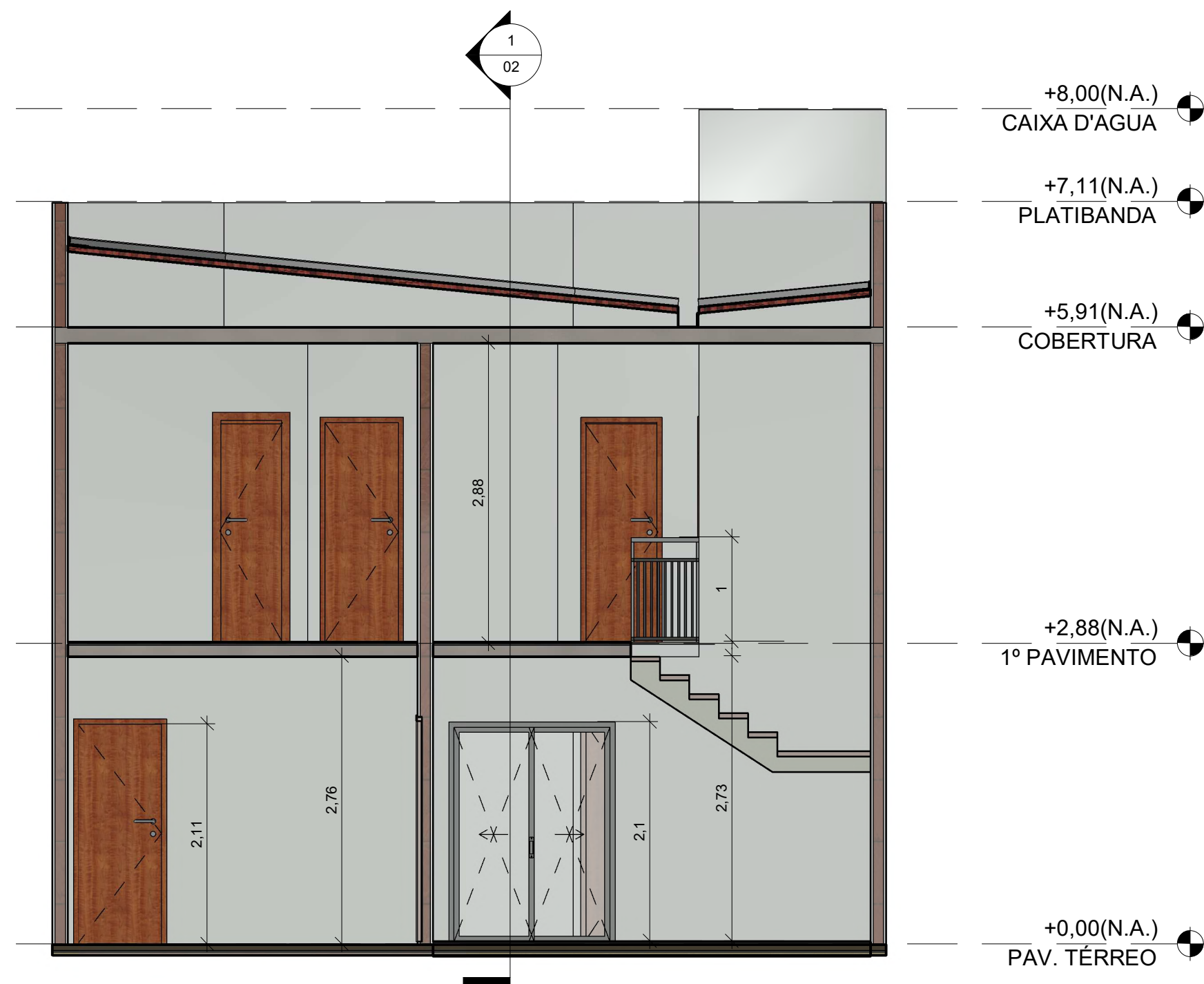
01/03



Apêndice A - Projetos modelados no Revit	
	TÍTULO: Plantas baixas
	CLIENTE: -
	ENDEREÇO: -
	DATA: 03/01/2022
	DESENHISTA: -
N° DA PRANCHA 01 / 03	
ESCALA: 1 : 50	
ENGENHEIRO: -	
CREA: -	



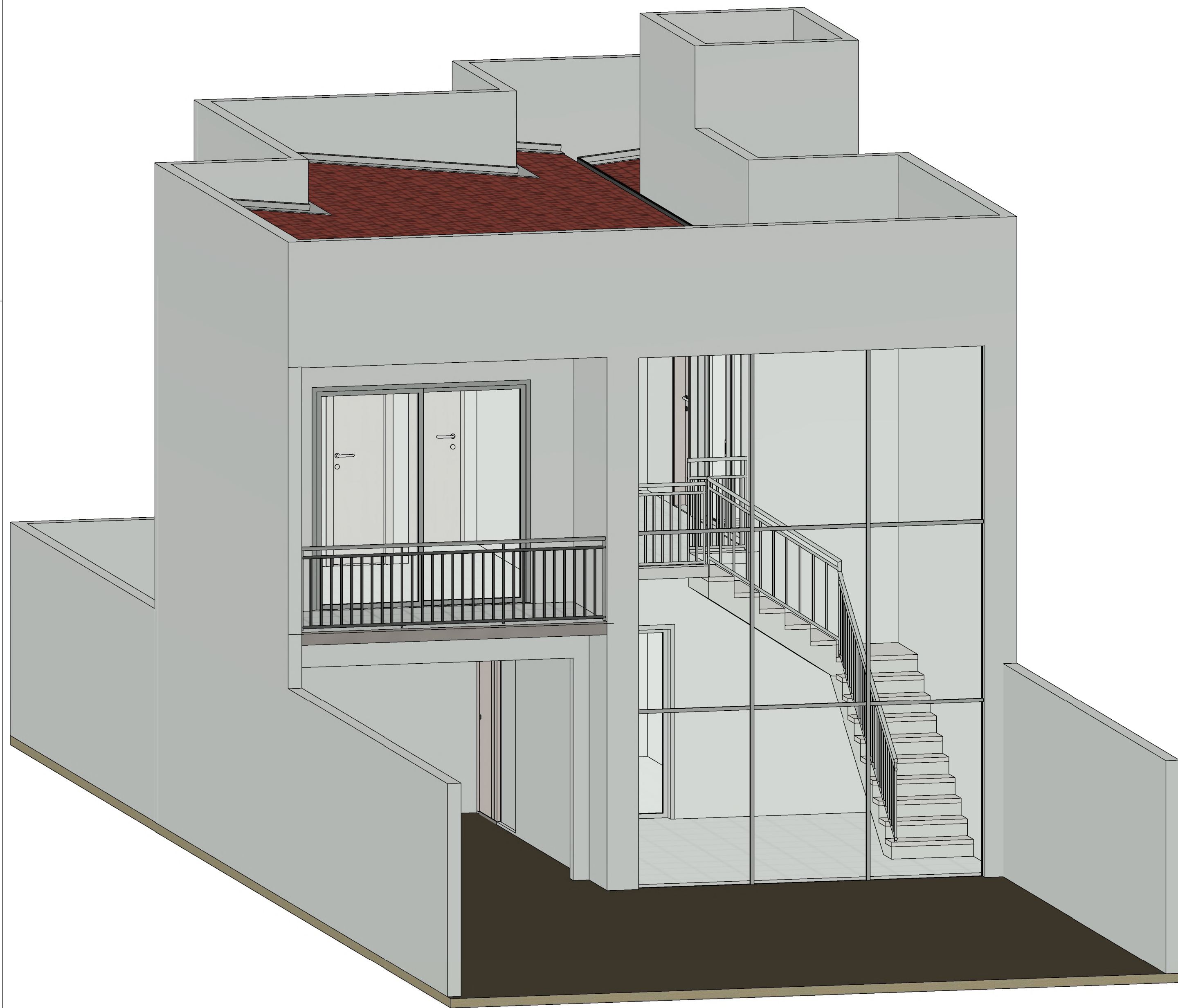
1 CORTE AA
1 : 50



2 CORTE BB
1 : 50

Apêndice A - Projetos modelados no Revit

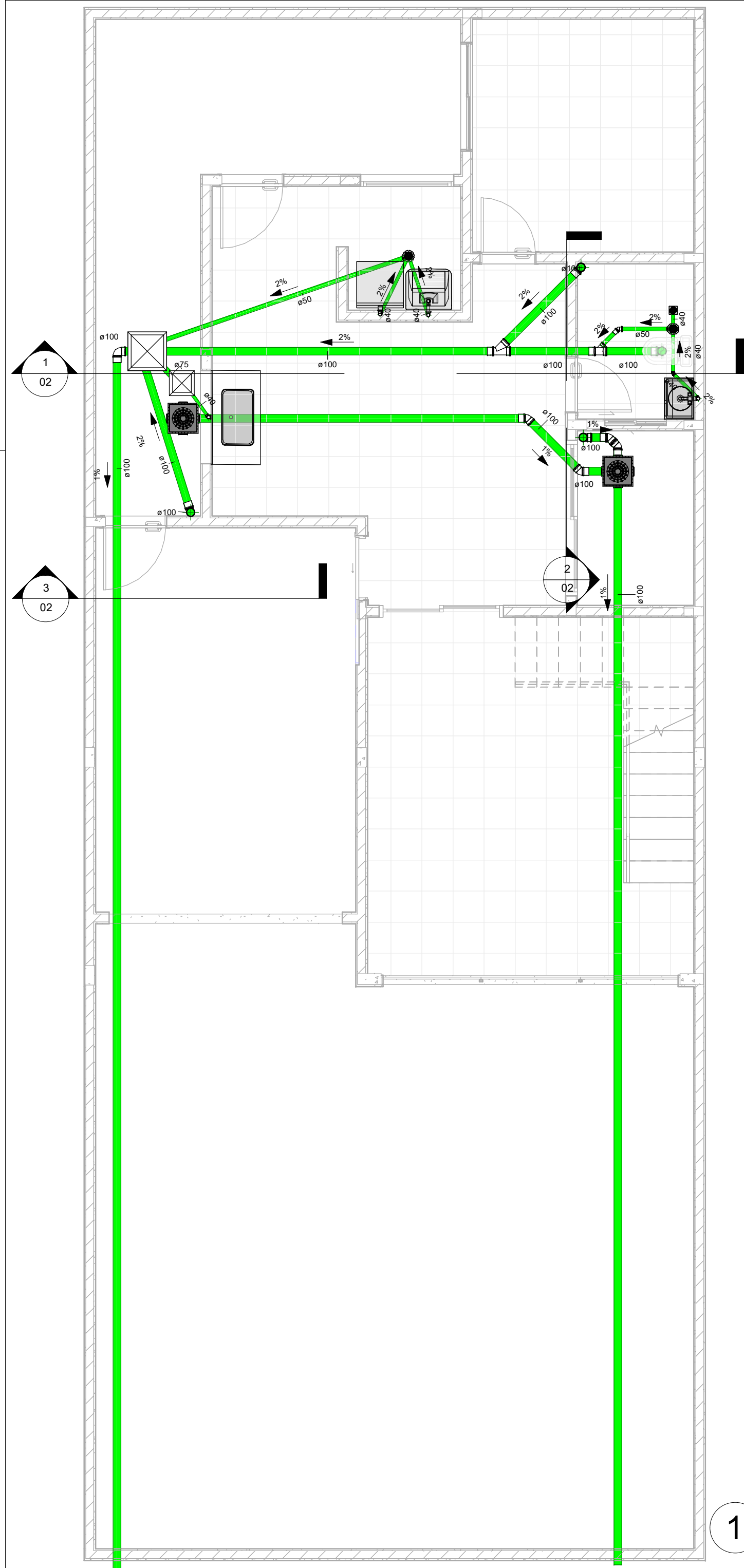
	TÍTULO: Cortes	N° DA PRANCHA 02 / 03
	CLIENTE: -	
	ENDEREÇO: -	
	DATA: 03/01/2022	
ENGENHEIRO: -	DESENHISTA: -	ESCALA: 1 : 50
	CREA: -	



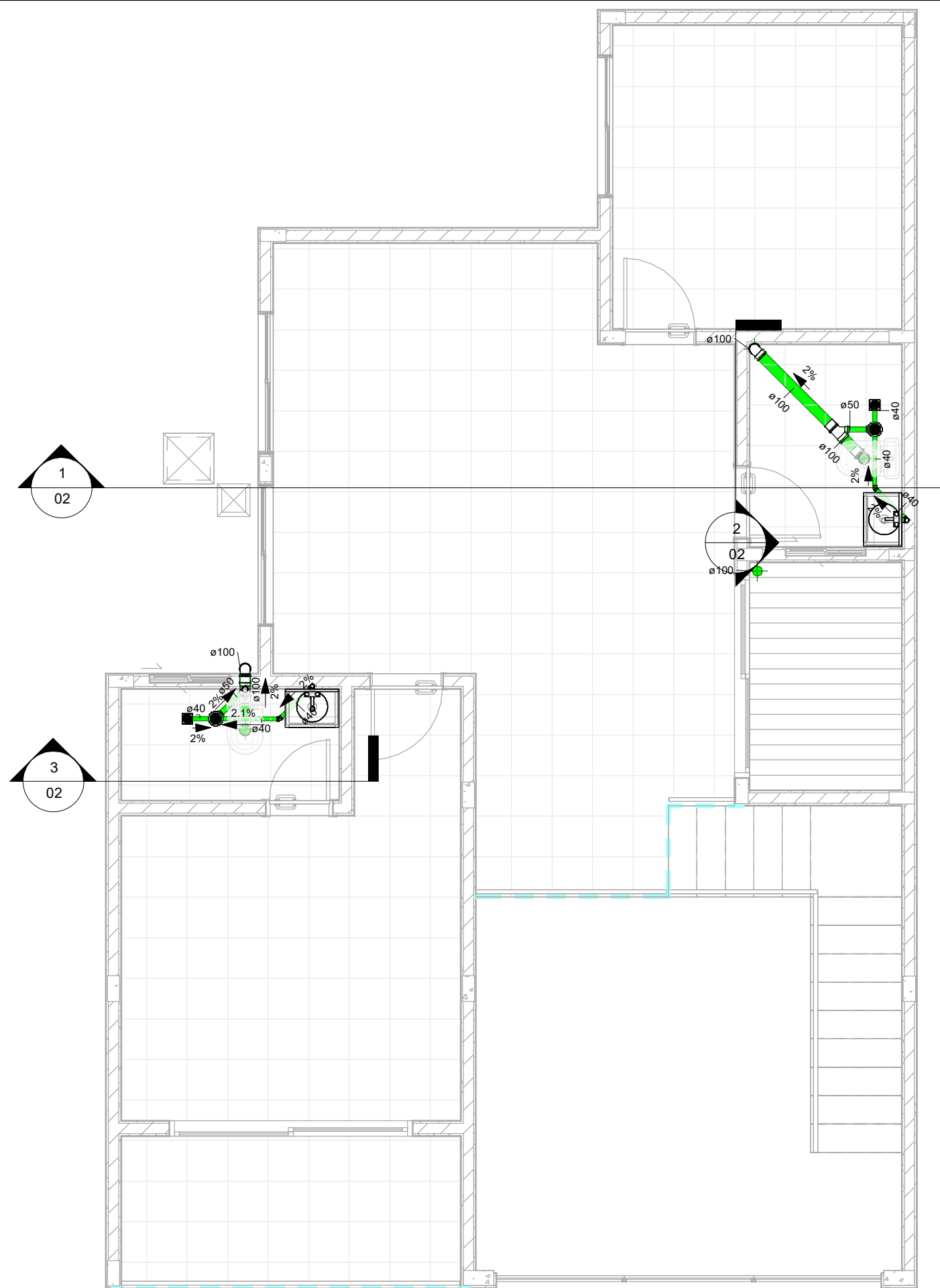
Apêndice A - Projetos modelados no Revit

	TÍTULO: VISTA 3D		N° DA PRANCHA 03 / 03
	CLIENTE: -		
	ENDEREÇO: -		
	DATA: 03/01/2022	DESENHISTA: Autor	
	ENGENHEIRO: -		
CREA: -		ESCALA:	

1 Vista 3D
1:33 1/3



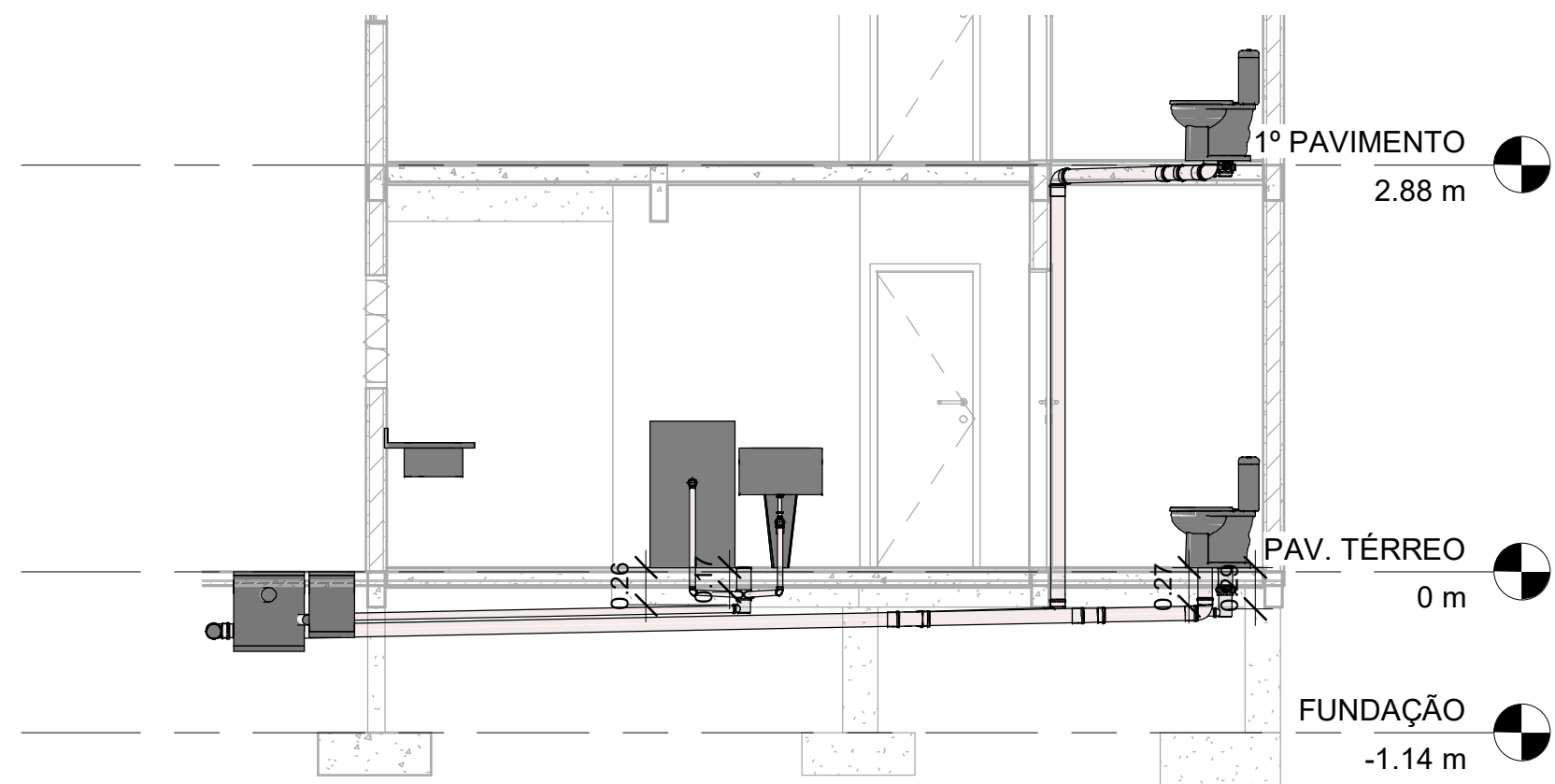
1 PAV. TÉRREO
1 : 50



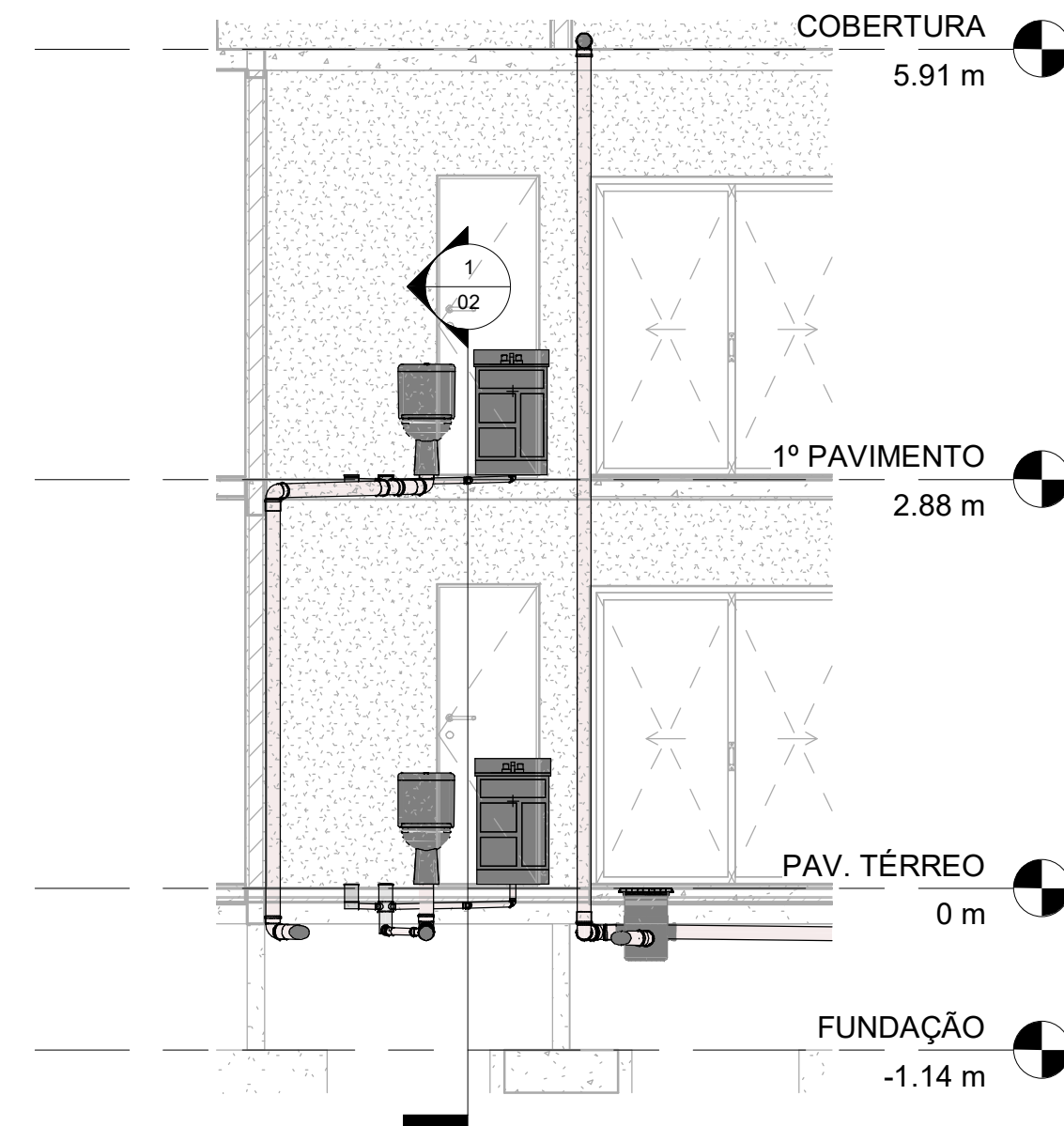
2 PAV. SUPERIOR
1 : 50

Apêndice A - Projetos modelados no Revit

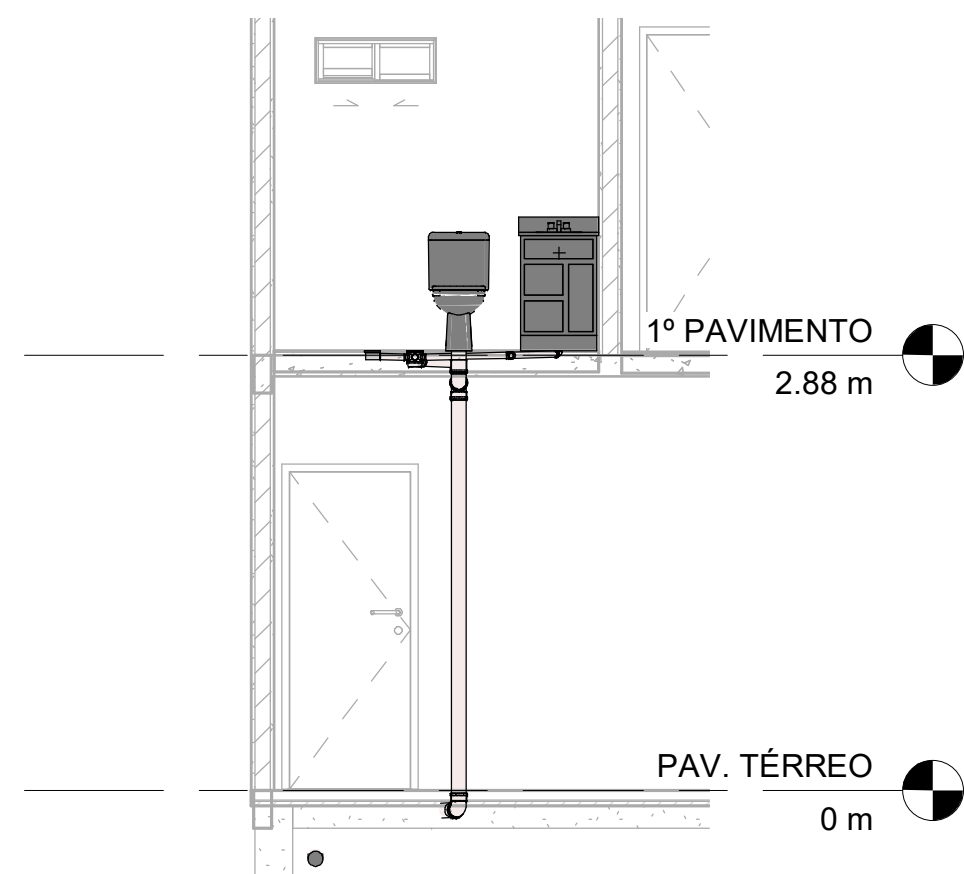
		TÍTULO: SANITÁRIO - Plantas baixas	
		CLIENTE: -	
		ENDEREÇO: -	
		DATA: 03/01/2022	N° DA PRANCHA 01 / 03
DESENHISTA: -			
ENGENHEIRO: -			
CREA: -			ESCALA: 1 : 50



1 CORTE TRANSVERSAL
1 : 50



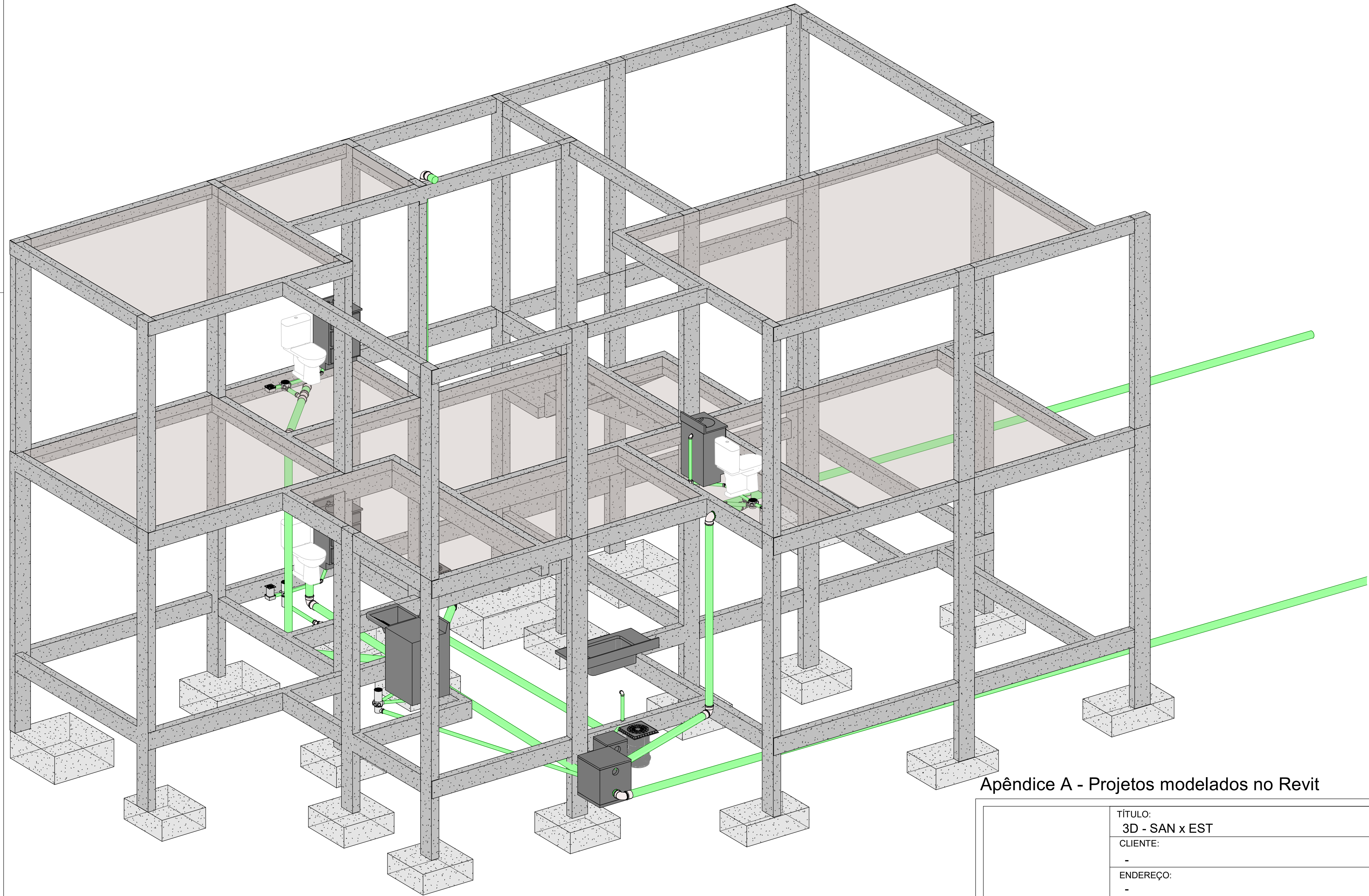
2 CORTE - WC'S SOCIAIS
1 : 50



3 CORTE - WC SUÍTE
1 : 50

Apêndice A - Projetos modelados no Revit

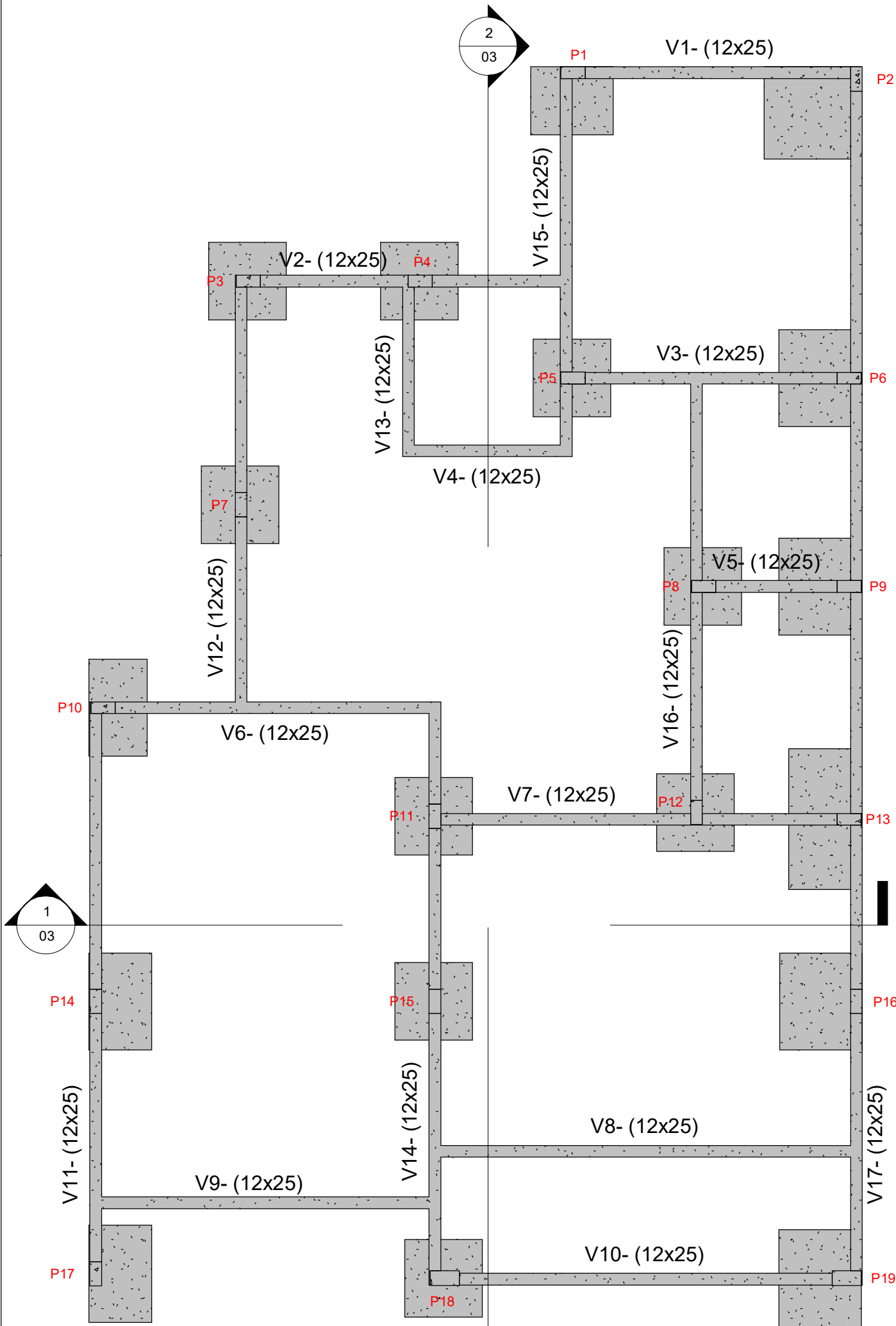
	TÍTULO: SANITÁRIO - Cortes	
	CLIENTE: -	
	ENDEREÇO: -	
	DATA: 03/01/2022	N° DA PRANCHA 02 / 03
	DESENHISTA: -	
ENGENHEIRO: -		ESCALA: 1 : 50
CREA: -		



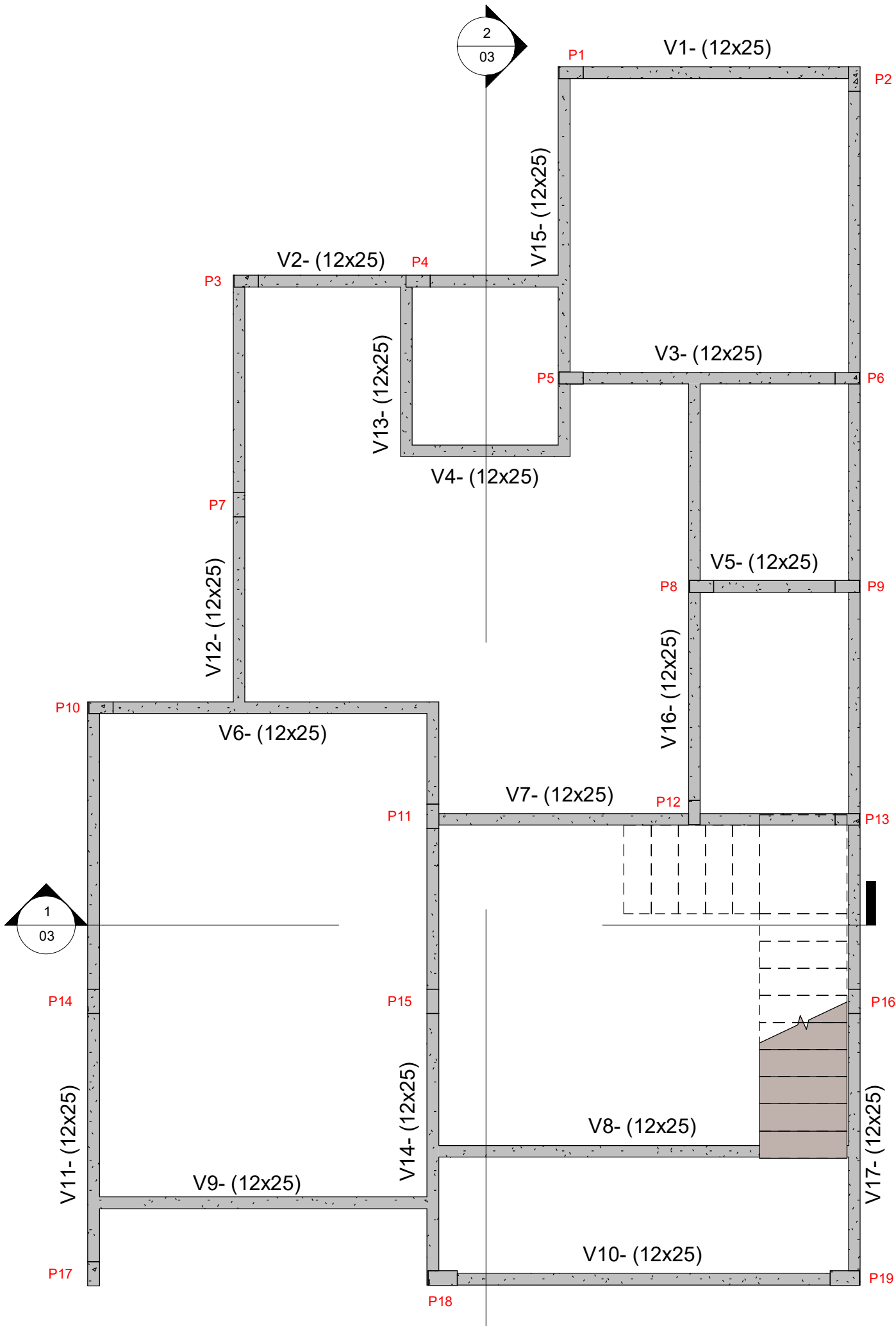
1 Vista 3D
1:33 1/3

Apêndice A - Projetos modelados no Revit

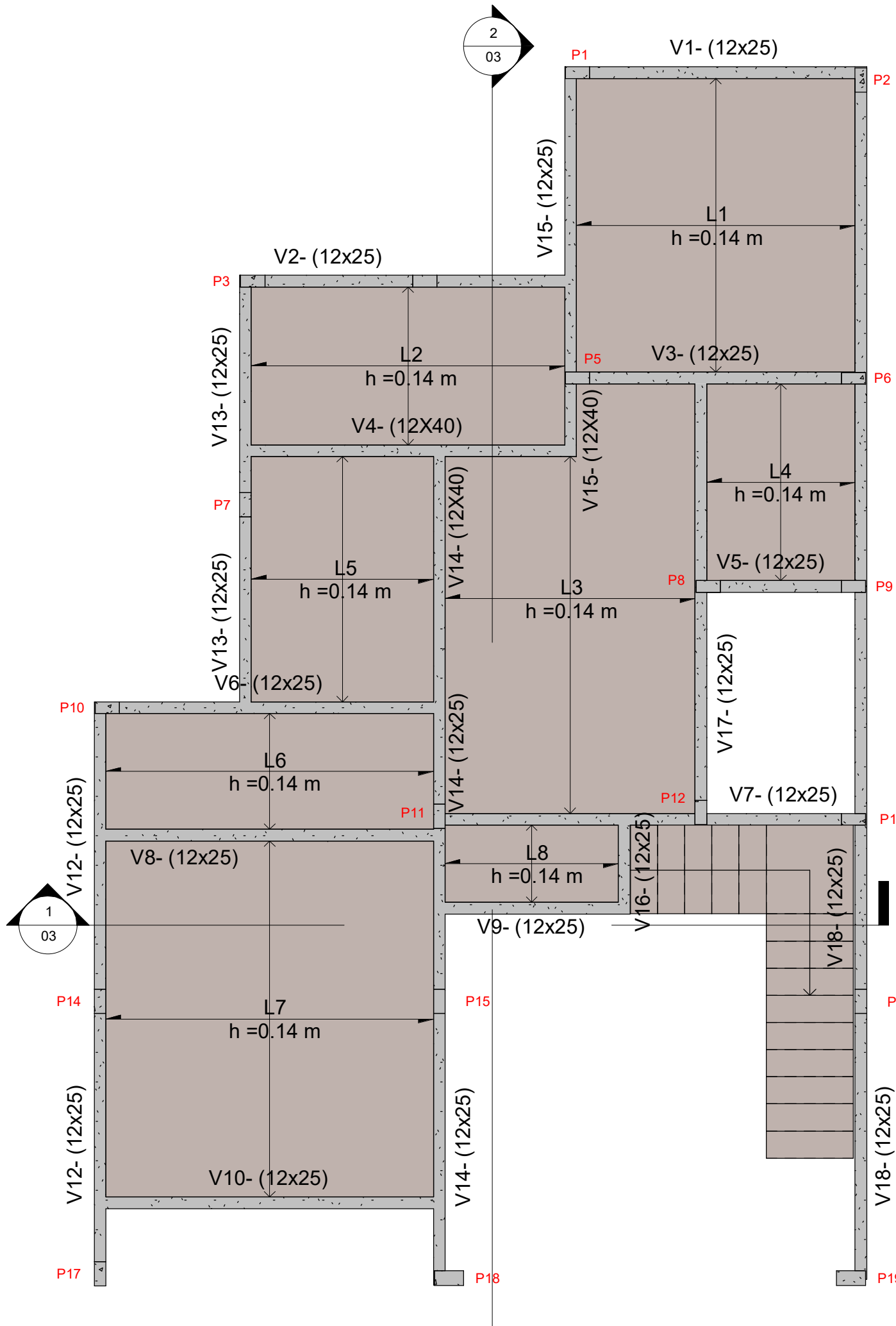
	TÍTULO: 3D - SAN x EST	
	CLIENTE: -	
	ENDEREÇO: -	
	DATA: 03/01/2022	N° DA PRANCHA 03 / 03
	DESENHISTA: -	
ENGENHEIRO: -		ESCALA:
CREA: -		



1 FUNDAÇÃO
1 : 50



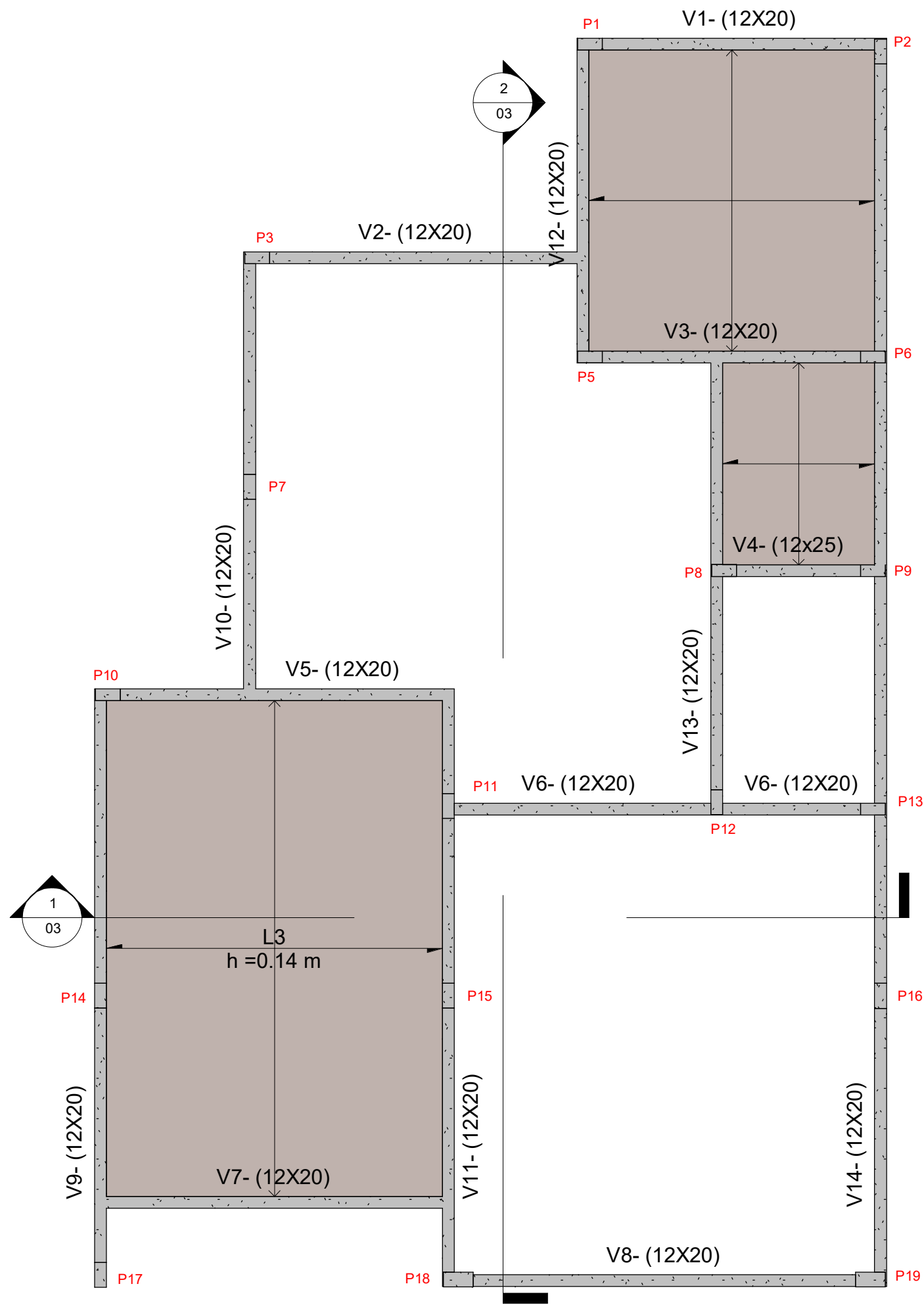
2 PAV. TÉRREO
1 : 50



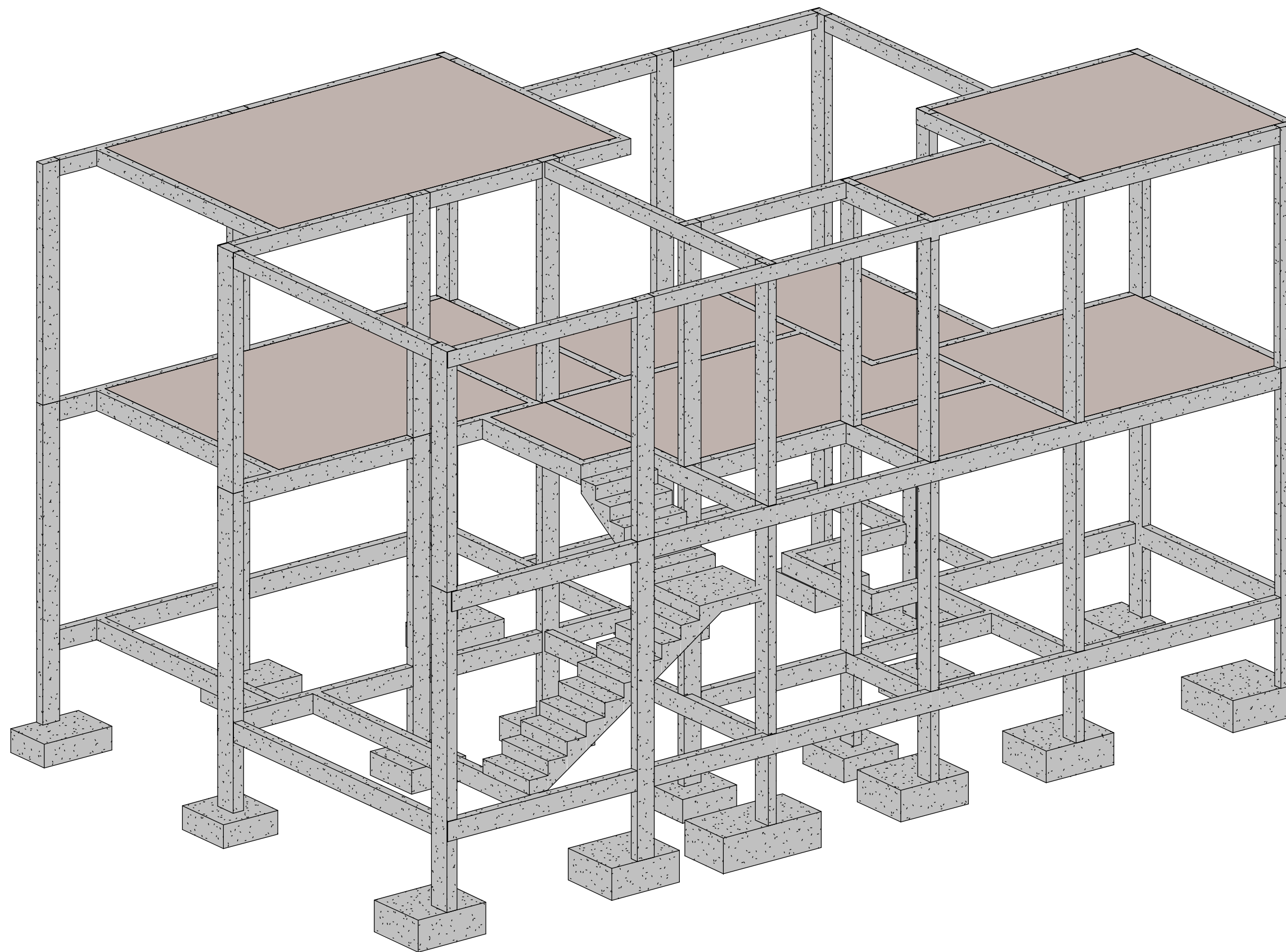
3 1º PAVIMENTO
1 : 50

Apêndice A - Projetos modelados no Revit

	TÍTULO: EST - Plantas baixas	
	CLIENTE: -	
	ENDEREÇO: -	
	DATA: 03/01/2022	N° DA PRANCHA 01 / 03
	DESENHISTA: -	
ENGENHEIRO: -		ESCALA: 1 : 50
CREA: -		



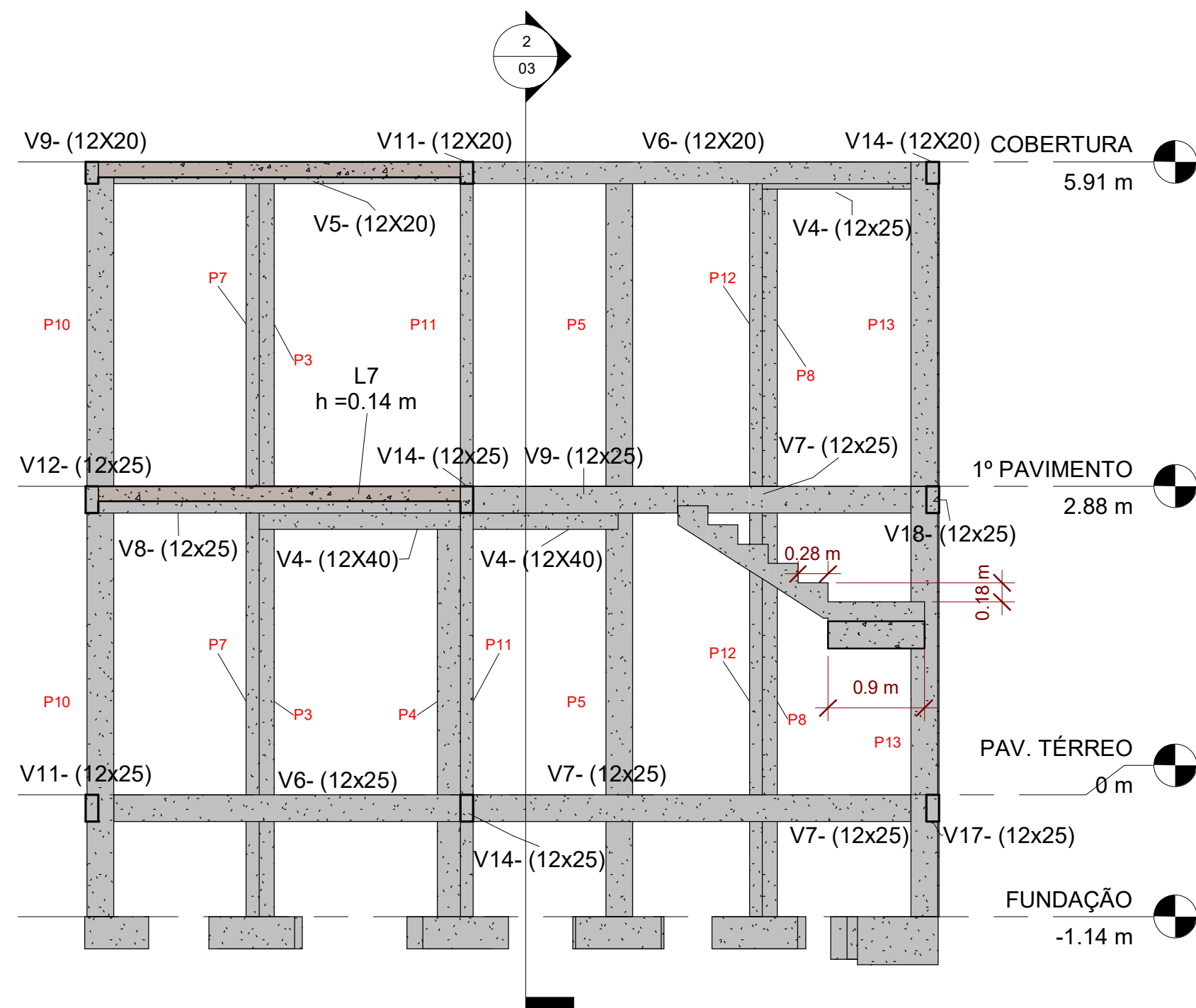
2 COBERTURA
1 : 50



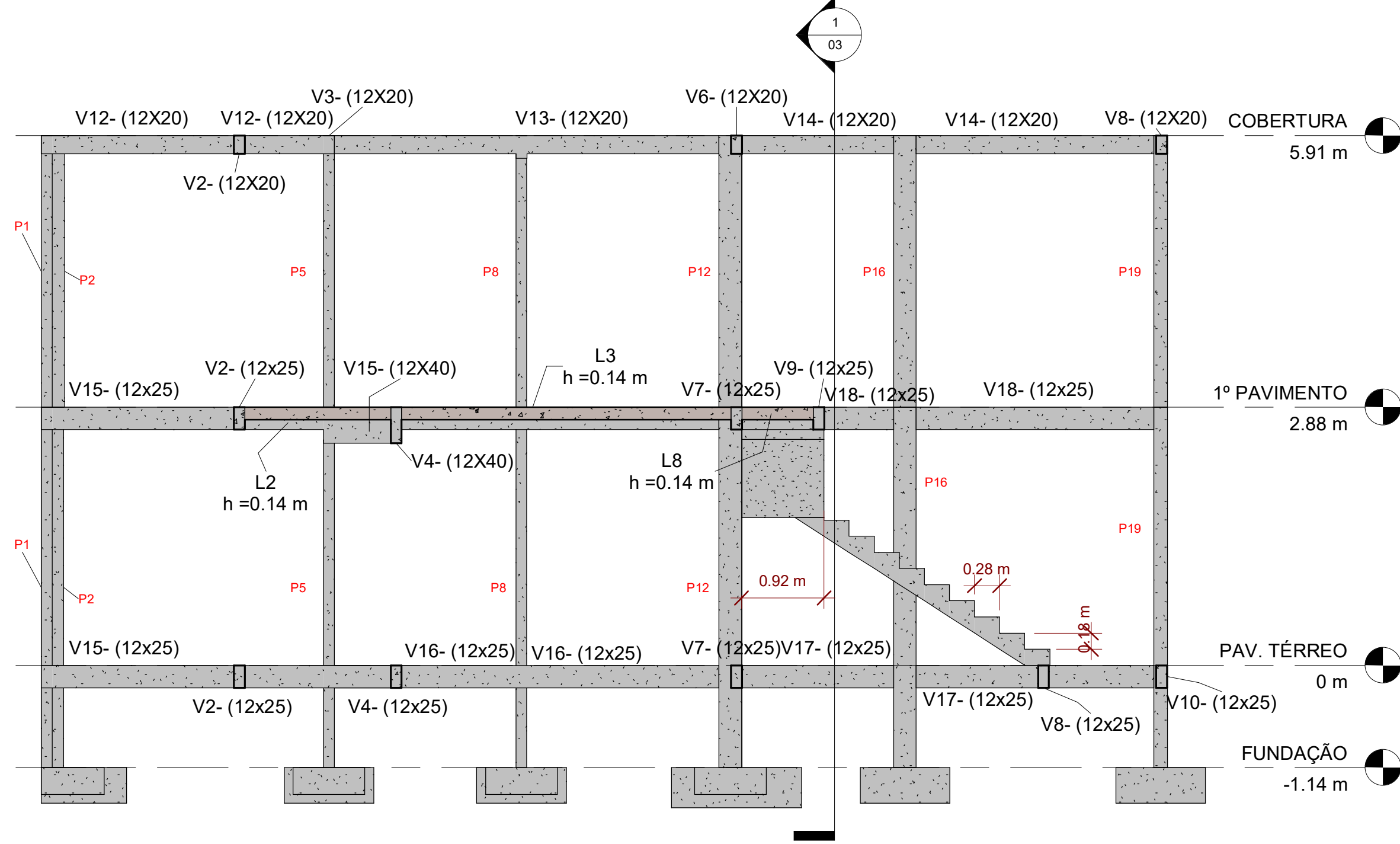
1 3D ESTRUTURAL
1:50

Apêndice A - Projetos modelados no Revit

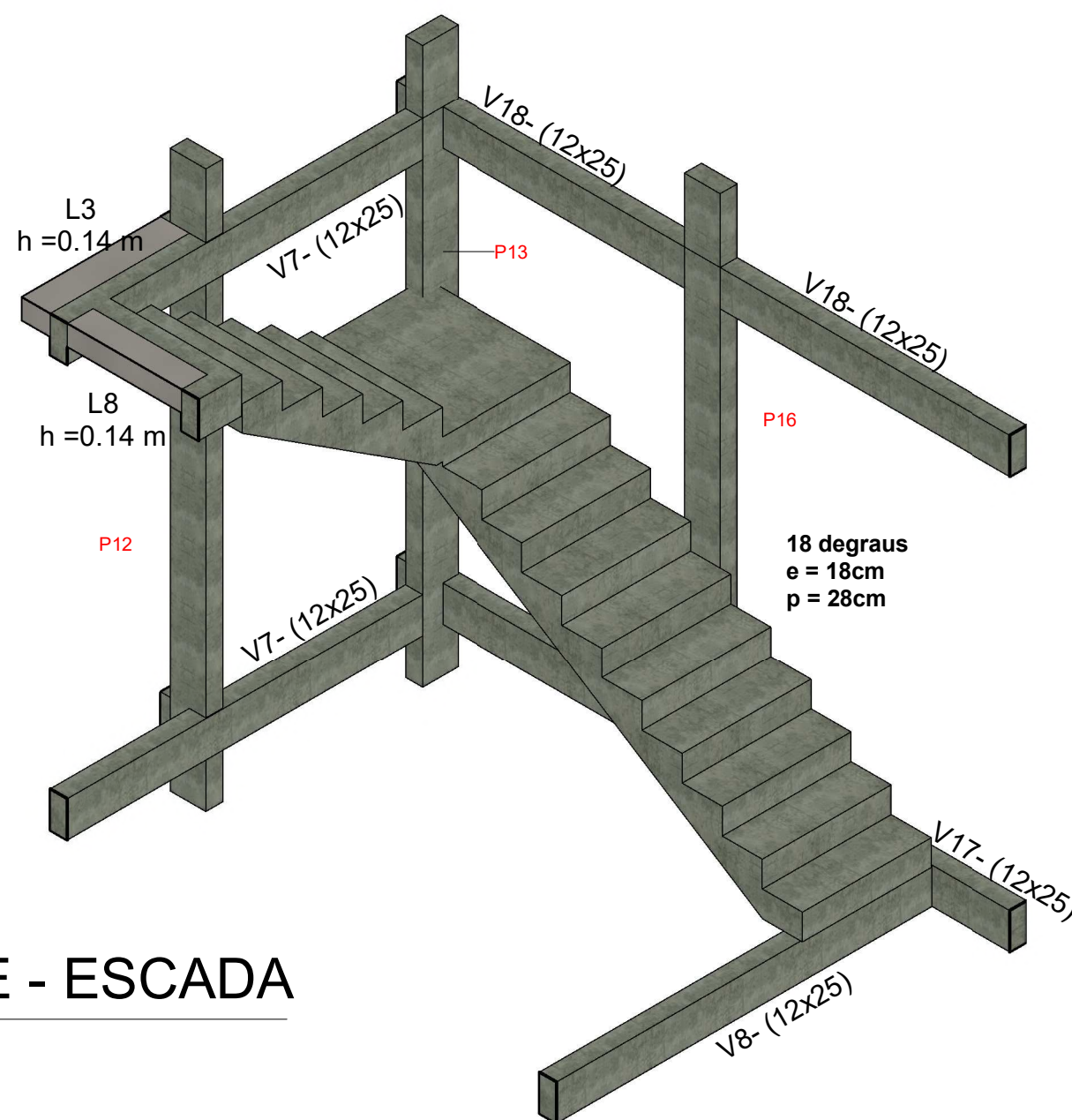
	TÍTULO: EST - Cobertura e Vista 3D	
	CLIENTE: -	
	ENDEREÇO: -	
	DATA: 03/01/2022	N° DA PRANCHA 02 / 03
	DESENHISTA: -	
ENGENHEIRO: -	ESCALA: 1 : 50	
CREA: -		



1 CORTE TRANSVERSAL
1 : 50



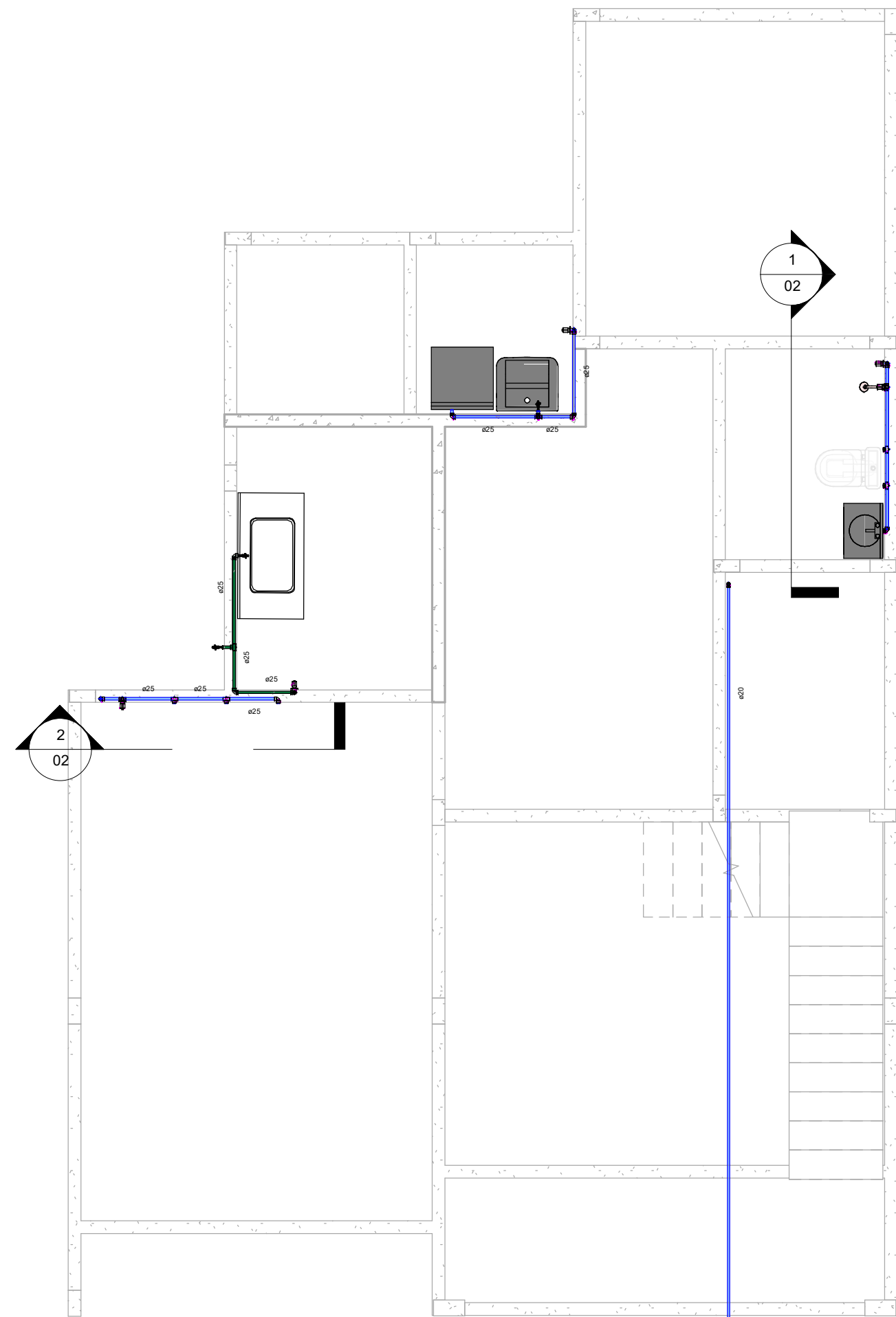
2 CORTE LONGITUDINAL
1 : 50



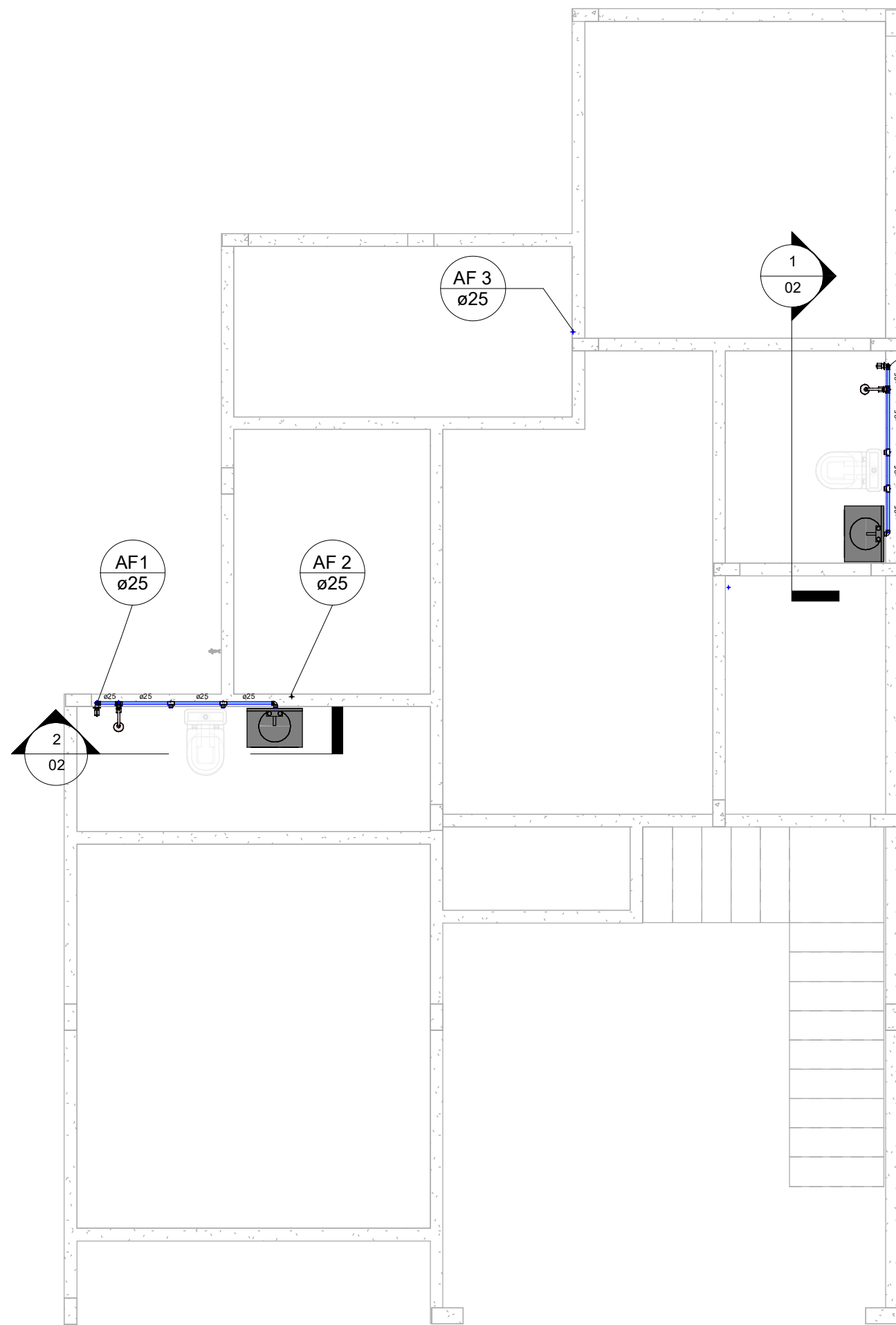
3 DETALHE - ESCADA
1:33 1/3

Apêndice A - Projetos modelados no Revit

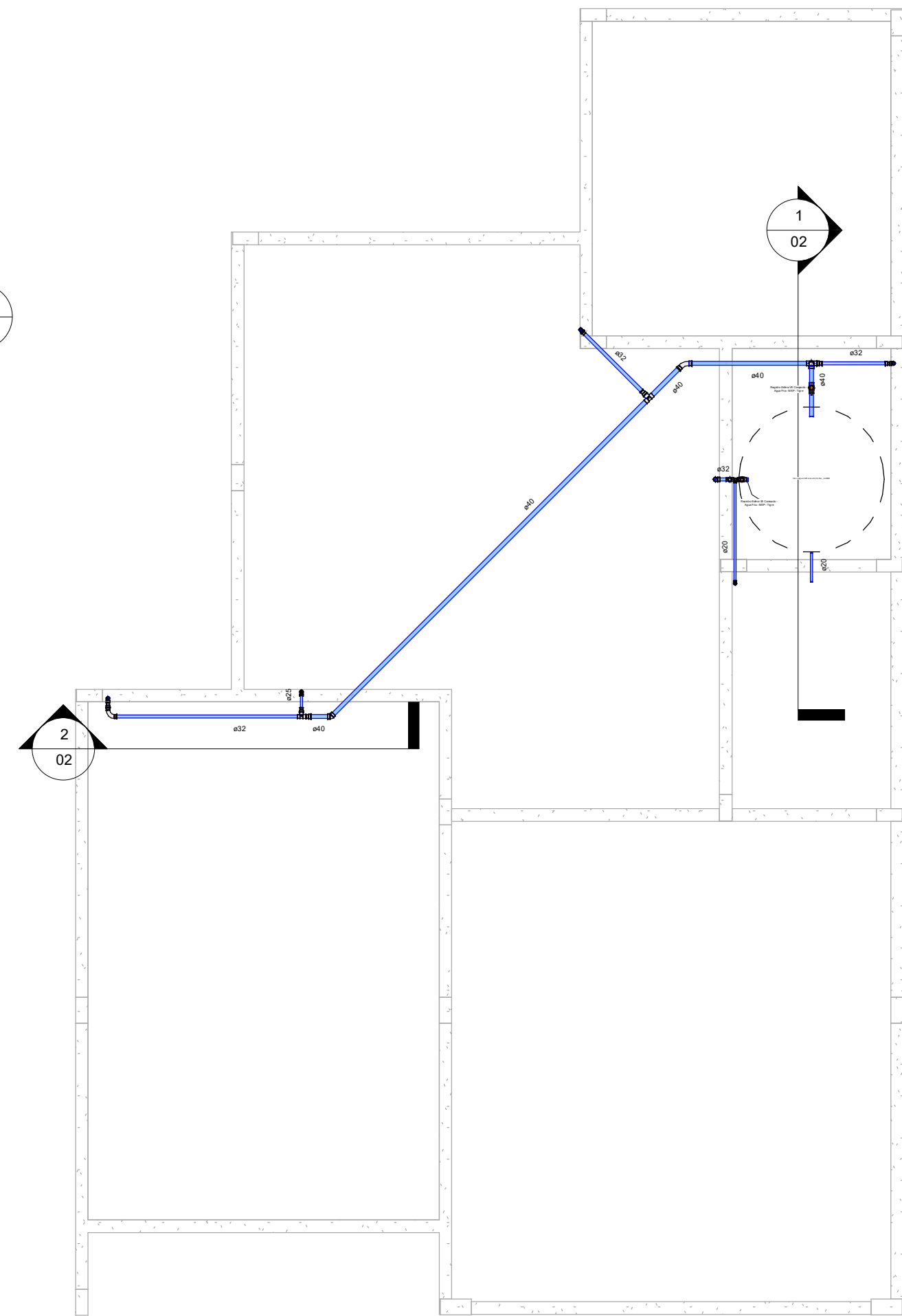
	TÍTULO:	Cortes e 3D da escada	
	CLIENTE:	-	
	ENDEREÇO:	-	
	DATA:	03/01/2022	Nº DA PRANCHA
	DESENHISTA:	-	03 / 03
ENGENHEIRO:			
CREA:			
		ESCALA:	
		1 : 33	



1 PAV. TÉRREO
1 : 50



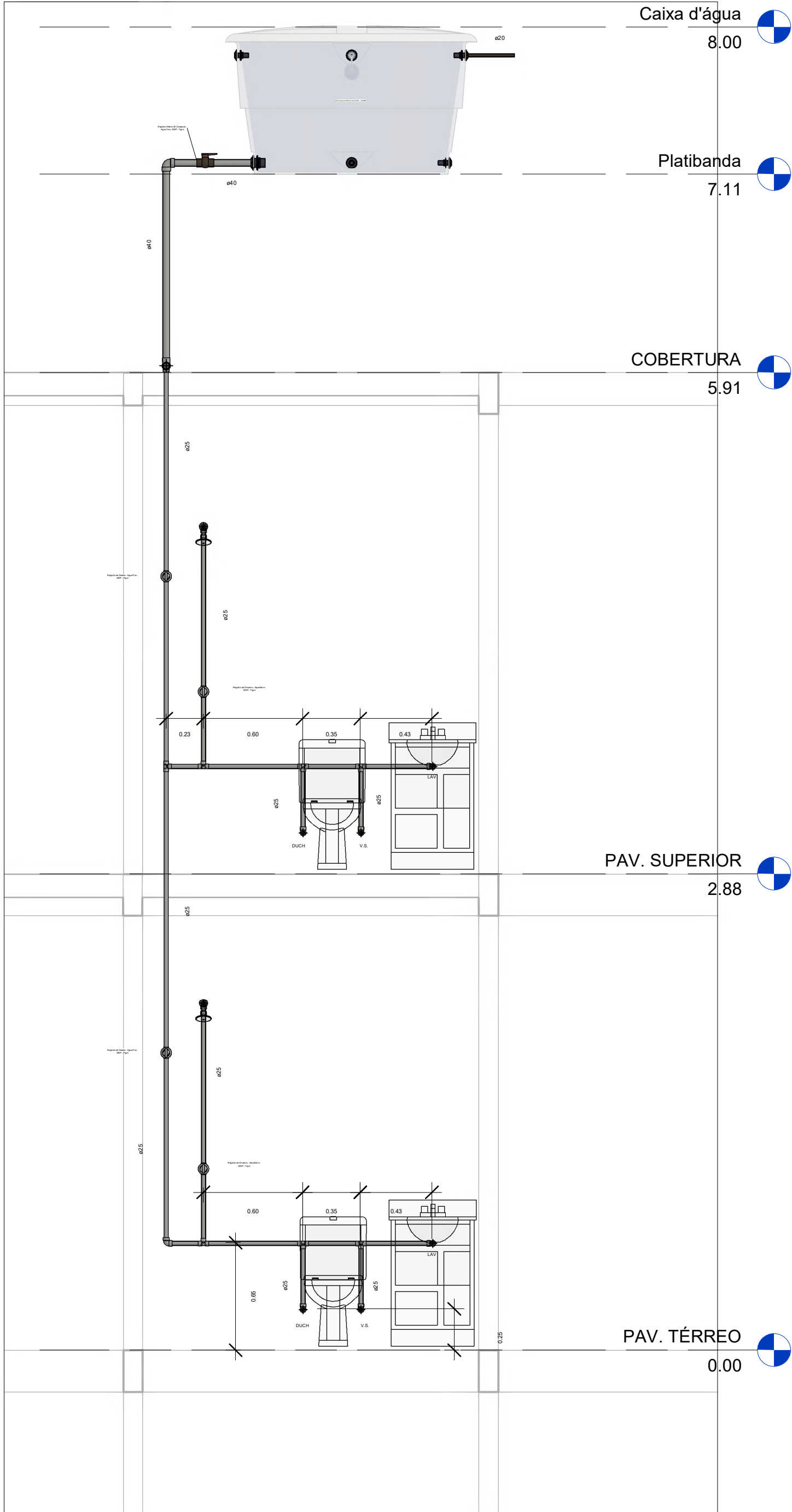
2 PAV. SUPERIOR
1 : 50



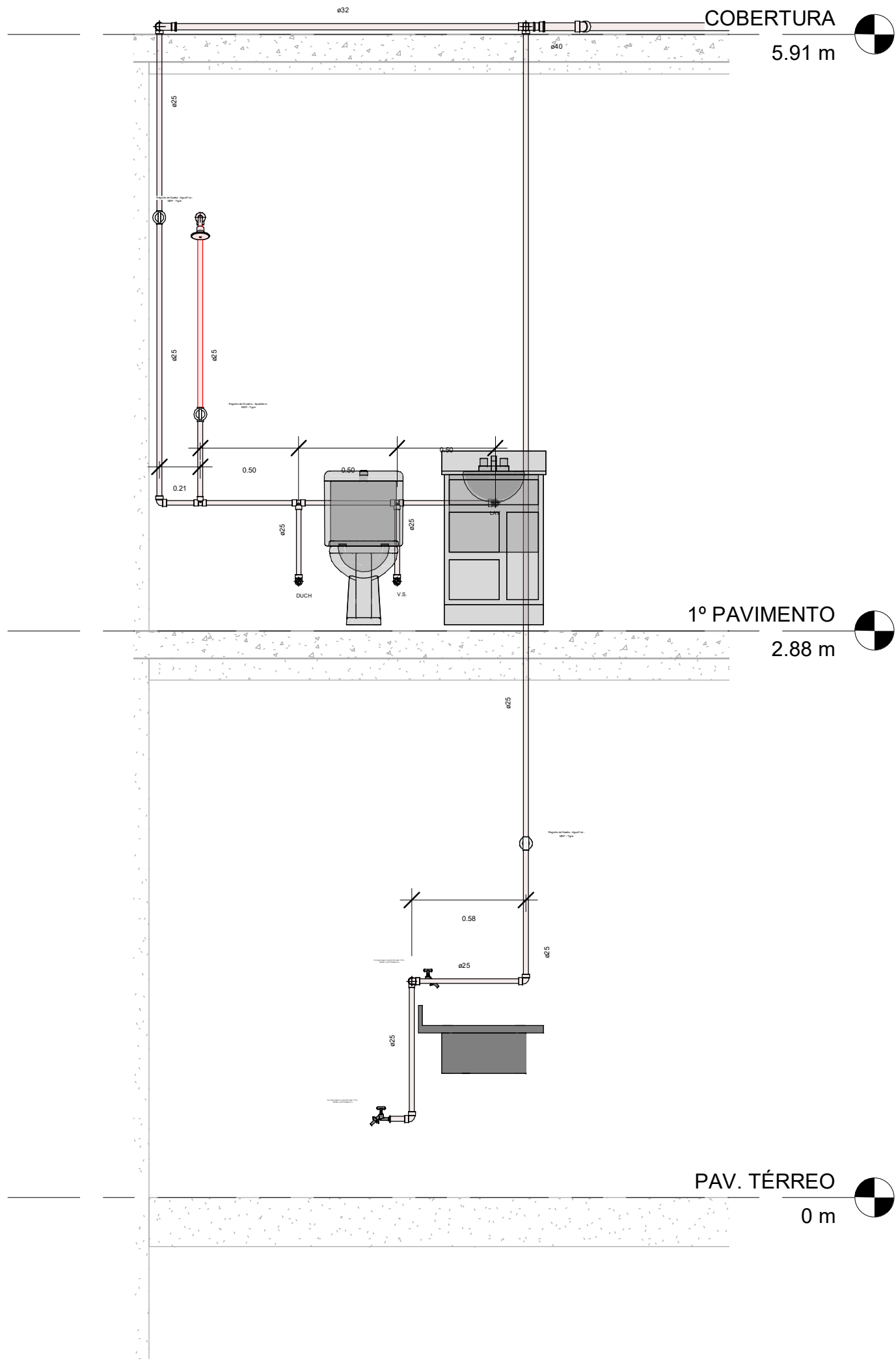
3 COBERTURA
1 : 50

Apêndice A - Projetos modelados no Revit

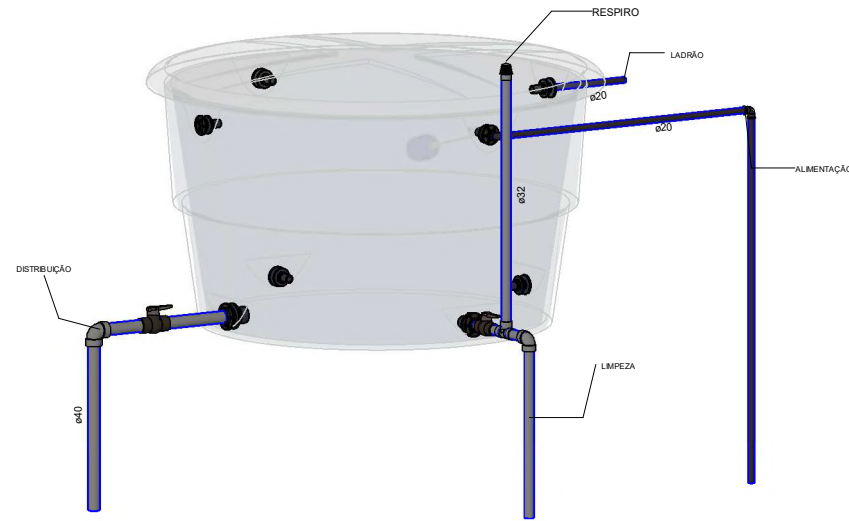
	TÍTULO: HIDRÁULICO - Plantas baixas	
	CLIENTE: -	
	ENDEREÇO: -	
	DATA: 03/01/2022	N° DA PRANCHA 01 / 03
	DESENHISTA: -	
ENGENHEIRO: -		
CREA: -	ESCALA: 1 : 50	



1 CORTE - WC sociais e Cx d'água
1:25



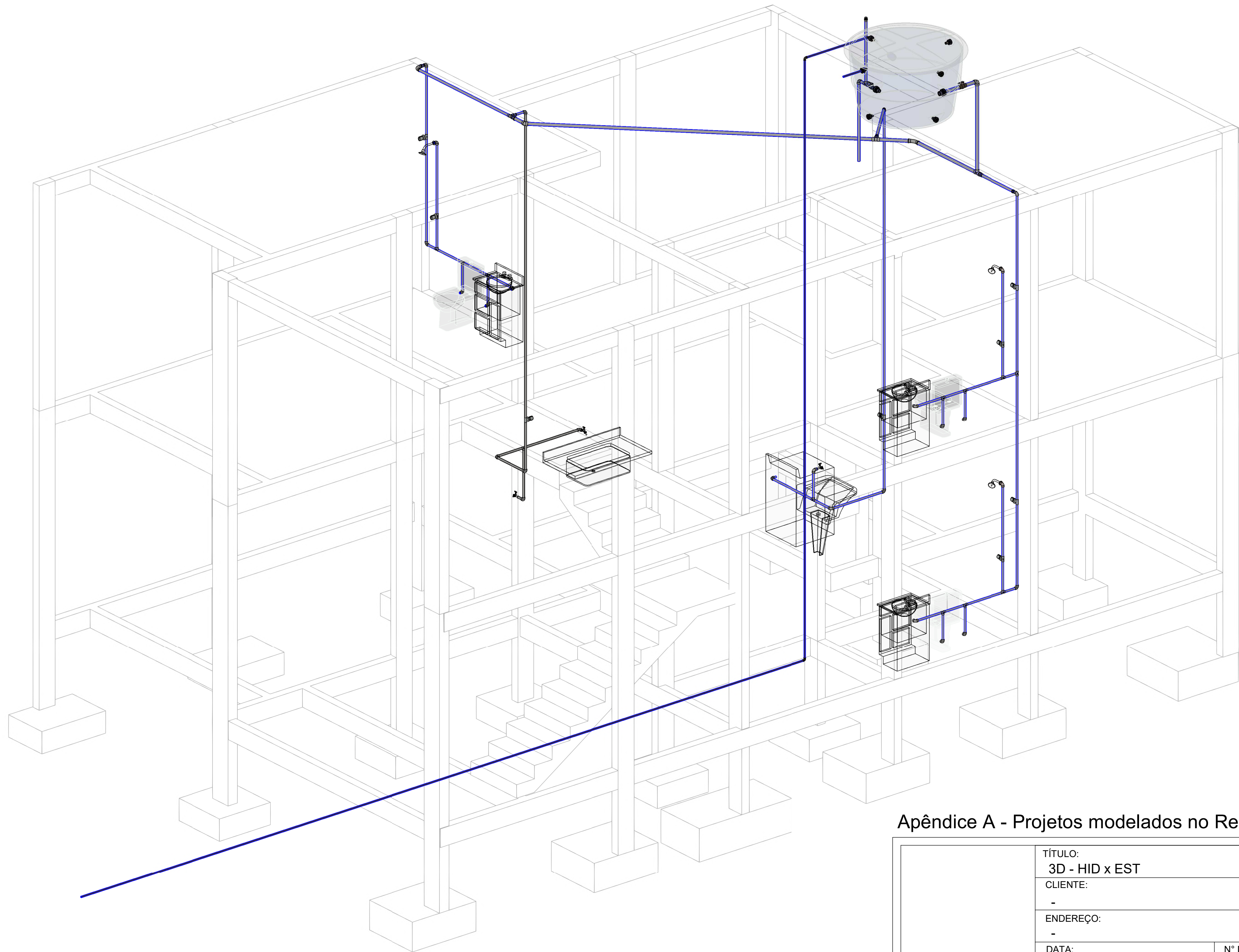
2 CORTE - Cozinha e WC Suíte
1:25



3 DETALHE - Caixa d'água
1:25

Apêndice A - Projetos modelados no Revit

	TÍTULO: HIDRÁULICO - Cortes e detalhamento		N° DA PRANCHA 02 / 03
	CLIENTE: -		
	ENDEREÇO: -		
	DATA: 03/01/2022		
	DESENHISTA: -		
ENGENHEIRO: -			
CREA: -		ESCALA: 1 : 25	



1 VISTA 3D
1:33

Apêndice A - Projetos modelados no Revit

	TÍTULO: 3D - HID x EST		N° DA PRANCHA 03 / 03
	CLIENTE: -		
	ENDEREÇO: -		
	DATA: 03/01/2022	DESENHISTA: -	
ENGENHEIRO: -		ESCALA:	
CREA: -			

4 ESTUDO DE CASO

O presente capítulo abordará as incompatibilidades encontradas e serão analisadas utilizando o AutoCad e Revit, sendo feitas as suas possíveis correções. Além disso, cada conflito será registrado com um código para resumir e facilitar o entendimento referente à sua solução, assim como situar na prancha onde ele ocorre.

Acerca das soluções, elas serão elaboradas levando em consideração que a obra não está em andamento e encontra-se na fase de planejamento do projeto. Ademais, serão baseadas de maneira empírica, buscando mudar minimamente o projeto original, com mudanças simples e utilizadas no cotidiano, e que acarretem menores consequências para manutenções futuras.

4.1 Análise realizada no AutoCAD e as respectivas soluções

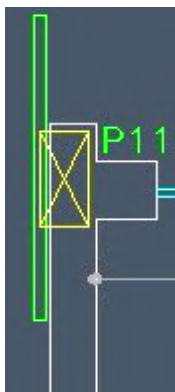
No primeiro momento, foi feita a compatibilização utilizando os projetos elaborados em AutoCAD fazendo a análise individual de cada disciplina e, após isso, a sobreposição das disciplinas entre si. Com isso, pode-se ressaltar as seguintes incompatibilidades e suas atinentes soluções descritas a seguir.

4.1.1 Arquitetura x Estrutura

Entre a arquitetura e estrutura, observou-se que haviam conflitos entre portas e pilares, sendo:

- A porta de correr no térreo, que dá passagem ao interior da residência e o pilar P11 que ocupava o espaço da abertura da porta (conforme a Figura 2);
- A porta da cozinha com o pilar P3;

Figura 3 - P11 com porta de correr



No primeiro ponto, a solução proposta é a utilização de uma porta de correr que evite diminuir a espessura da parede, enquanto que no segundo ponto bastaria afastar a porta em mais 5cm da parede do canto, o que aumentará a boneca de 10cm para 15cm, e seria facilmente visualizado e resolvido na obra.

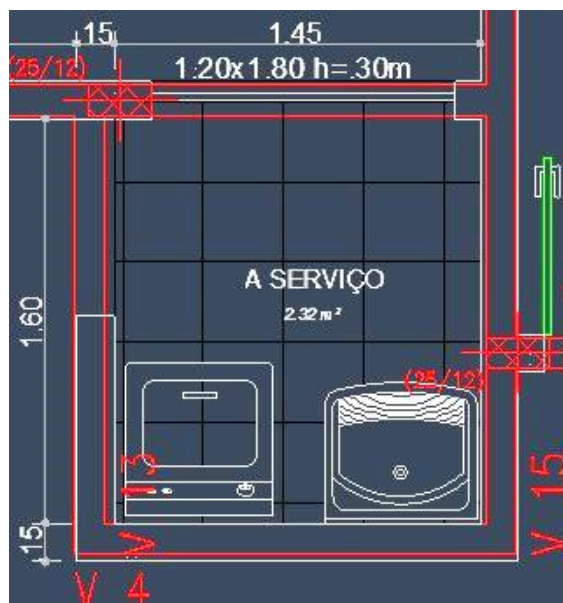
Houveram também 3 divergências que foram corrigidas na planta baixa estrutural do pilar, mas que não foram repassadas para as plantas de arquitetura, sendo elas:

- A porta da garagem que conflitava com o pilar P10;
- A largura da parede de vidro da fachada frontal que era menor do que a largura dos pilares;
- E a porta do quarto, em ambos os pavimentos, com o pilar P5.

Sobrepondo a planta baixa da prancha de fundação nas plantas baixas das pranchas das lajes, e também fazendo a sobreposição com as plantas baixas arquitetônicas, percebeu-se que os pilares e as vigas da planta de fundação não seguem o alinhamento compatível com o arquitetônico, enquanto que os das plantas das lajes apresentam o alinhamento correto com este. Mesmo assim, observou-se que havia desalinhamento em:

- 1 viga situada na laje da garagem – V10 – com a parede da entrada;
- 1 viga baldrame – V9 – com a parede de entrada da garagem;
- 3 vigas baldrames – V13, V4 e V15 – que acompanham as paredes da área de serviço, como demonstra a Figura 3, sendo as paredes representadas nas linhas de cor branca e as vigas na cor azul;
- 2 vigas – V4 e V15 – situadas sobre as paredes da área de serviço.

Figura 4 – Desalinhamento das paredes com as vigas baldrame



Fonte: Autor (2021)

Nestes pontos apresentados, optou-se pelo alinhamento do eixo central do bloco cerâmico da parede com as vigas, pois o deslocamento para manter o alinhamento é ínfimo, variando de menos de 1cm à 2,3cm, sem interferência significativa nos ambientes.

4.1.2 Estrutura x Sanitário

Já entre as disciplinas do estrutural com o sanitário, visualizou-se que uma tubulação do vaso sanitário, no banheiro do pavimento térreo, conflitava com o pilar P7 (conforme a Figura 4) abaixo do solo. Neste caso, bastaria colocar 2 conexões de joelho 45° para desviar do pilar e mover a caixa de inspeção 15cm no sentido sul em relação à residência.

Figura 5 - P7 com tubulação sanitária

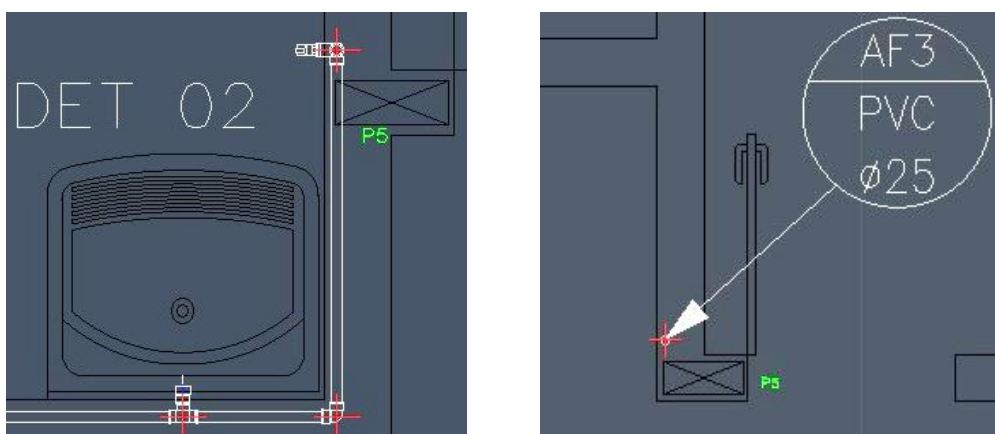


Fonte: Autor (2021)

4.1.3 Estrutura x Hidráulico

Por conseguinte, foi feita a sobreposição do estrutural com o sistema hidráulico, sendo constatado uma incompatibilidade em que o tubo atravessa o pilar P5, demonstrado na Figura 5 no lado esquerdo. Pensou-se em encurtar o comprimento horizontal do registro hidráulico para que sua tubulação vertical fosse antes e rente ao pilar, porém, por não ter as mesmas paredes no pavimento superior (Figura 5 no lado direito), ficaria uma quina no ambiente interno. Logo, a estratégia adotada foi aumentar a espessura da parede de 15 para 16,7cm para que a tubulação horizontal, que foi deslocada 2,5cm para região interna do ambiente, passe por dentro do reboco sem furar o pilar, além de levar a tubulação vertical do registro para o canto interno entre as paredes.

Figura 6 –Tubulação hidráulica com o pilar P5



Fonte: Autor (2021)

4.1.4 Arquitetônico x Complementares

Na análise feita com a sobreposição dos projetos arquitetônico e hidráulico e, posteriormente, com o arquitetônico e sanitário, não foi constatado nenhum conflito.

4.1.5 Sanitário x Hidráulico e análises individuais das disciplinas

Ao fazer a mesma avaliação entre as disciplinas do hidráulico e sanitário, também não foi encontrado nenhuma divergência.

Outros pontos observados, analisando individualmente as pranchas de cada disciplina, foram: a ausência de cotas de nível nas pranchas arquitetônicas e que deveriam estar representadas nos cortes, na fachada e nas plantas baixas,

conforme a ABNT NBR 6492:1994 (Representação de projetos de arquitetura) em vigor na época do projeto e que foi atualizada para a ABNT NBR 6492:2021; e, no projeto sanitário, não foi previsto as colunas de ventilação nos banheiros, como é sugerido pela ABNT NBR 8160:1999 (Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução).

Finalizada a presente análise, realizou-se a limpeza das plantas baixas arquitetônicas do pavimento térreo e superior no AutoCAD e foram exportadas para o software Revit para iniciar a modelagem.

4.2 Análise realizada no Revit e suas respectivas soluções

4.2.1 Arquitetura x Estrutura

Feita a modelagem arquitetônica – conforme as plantas do AutoCAD – foi realizada também de maneira similar, porém utilizando as plantas de fundação e de lajes do projeto, a modelagem estrutural do projeto em um novo arquivo no Revit.

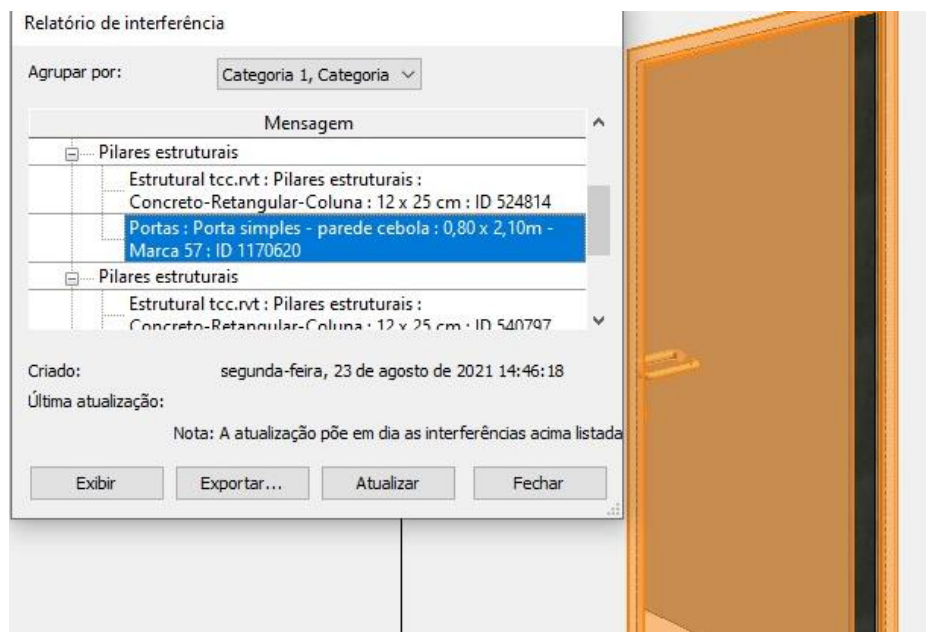
Após isso, o modelo de projeto estrutural foi vinculado ao arquitetônico e feita a verificação de interferências entre as duas disciplinas. Primeiramente, através da checagem visual utilizando os cortes 3D e, logo depois, com a ferramenta de checagem de interferências do próprio Revit.

Na checagem obteve-se uma melhor visualização do eixo da viga a qual não coincidiu com o eixo das paredes, conforme explicitado na análise com o AutoCAD, isso pode ser um problema caso o desalinhamento seja imprevisto e incorra em peso excedente na região da extremidade da viga. Portanto, seria solucionável arquitetonicamente, ao ajustar as paredes para o eixo das vigas correspondentes, ou de forma inversa em termos de estrutura.

Já na utilização da ferramenta de checagem do Revit, o programa traz como interferência todo material que ocupa o espaço do outro. Apesar de constar 274 conflitos no relatório de interferências – muitos que são decorrentes da forma escolhida de modelagem com paredes inteiras para ter mais celeridade e não prejudicar o estudo das interferências por ser um projeto unifamiliar e com poucas disciplinas, além do presente estudo não ter enfoque em quantitativo – apenas alguns são, de fato, interferências, como pode-se perceber na Figura 6, através do conflito entre o batente da porta da cozinha e o pilar estrutural P3, a qual já foi citado na análise bidimensional, e que nesta figura pode ser visualizada após serem

escolhidas as disciplinas estrutural e arquitetônica na ferramenta de checagem do Revit, cujo programa gera o relatório e exibe onde o conflito ocorre.

Figura 7 – Conflito do pilar P3 com porta no Revit



Fonte: Autor (2021)

Quanto a conflitos de maior impacto, não se encontrou maiores do que os já apresentados na análise anterior com o AutoCAD, entre ambas as disciplinas.

Portanto, prosseguiu-se a exportação das plantas do projeto sanitário do AutoCAD para o Revit e iniciou-se a modelagem para a análise da próxima etapa.

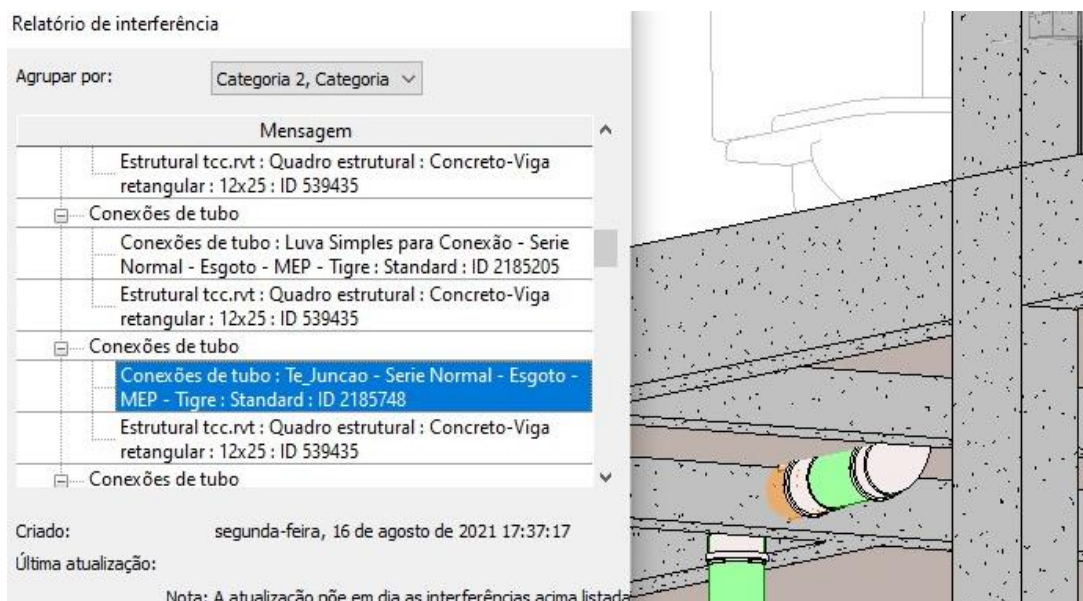
4.2.2 Estrutura x Sanitário

Com a modelagem do projeto sanitário pronta, utilizando as plantas do pavimento térreo e superior que constavam na prancha correspondente à disciplina, foi feita a importação do projeto estrutural e iniciou a análise de interferências. Ao todo, o programa identificou 87 conflitos, sendo 40 destes com necessidade de se avaliar e que se resume no decorrer do tópico atual.

Foi observado que em todas as 3 tubulações de queda havia o choque entre seus tubos e conexões com as vigas, seguindo a previsão do projeto, mas que com um ajuste manual na execução seria solucionado. Logo, estes não foram considerados como incompatibilidades no presente estudo.

No entanto, foram constatadas 7 conexões e seus respectivos tubos conectados, sendo 6 de 40mm de diâmetro e 1 de 100mm (demonstrado na Figura 7), que transpassam as vigas e que podem trazer maior prejuízo à produção ao ser identificado na obra, além do risco de furos imprevistos e diminuição da vida útil da edificação.

Figura 8 – Conflito entre viga e tubulação de 100mm no WC suíte



Fonte: Autor (2021)

A respeito dos furos verticais em vigas, a norma NBR 6118:2014 informa no item 21.3.3 que para realizar um furo na direção da altura deste elemento estrutural é recomendável atender os seguintes pontos:

- Não deve ter diâmetro superior a $\frac{1}{3}$ da largura da viga;
- Ter distância mínima igual a 5cm e o dobro do cobrimento até a face mais próxima da viga;
- E, se for mais de um furo, devem estar afastados por pelo menos 5cm entre eles.

Logo, conforme exposto no primeiro ponto, a possibilidade de furar vigas é inviável para este projeto já que todas as vigas possuem uma largura esbelta de 12cm e as tubulações sanitárias são de, no mínimo, 4cm de diâmetro, não sendo superior a $\frac{1}{3}$ da largura da viga.

Portanto, para resolver as incongruências das conexões com as vigas, serão tomadas as seguintes medidas:

- Na conexão de 100mm do WC suíte, demonstrado na figura anterior, descerá o ramal de descarga do vaso sanitário para que este passe por baixo da viga, e para esconder a tubulação será colocado um forro que vai até a viga V8;
- Nas 3 conexões de 40mm dos lavatórios de cada banheiro procederá com um enchimento de 5cm de espessura e na altura e largura desta peça hidrossanitária para passar a tubulação e desviar da viga;
- Nas conexões de 40mm do tanque e da máquina de lavar, como elas se encontram na mesma parede, esta terá sua espessura da face interna aumentada em 3,5cm para passar a tubulação entre o revestimento e o elemento estrutural;
- E, na conexão de 40mm da pia da cozinha, será feito um enchimento na altura e largura da pia com 5cm de espessura para passar o ramal de descarga por debaixo da viga até a caixa de gordura.

Quanto ao conflito com pilares, apenas 2 tubulações foram constatadas com interferências. Um destes casos pode ser resolvido com um mero ajuste manual na tubulação, já o outro, justamente o visualizado e solucionado na análise no AutoCAD, e cujo tubo atravessa o pilar P7 a 42cm abaixo do nível do terreno.

Outro fator importante a destacar é que apenas as plantas baixas dos pavimentos no AutoCAD não trazem consigo todos os detalhes necessários para uma boa execução. Ao modelar no Revit foi observado que as tubulações da área de serviço e do banheiro no térreo precisariam descer mais, em torno de 26cm e 29cm, respectivamente, para que pudessem passar por baixo das vigas sem a necessidade de furá-las para chegar à caixa de inspeção. Por conseguinte, foi criado um novo modelo de projeto no Revit e foram importadas as plantas baixas do térreo, superior e cobertura da disciplina de hidráulica do AutoCAD, assim como, os projetos arquitetônico e estrutural já modelados no Revit para uma melhor visualização na elaboração da nova modelagem e utilização na análise de interferências.

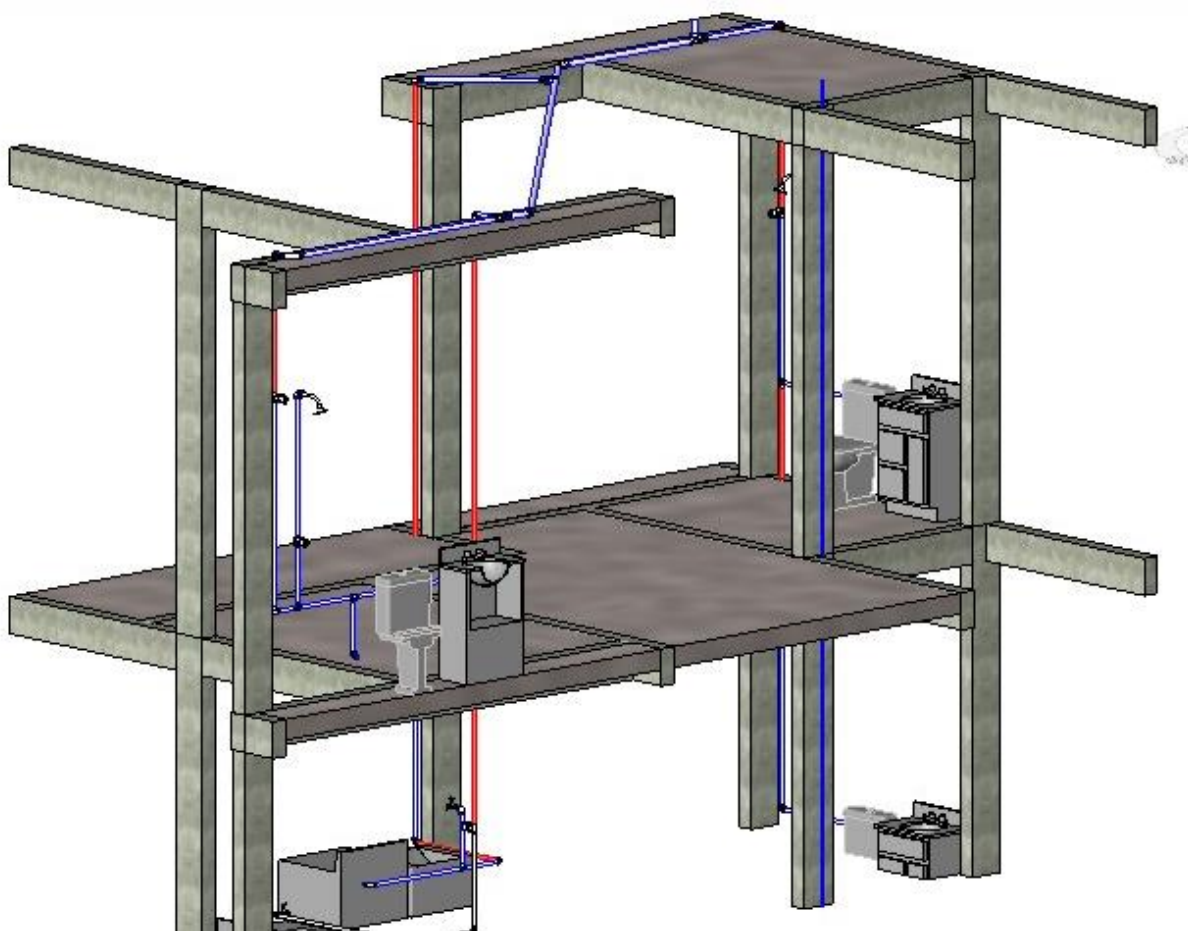
4.2.3 Estrutural x Hidráulico

Finalizada a modelagem hidráulica, iniciou-se a checagem das possíveis incompatibilidades. Nesta etapa, encontrou-se apenas 9 conflitos, 8 deles relacionados à 4 tubos verticais de água fria que descem para alimentar os

pavimentos e 1 referente à tubulação horizontal visualizada e citada na análise feita no AutoCAD.

Nos tubos verticais, foram observados que eles furavam as vigas que se encontravam no caminho de sua descida, sendo uma delas – a que alimenta a área de serviço – atravessando além das vigas, parte da laje do pavimento superior. A Figura 8, a seguir, demonstra as tubulações que apresentam incompatibilidades.

Figura 9 – Tubos que apresentam conflitos destacado em vermelho



Fonte: Autor (2021)

Para os conflitos das tubulações verticais, houveram diferenças quanto às suas soluções:

- Nas 2 colunas de distribuição que alimentam os banheiros – um a suíte do pavimento superior e a outra os banheiros sociais de ambos os pavimentos – serão utilizados 2 joelhos de 90° para desviá-las das vigas e no sentido interno ao banheiro, adicionando um shaft na parede da área de cada chuveiro para recobri-las;

- Na coluna de distribuição da área de serviço, ao aumentar a espessura da face interna da parede deste ambiente para receber a tubulação horizontal e impedir furo no pilar P5, conforme explicitado na análise do AutoCAD, é o suficiente também para desviar de ambas as vigas.
- E na coluna de distribuição da cozinha será retirada a tubulação da parede que fica entre a garagem e a cozinha, recuará o joelho de 90° que interliga as paredes em 6cm e adicionará mais 1 joelho de 90° para a subida da tubulação vertical no sentido interno ao ambiente e desviar da viga. Ademais, será incluído um shaft para recobrir a coluna.

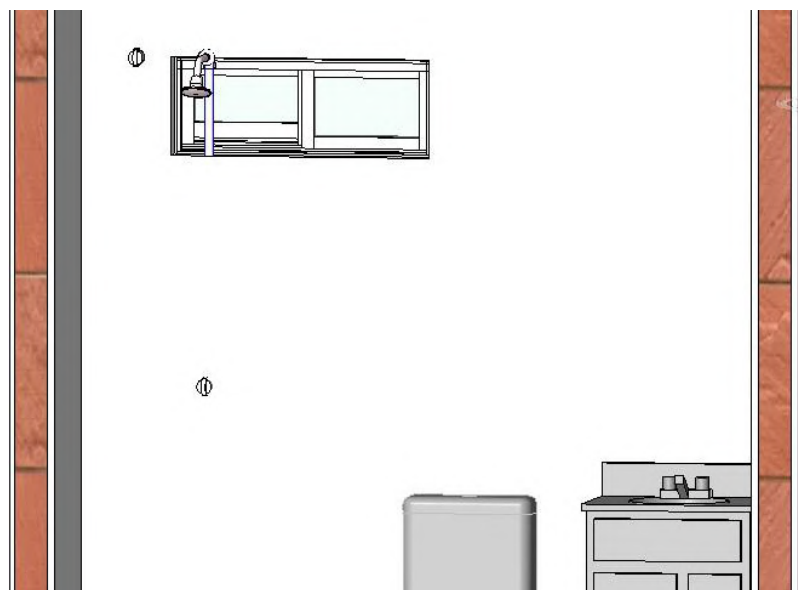
Apesar de apresentarem conformidade com a ABNT NBR 6118:2014 em relação aos furos verticais em vigas, exposto no tópico anterior, buscou-se a solução que ocasionasse menores transtornos em uma possível manutenção futura nestas tubulações.

4.2.4 Arquitetônico x Complementares

Para análise desta etapa, foi vinculado os modelos hidráulico e sanitário elaborados no Revit para o modelo arquitetônico. Feito isto, iniciou-se com a checagem inicial pela vista 3D e, logo após, a análise foi feita através da própria ferramenta do software, a fim de buscar incongruências que interferissem no andamento da obra.

Apesar do relatório identificar 285 conflitos, a grande maioria foi decorrente da forma de modelagem, como já foi dito. Destas, apenas 2 são de maior relevância, sendo elas: a caixa d'água de 1000 litros que conflita com as paredes laterais, sendo necessário um cuidado maior na escolha ou uma parede mais fina para que esta possa ser instalada; e, a segunda é o tubo do chuveiro que transfixa a esquadria do banheiro suíte (conforme Figura 9), que pode ser resolvida movendo o basculante 22,5cm na direção do meio da parede, deixando uma boneca de 5cm para a parede perpendicular existente ao fundo.

Figura 10 – Tubo do chuveiro da suíte conflita com basculante



Fonte: Autor (2021)

4.2.5 Sanitário x Hidráulico e análises individuais das disciplinas

Por fim, foi aberto o projeto da modelagem hidráulica e vinculou apenas o modelo sanitário. Com a visualização 3D já foi perceptível que não havia nenhuma divergência entre ambas as disciplinas, mas mesmo assim foi feita a verificação de interferência, confirmando-se a não presença desta.

E, na análise individual em cada uma das modelagens, também não foi visualizado qualquer conflito. No entanto, no projeto estrutural na prancha de fundação, aproveitou-se somente das dimensões das sapatas e as distâncias entre si, utilizando as plantas baixas da prancha das lajes para modelagem estrutural da fundação, laje térrea e laje da cobertura, conforme foi visualizado e citado no item 4.1.1 deste estudo.

4.3 RESULTADO DAS ANÁLISES

Finalizada as etapas de análise em ambos os softwares, pode-se resumir as incompatibilidades encontradas no AutoCAD através do Quadro 3. E, em cada inconsistência encontrada no AutoCAD foi registrada com a letra “A” na coluna “Código”, já a numeração é organizada simplesmente para manter a ordem das disciplinas conflitadas:

Quadro 3 – Incompatibilidades no AutoCAD

Código	Projetos	Incompatibilidades
A01	Arquitetura x Estrutural	Porta da cozinha no térreo conflita com o pilar P3
A02	Arquitetura x Estrutural	Porta de correr no térreo conflita com o pilar P11
A03	Arquitetura x Estrutural	Porta do quarto no pavimento térreo conflita com o pilar P5
A04	Arquitetura x Estrutural	Porta do quarto no pavimento superior conflita com o pilar P5
A05	Arquitetura x Estrutural	Divergência na largura da parede entre a fachada frontal e o “pé direito elevado” nas pranchas de arquitetura e estrutura
A06	Arquitetura x Estrutural	Divergência na porta da garagem e o pilar P10 nas pranchas de arquitetura e estrutura
A07	Arquitetura x Estrutural	Desalinhamento da viga V10 com a parede da entrada
A08	Arquitetura x Estrutural	Desalinhamento da viga baldrame – V9 – com a parede de entrada da garagem
A09	Arquitetura x Estrutural	Desalinhamento da viga baldrame – V13 – que acompanha a parede da área de serviço
A10	Arquitetura x Estrutural	Desalinhamento da viga baldrame – V4 – que acompanha a parede da área de serviço
A11	Arquitetura x Estrutural	Desalinhamento da viga baldrame – V15 – que acompanha a parede da área de serviço e quarto
A12	Arquitetura x Estrutural	Desalinhamento da viga – V4 – situada sobre a parede da área de serviço
A13	Arquitetura x Estrutural	Desalinhamento da viga – V15 – situada sobre a parede da área de serviço e quarto
A14	Estrutural x Sanitário	Tubulação do vaso sanitário no pavimento térreo atravessa o pilar P7
A15	Estrutural x Hidráulico	Tubulação hidráulica na área de serviço do pavimento térreo atravessa o pilar P5
A16	Arquitetura	Ausência de cotas de níveis no projeto
A17	Sanitário	As colunas de ventilação dos banheiros não foram previstas no projeto

Fonte: Autor (2021)

De maneira similar, no Quadro 4 é representado todas as inconsistências constatadas, exclusivamente, na ferramenta BIM, sendo que para cada uma encontrada no software Revit foi registrada com a letra “R” na coluna “Código” e a numeração segue a mesma lógica do quadro anterior:

Quadro 4 – Incompatibilidades no Revit

Código	Projetos	Incompatibilidades
R01	Estrutural x Sanitário	Tubulação de 100mm do vaso sanitário, na suíte, atravessa a viga da laje térrea V6
R02	Estrutural x Sanitário	Conexão de 40mm da máquina de lavar, na área de serviço, atravessa a viga baldrame V4
R03	Estrutural x Sanitário	Conexão de 40mm do tanque, na área de serviço, atravessa a viga baldrame V4
R04	Estrutural x Sanitário	Conexão de 40mm do lavatório do banheiro social, no pavimento térreo, atravessa a viga baldrame V17
R05	Estrutural x Sanitário	Conexão de 40mm do lavatório do banheiro social, no pavimento superior, atravessa a viga V18
R06	Estrutural x Sanitário	Conexão de 40mm do lavatório do banheiro, na suíte, atravessa a viga da laje térrea V6
R07	Estrutural x Sanitário	Conexão de 40mm da pia da cozinha atravessa a viga baldrame V12
R08	Estrutural x Hidráulico	Tubo de água fria que alimenta o WC suíte atravessa a viga de cobertura V5
R09	Estrutural x Hidráulico	Tubo de água fria que alimenta a pia da cozinha atravessa a viga de cobertura V5
R10	Estrutural x Hidráulico	Tubo de água fria que alimenta a pia da cozinha atravessa a viga da laje térrea V6
R11	Estrutural x Hidráulico	Tubo de água fria que alimenta a área de serviço atravessa a viga de cobertura V12
R12	Estrutural x Hidráulico	Tubo de água fria que alimenta a área de serviço atravessa a viga da laje térrea V15
R13	Estrutural x Hidráulico	Tubo de água fria que alimenta os banheiros sociais do térreo e pavimento superior atravessa a viga de cobertura V14
R14	Estrutural x Hidráulico	Tubo de água fria que alimenta os banheiros sociais do térreo e pavimento superior atravessa a viga da laje térrea V18
R15	Arquitetura x Hidráulico	Tubo do chuveiro da suíte atravessa o basculante
R16	Arquitetura x Hidráulico	Caixa d'água de 1000 litros conflita com as paredes laterais

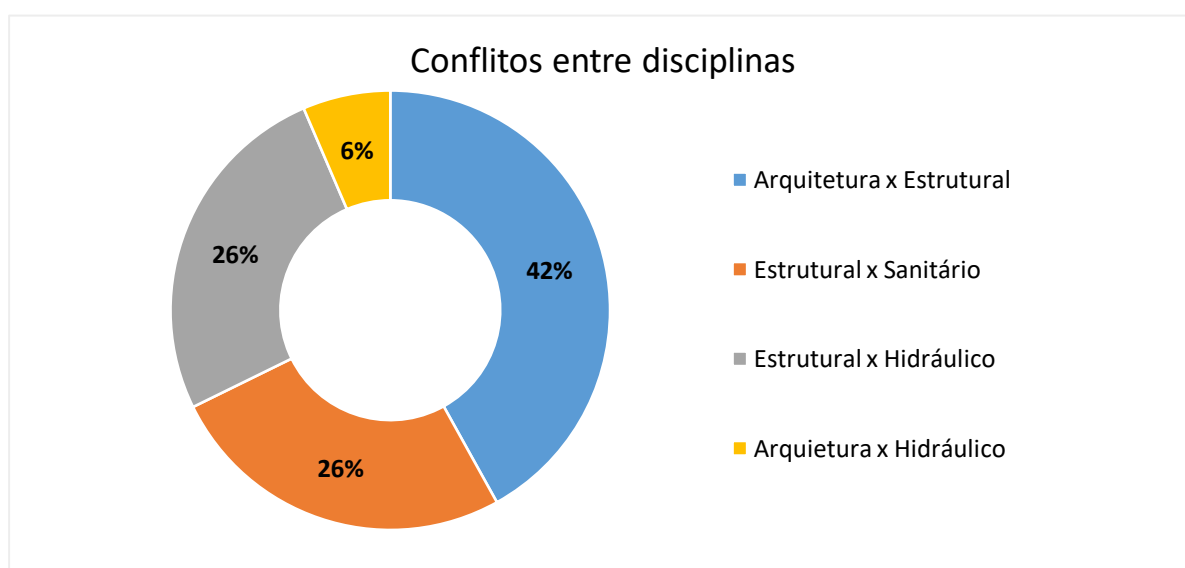
Fonte: Autor (2021)

Portanto, apesar de serem encontradas 17 incongruências através da sobreposição dos projetos em AutoCAD – 2 referentes à parte normativa e 15 de inconsistências entre elementos – com a utilização de uma ferramenta BIM tridimensional e que disponibiliza um relatório de interferências, foi possível visualizar, além dos conflitos no CAD, outros 16, totalizando 33 inconsistências que poderiam interferir no andamento da obra por não terem sido solucionadas durante a fase de projeto. Deste total citado:

- 13 conflitos foram encontrados entre as disciplinas de Arquitetura e Estrutura, sendo predominante as ocorrências entre pilares atravessando esquadrias – corroborando com o mesmo ocorrido nos trabalhos de Pelizzarro e Santos (2018); Cruz (2017); e Giacomelli (2014) – e desalinhamento de paredes com as vigas;
- 8 conflitos entre as disciplinas do Estrutural com o Sanitário, sendo 7 ocasionados por tubulações transpassando vigas e um no pilar sem previsão de furos, semelhante ao ocorrido nos trabalhos de Buss, Carneiro e Léo (2020); Borges (2019); Braga (2018); Aires e Pires (2018); e Carreira (2017).
- 8 entre as disciplinas do Estrutural com o Hidráulico, devido às tubulações verticais que não previam furos nas vigas, e em um destes casos, uma tubulação na horizontal atravessando um pilar, análogo ao que se sucedeu com os autores do ponto anterior;
- 2 entre as disciplinas de Arquitetura e Hidráulico;
- E 2 referentes à norma brasileira, um relacionado a ausência de níveis nas plantas da Arquitetura e no outro a ausência de colunas de ventilação no projeto Sanitário.

Colocando as ocorrências em porcentagem no Gráfico 1, de acordo com as disciplinas confrontadas e não considerando os casos normativos, percebe-se a maior proporção entre as disciplinas de Arquitetura x Estrutura:

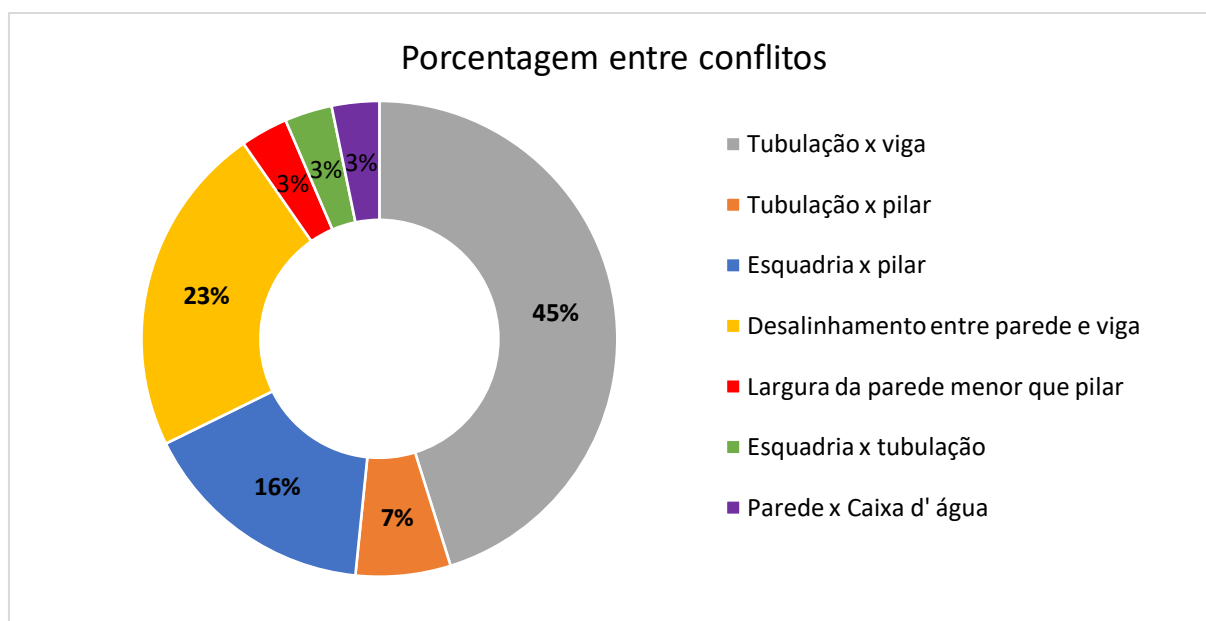
Gráfico 1 – Proporção dos conflitos encontrados na análise entre disciplinas



Fonte: Autor (2021)

Apesar disto, o conflito com maior incidência ocorre ao confrontar o Estrutural com as disciplinas hidrossanitárias, no qual as tubulações atravessam as vigas em 14 ocasiões dentre os 31 encontrados. O Gráfico 2 mostra a porcentagem para cada tipo de conflito visualizado no projeto:

Gráfico 2 – Proporção de incidência para cada tipo de conflito



Fonte: Autor (2021)

4.4. Solução das incompatibilidades

Com a análise concluída juntamente com as soluções dadas em seus próprios tópicos, foi elaborado o Quadro 5 com a solução de cada conflito de forma mais objetiva e simplificada, tendo as incompatibilidades representadas através dos seus códigos que foram referenciados nos quadros anteriores do AutoCAD e do Revit, e também demonstrados em pranchas no Apêndice B.

Cada solução será evidenciada visualmente em pranchas com imagens das soluções no Apêndice C, fazendo uso do apêndice anterior como referência. Ou seja, para facilitar o encontro das informações, a numeração da prancha será indicada na coluna “Prancha (Apêndice B)”, que se refere à folha no Apêndice B em que pode ser visualizado o conflito e, na coluna “Prancha (Apêndice C)”, referente à folha no Apêndice C da respectiva solução.

Quadro 5 – Solução das incompatibilidades

Código	Projetos	Prancha (Apêndice B)	Solução	Prancha (Apêndice C)
A01	Arquitetura x Estrutural	01, 02	Aumentar a boneca de 10cm para 15cm	01, 02
A02	Arquitetura x Estrutural	01, 02	Utilizar porta de correr que não diminua a espessura da parede	01, 02
A03	Arquitetura x Estrutural	01, 02	Aumentar a boneca de 10cm para 15cm	01, 02
A04	Arquitetura x Estrutural	01, 02	Aumentar a boneca de 10cm para 15cm	01, 02
A05	Arquitetura x Estrutural	01, 02	Aumentar espessura da parede para 20cm	01, 02
A06	Arquitetura x Estrutural	01, 02	Aumentar a boneca de 10cm para 15cm	01, 02
A07	Arquitetura x Estrutural	01	Alinhar eixo central do bloco cerâmico da parede com a viga	01
A08	Arquitetura x Estrutural	01	Alinhar eixo central do bloco cerâmico da parede com a viga baldrame	01
A09	Arquitetura x Estrutural	01	Alinhar eixo central do bloco cerâmico da parede com a viga baldrame	01
A10	Arquitetura x Estrutural	01	Alinhar eixo central do bloco cerâmico da parede com a viga baldrame	01
A11	Arquitetura x Estrutural	01	Alinhar eixo central do bloco cerâmico da parede com a viga baldrame	01
A12	Arquitetura x Estrutural	01	Alinhar eixo central do bloco cerâmico da parede com a viga	01
A13	Arquitetura x Estrutural	01	Alinhar eixo central do bloco cerâmico da parede com a viga	01
A14	Estrutural x Sanitário	03, 04	Colocar 2 conexões de joelho 45° para desviar do pilar e mover a caixa de inspeção 15cm no sentido sul em relação à residência	03, 04, 09
A15	Estrutural x Hidráulico	05, 06	Aumentar o reboco do lado interno da área de serviço em 1,7cm e passar a tubulação entre o revestimento e o pilar	05, 06
A16	Arquitetura	01	Representar os níveis no projeto arquitetônico	01
A17	Sanitário	03, 04	Representar e dimensionar as colunas de ventilação no projeto sanitário	03, 04, 08-10
R01	Estrutural x Sanitário	03, 04	Passar a tubulação do vaso por baixo da viga, colocar forro para esconder a tubulação e shaft para o tubo de queda	03, 04, 08

Quadro 5 – Solução das incompatibilidades (continuação)

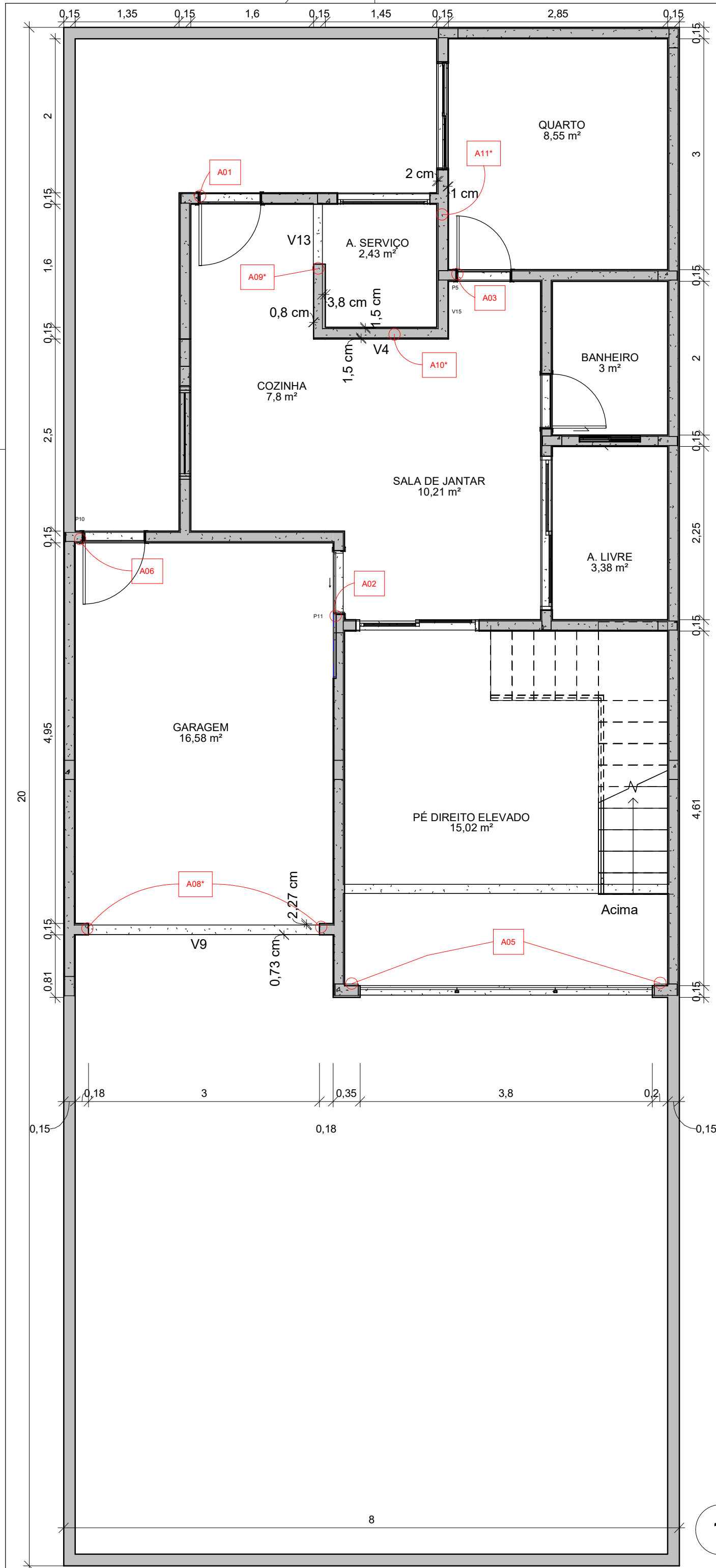
Código	Projetos	Prancha (Apêndice B)	Solução	Prancha (Apêndice C)
R02	Estrutural x Sanitário	03, 04	Aumentar a espessura interna da parede em 3,5cm e passar a tubulação entre o revestimento e a viga	03, 04, 08
R03	Estrutural x Sanitário	03, 04	Aumentar a espessura interna da parede em 3,5cm e passar a tubulação entre o revestimento e a viga	03, 04, 08
R04	Estrutural x Sanitário	03, 04	Utilizar enchimento na altura e largura do lavatório com 5cm de espessura para passar a tubulação	03, 04, 08
R05	Estrutural x Sanitário	03, 04	Utilizar enchimento na altura e largura do lavatório com 5cm de espessura para passar a tubulação	03, 04, 08
R06	Estrutural x Sanitário	03, 04	Utilizar enchimento na altura e largura do lavatório com 5cm de espessura para passar a tubulação	03, 04, 08
R07	Estrutural x Sanitário	03, 04	Utilizar enchimento na altura e largura da pia com 5cm de espessura e passar a tubulação por debaixo da viga até a caixa de gordura	03, 04, 08
R08	Estrutural x Hidráulico	05, 06	Utilizar 2 joelhos de 90° para desviar a tubulação vertical da viga e adição de shaft na parede de dentro da área do chuveiro	05, 06, 08
R09	Estrutural x Hidráulico	05, 06	Usar shaft para passar a tubulação sem a necessidade de furar viga	05, 06, 08
R10	Estrutural x Hidráulico	05, 06	Retirar a tubulação da parede que fica entre a garagem e a cozinha; recuar o joelho que interligava as paredes em 6cm; utilizar 1 joelho de 90° para a subida da tubulação vertical sem furar a viga; usar shaft que deixe o registro aparente	05, 06, 08
R11	Estrutural x Hidráulico	05, 06	Com o deslocamento da tubulação na solução A15 em 2,5cm para o lado interno da área de serviço, a tubulação vertical não fura a viga e será deslocada para o canto superior direito (referente à vista da planta) do ambiente	05, 06, 08
R12	Estrutural x Hidráulico	05, 06	Com o deslocamento da tubulação na solução A15 em 2,5cm para o lado interno da área de serviço, a tubulação vertical não fura a viga e será deslocada para o canto superior direito (referente à vista da planta) do ambiente	05, 06, 08
R13	Estrutural x Hidráulico	05, 06	Utilizar 2 joelhos de 90° para desviar a tubulação vertical da viga e adição de shaft na parede de dentro da área do chuveiro	05, 06, 08

Quadro 5 – Solução das incompatibilidades (continuação)

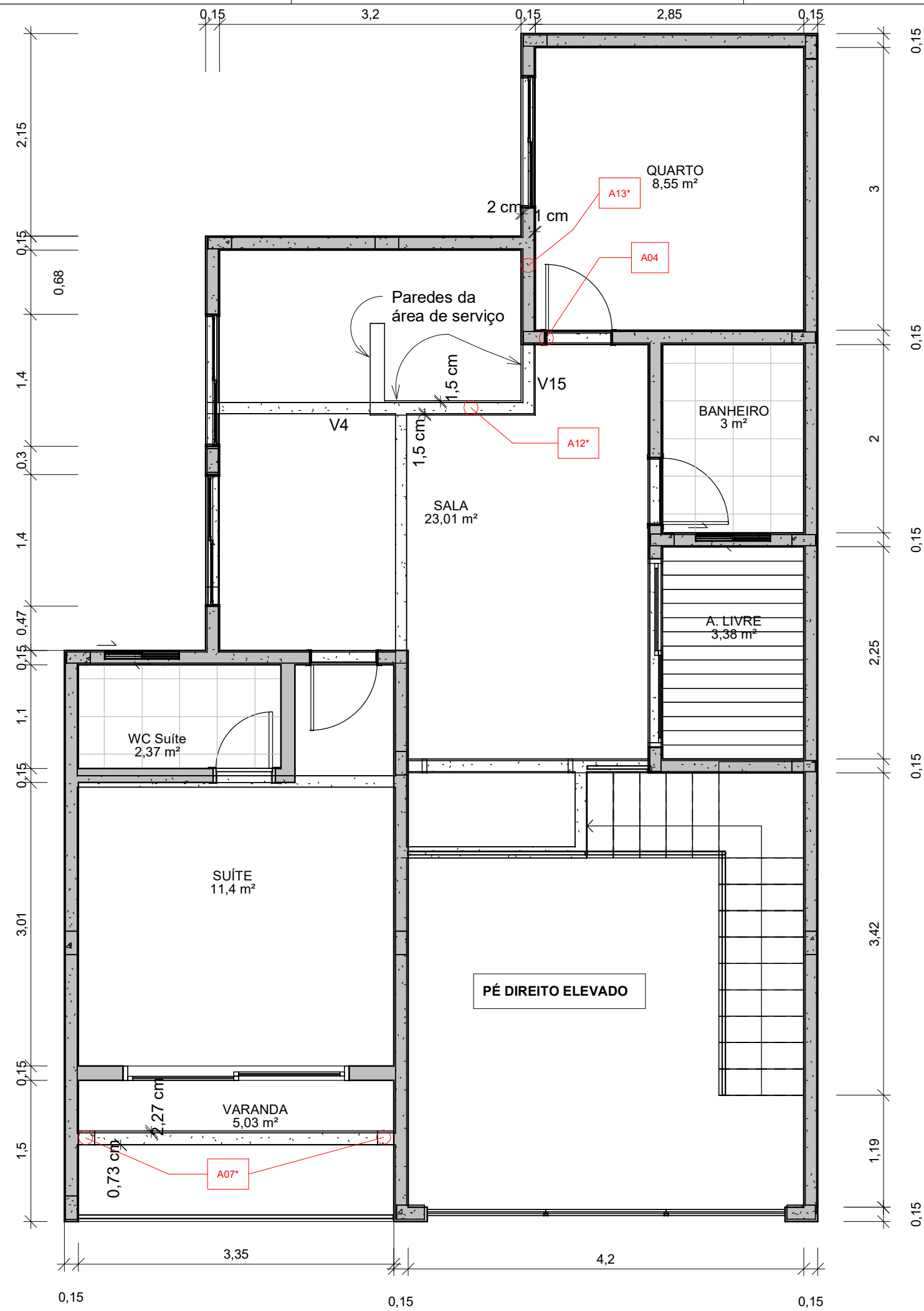
Código	Projetos	Prancha (Apêndice B)	Solução	Prancha (Apêndice C)
R14	Estrutural x Hidráulico	05, 06	Utilizar 2 joelhos de 90° para desviar a tubulação vertical da viga e adição de shaft na parede de dentro da área do chuveiro	05, 06, 08
R15	Arquitetura x Hidráulico	07	Mover o basculante na direção do meio da parede, deixando uma boneca de 5cm da parede perpendicular	07, 08
R16	Arquitetura x Hidráulico	07	Escolher caixa d'água com diâmetro total menor que 1,5m	07

Fonte: Autor (2021)

Com as soluções apresentadas, é possível notar que haverá um aumento no uso de materiais, já que terá a necessidade de aumentar a espessura de algumas paredes e prever shafts para passar as tubulações, adicionar algumas conexões e colunas de ventilação, e introduzir um forro na garagem. Portanto, consequentemente acabará elevando o custo final da obra com gastos que não eram previstos.



1 Pav. Térreo (Arq x Est)
1 : 50



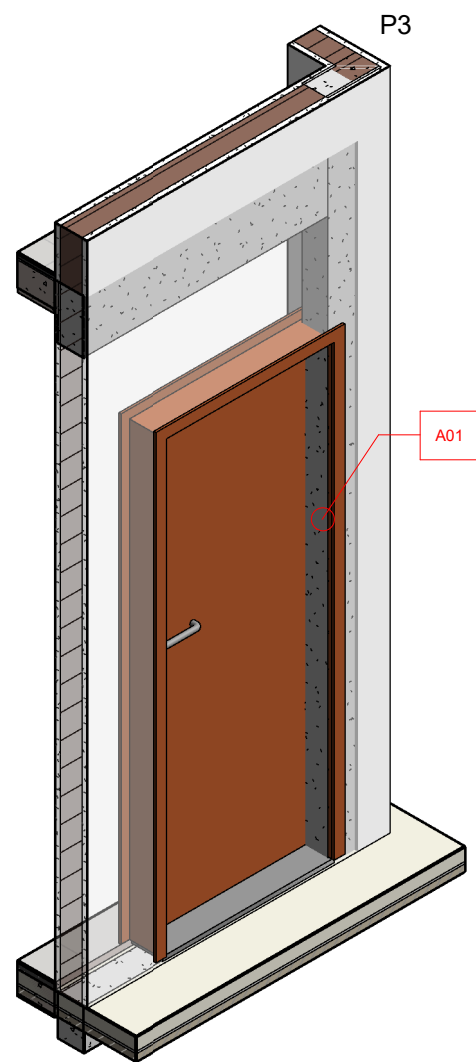
2 1º Pavimento (Arq x Est)
1 : 50

*A07, A08, A09, A10, A11, A12 e A13 estão representadas somente nas plantas baixas por ser a melhor visualização para demonstrar o desalinhamento.

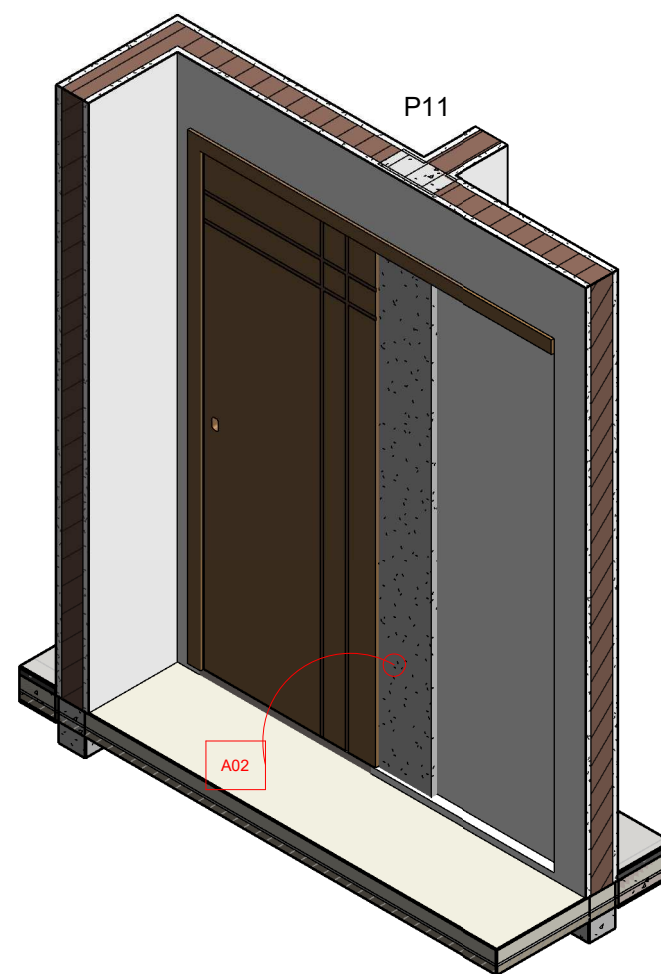
Código	Projetos	Incompatibilidades
A01	Arquitetura x Estrutural	Porta da cozinha no térreo conflita com o pilar P3
A02	Arquitetura x Estrutural	Porta de correr no térreo conflita com o pilar P11
A03	Arquitetura x Estrutural	Porta do quarto no pavimento térreo conflita com o pilar P5
A04	Arquitetura x Estrutural	Porta do quarto no pavimento superior conflita com o pilar P5
A05	Arquitetura x Estrutural	Divergência na largura da parede entre a fachada frontal e o "pé direito elevado" nas pranchas de arquitetura e estrutura
A06	Arquitetura x Estrutural	Divergência na porta da garagem e o pilar P10 nas pranchas de arquitetura e estrutura
A07	Arquitetura x Estrutural	Desalinhamento da viga V10 com a parede da entrada
A08	Arquitetura x Estrutural	Desalinhamento da viga baldrame – V9 – com a parede de entrada da garagem
A09	Arquitetura x Estrutural	Desalinhamento da viga baldrame – V13 – que acompanha a parede da área de serviço
A10	Arquitetura x Estrutural	Desalinhamento da viga baldrame – V4 – que acompanha a parede da área de serviço
A11	Arquitetura x Estrutural	Desalinhamento da viga baldrame – V15 – que acompanha a parede da área de serviço e quarto
A12	Arquitetura x Estrutural	Desalinhamento da viga – V4 – situada sobre a parede da área de serviço
A13	Arquitetura x Estrutural	Desalinhamento da viga – V15 – situada sobre a parede da área de serviço e quarto

Apêndice B - Demonstração das incompatibilidades

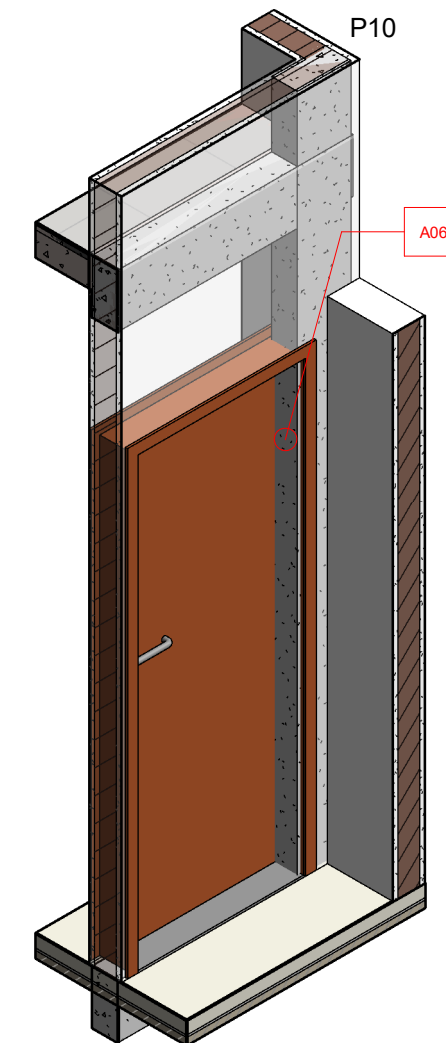
	TÍTULO: ARQ X EST - Plantas baixas	
	CLIENTE: -	
	ENDEREÇO: -	
	DATA: 03/01/2022	N° DA PRANCHA 01 / 07
	DESENHISTA: -	
ENGENHEIRO: -		ESCALA: 1 : 50
CREA: -		



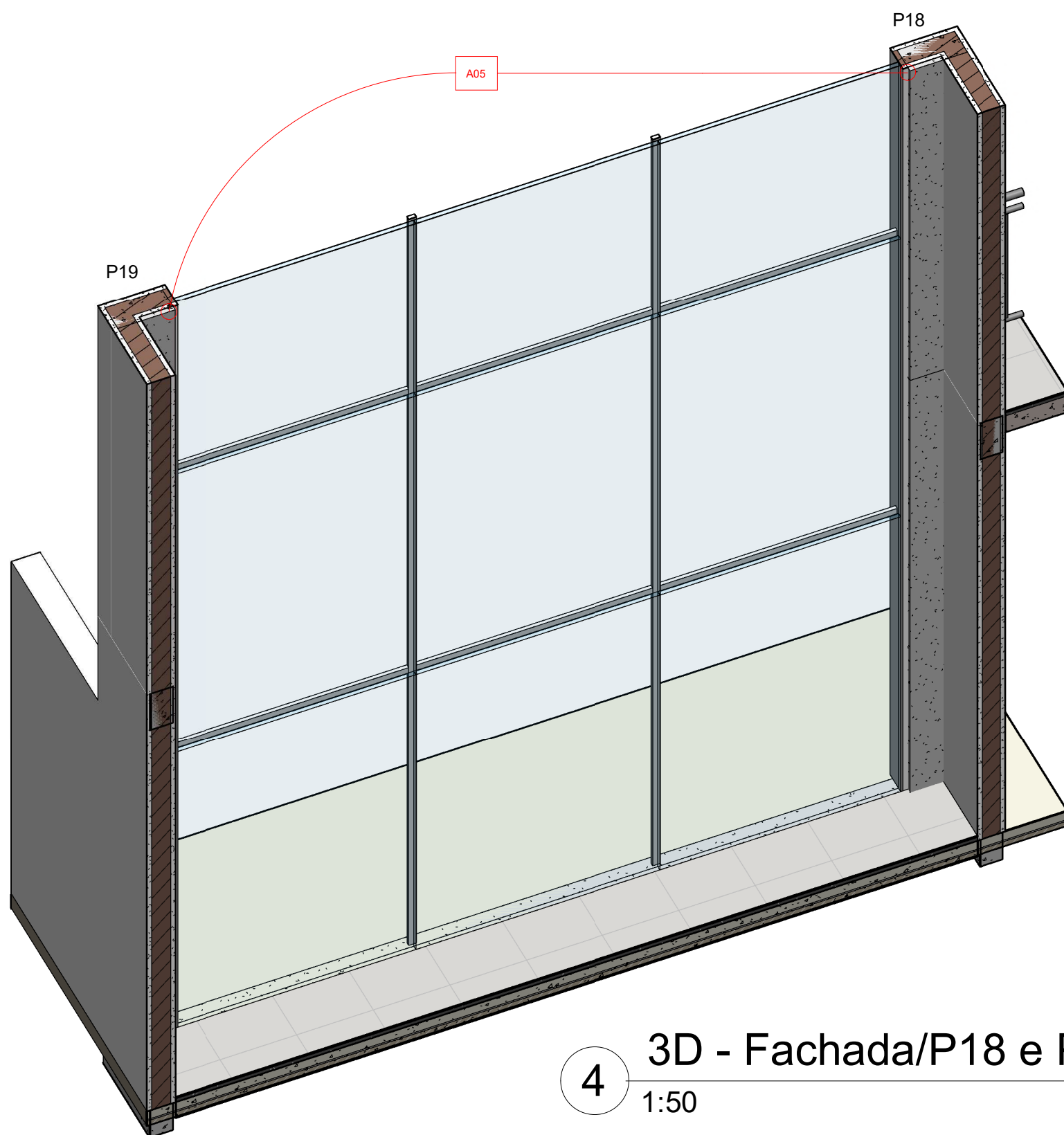
1 3D - Porta/P3
1:50



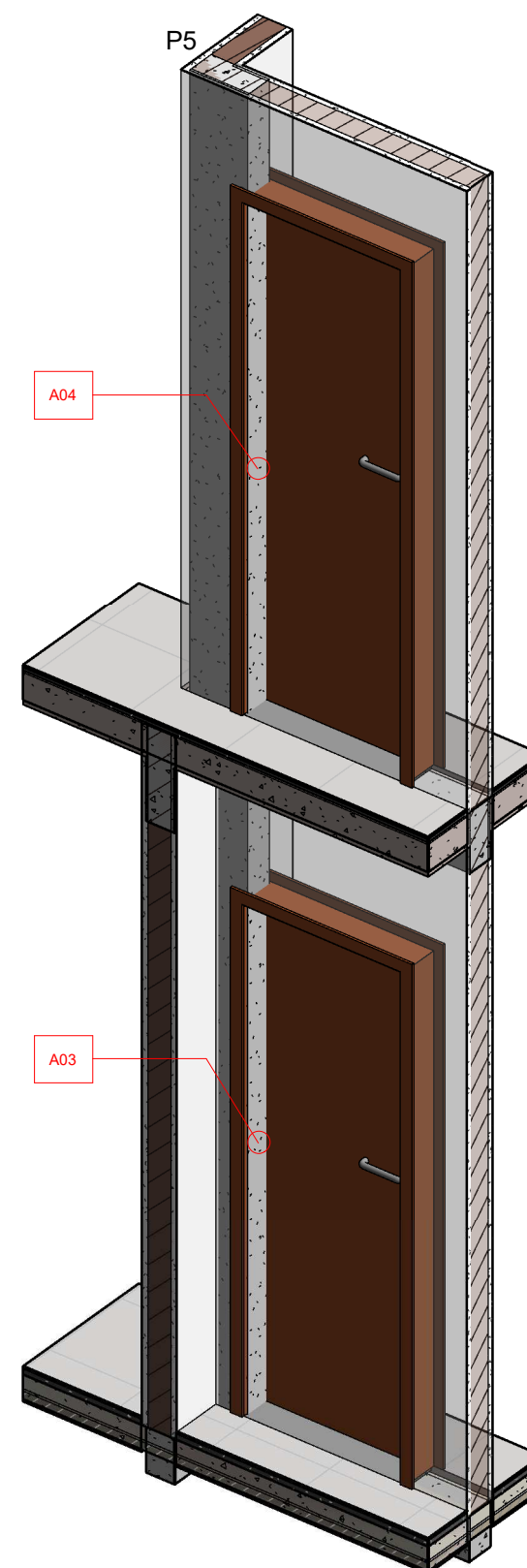
2 3D - Porta de correr/P11
1:50



5 3D - Porta/P10
1:50



4 3D - Fachada/P18 e P19
1:50

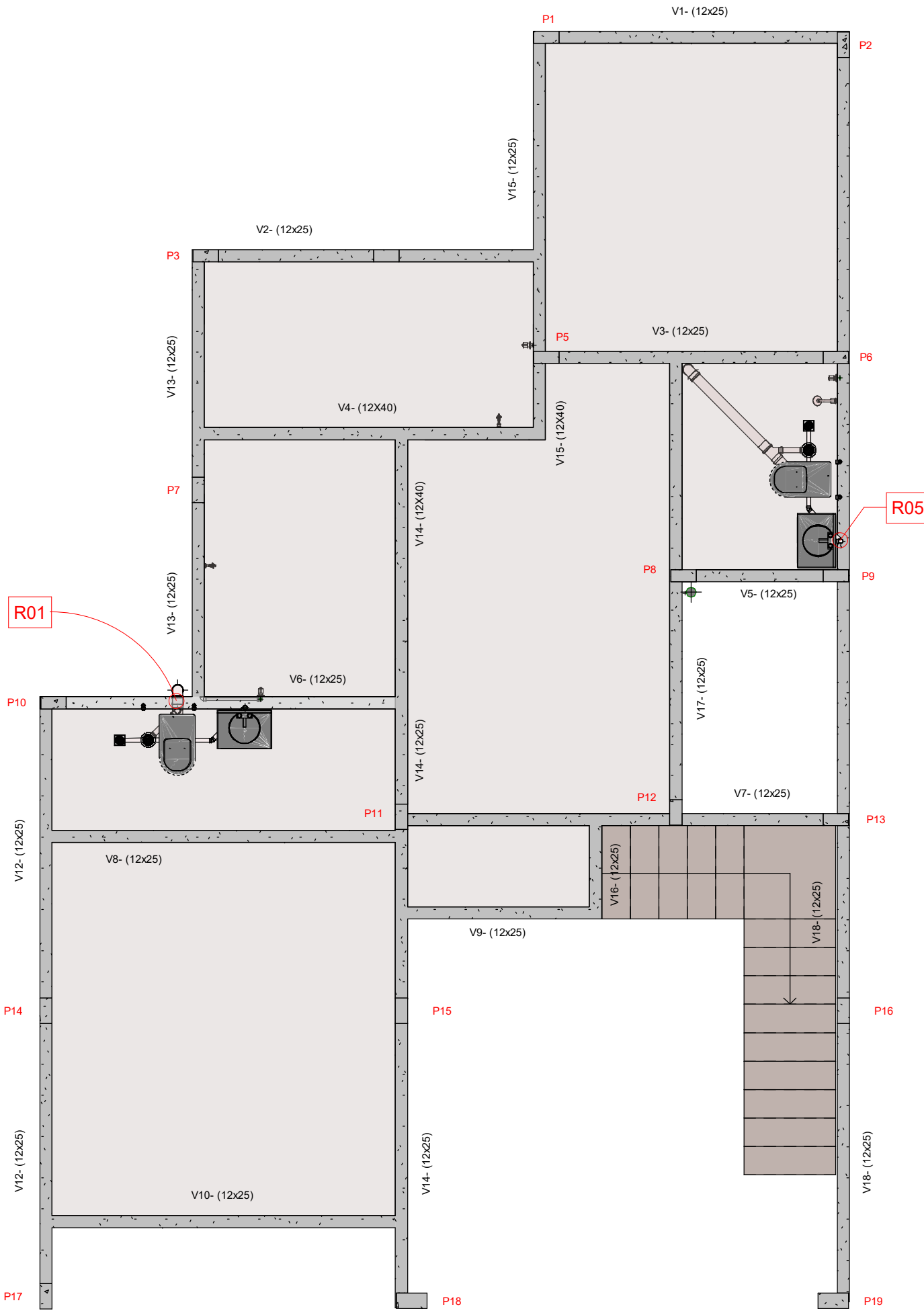
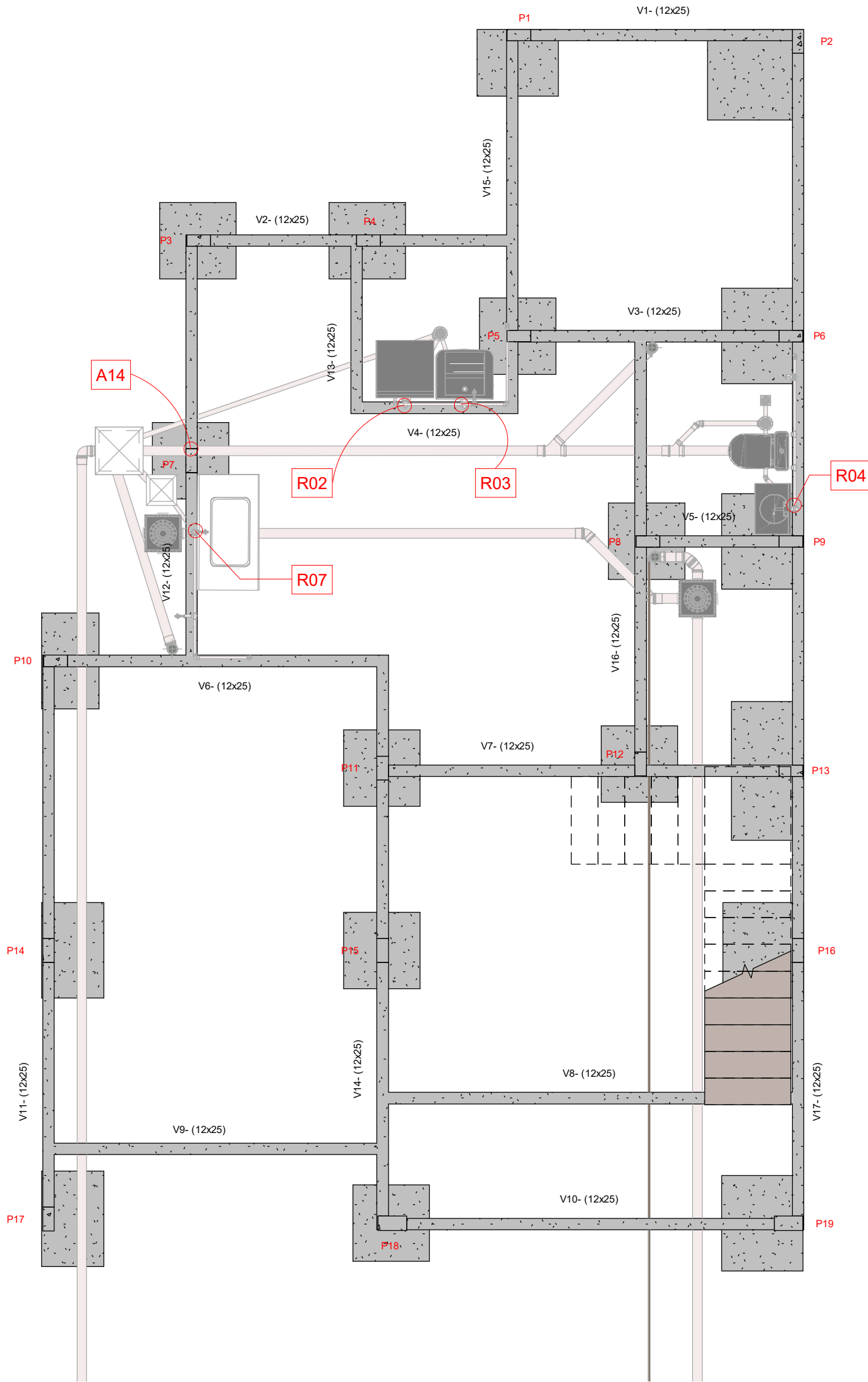


3 3D - Porta/P5
1:50

Código	Projetos	Incompatibilidades
A01	Arquitetura x Estrutural	Porta da cozinha no térreo conflita com o pilar P3
A02	Arquitetura x Estrutural	Porta de correr no térreo conflita com o pilar P11
A03	Arquitetura x Estrutural	Porta do quarto no pavimento térreo conflita com o pilar P5
A04	Arquitetura x Estrutural	Porta do quarto no pavimento superior conflita com o pilar P5
A05	Arquitetura x Estrutural	Divergência na largura da parede entre a fachada frontal e o "pé direito elevado" nas pranchas de arquitetura e estrutura
A06	Arquitetura x Estrutural	Divergência na porta da garagem e o pilar P10 nas pranchas de arquitetura e estrutura

Apêndice B - Demonstração das incompatibilidades

TÍTULO: ARQ X EST - Vistas 3D CLIENTE: - ENDEREÇO: - DATA: 03/01/2022 DESENHISTA: -		N° DA PRANCHA 02 / 07	
		ESCALA:	
		ENGENHEIRO: - CREA: -	



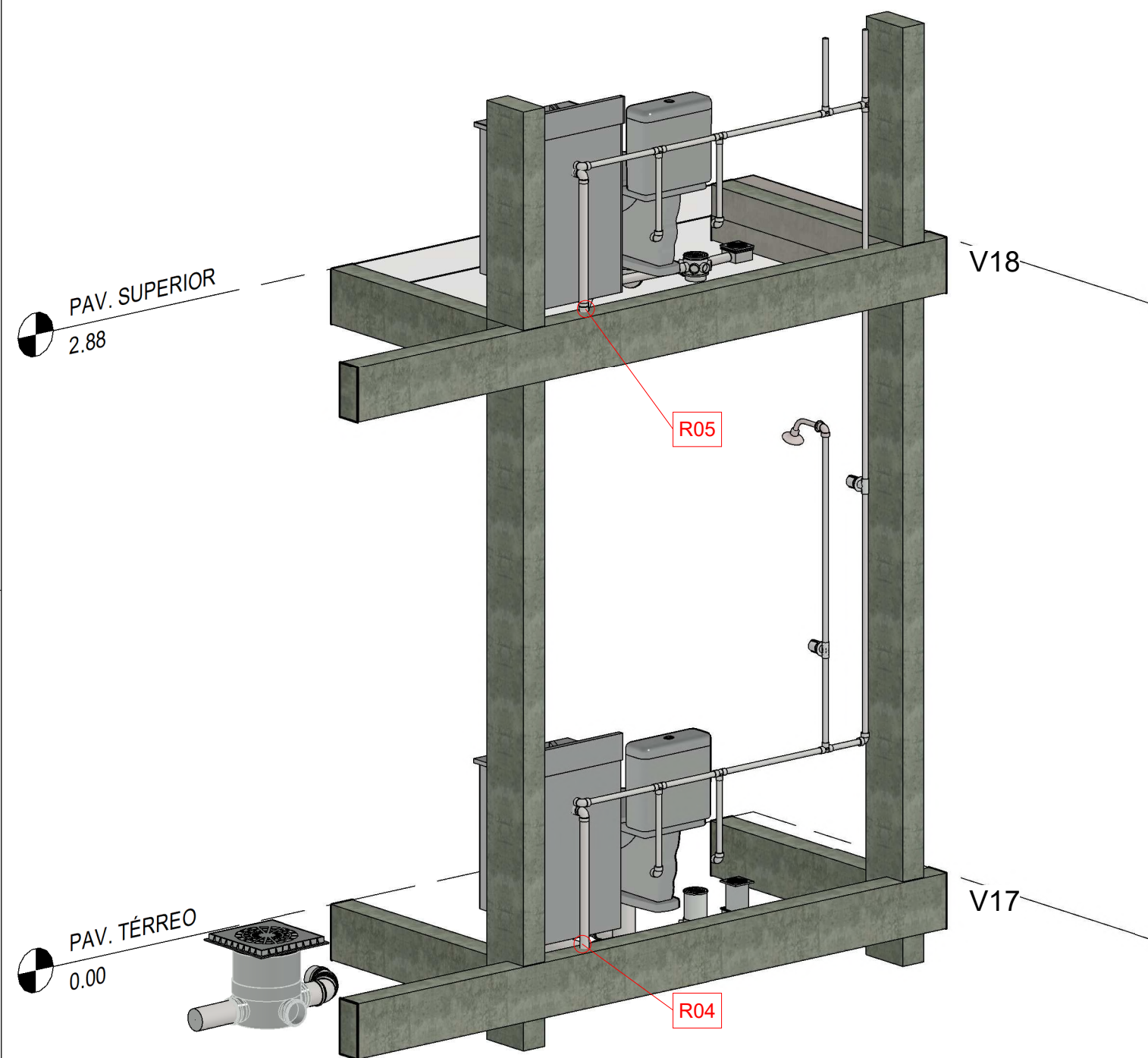
Código	Projetos	Incompatibilidades
A14	Estrutural x Sanitário	Tubulação do vaso sanitário no pavimento térreo atravessa o pilar P7
R01	Estrutural x Sanitário	Tubulação de 100mm do vaso sanitário, na suíte, atravessa a viga da laje térrea V6
R02	Estrutural x Sanitário	Conexão de 40mm da máquina de lavar, na área de serviço, atravessa a viga baldrame V4
R03	Estrutural x Sanitário	Conexão de 40mm do tanque, na área de serviço, atravessa a viga baldrame V4
R04	Estrutural x Sanitário	Conexão de 40mm do lavatório do banheiro social, no pavimento térreo, atravessa a viga baldrame V17
R05	Estrutural x Sanitário	Conexão de 40mm do lavatório do banheiro social, no pavimento superior, atravessa a viga V18
R06	Estrutural x Sanitário	Conexão de 40mm do lavatório do banheiro, na suíte, atravessa a viga da laje térrea V6
R07	Estrutural x Sanitário	Conexão de 40mm da pia da cozinha atravessa a viga baldrame V12

1 PAV. TÉRREO (Est x San)
1 : 50

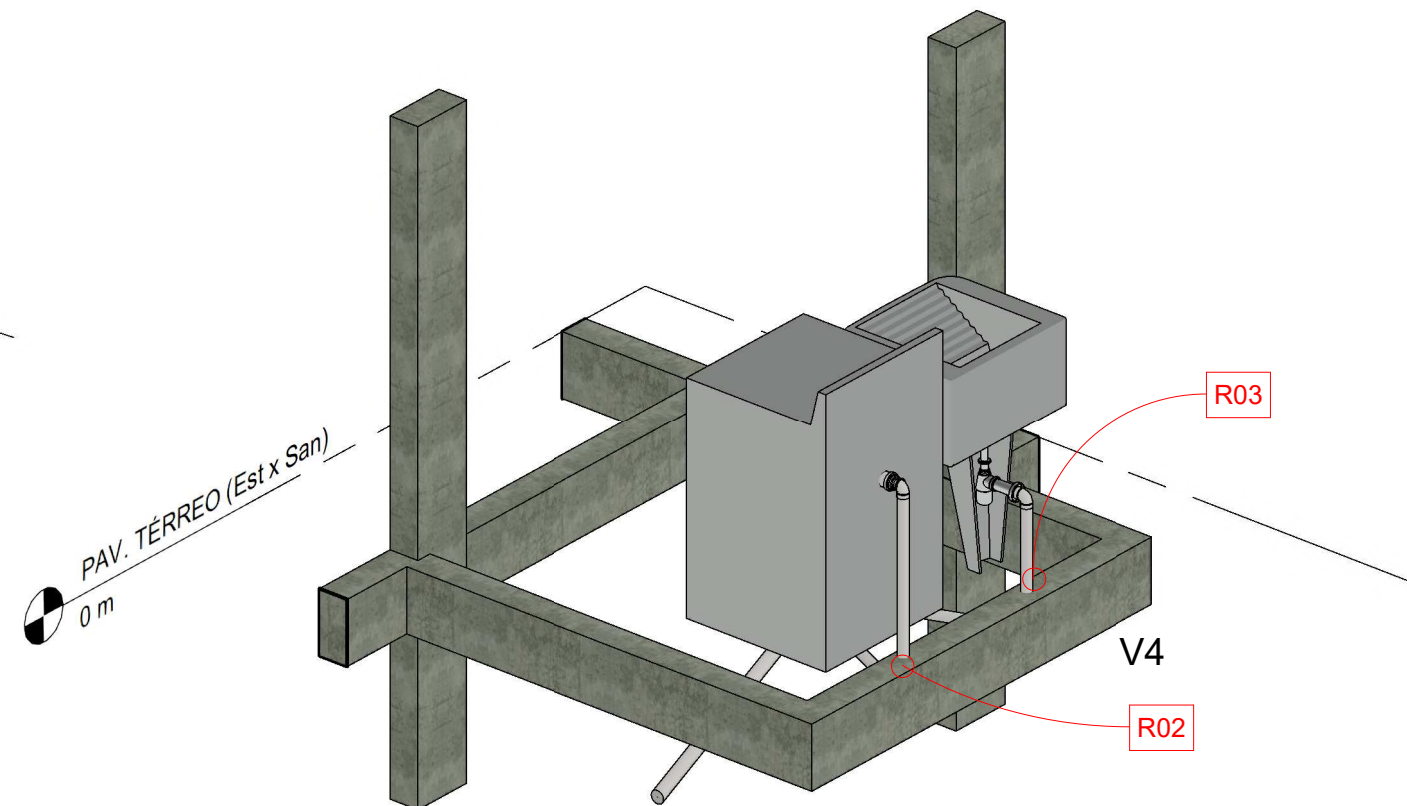
2 1º PAVIMENTO (Est x San)
1 : 50

Apêndice B - Demonstração das incompatibilidades

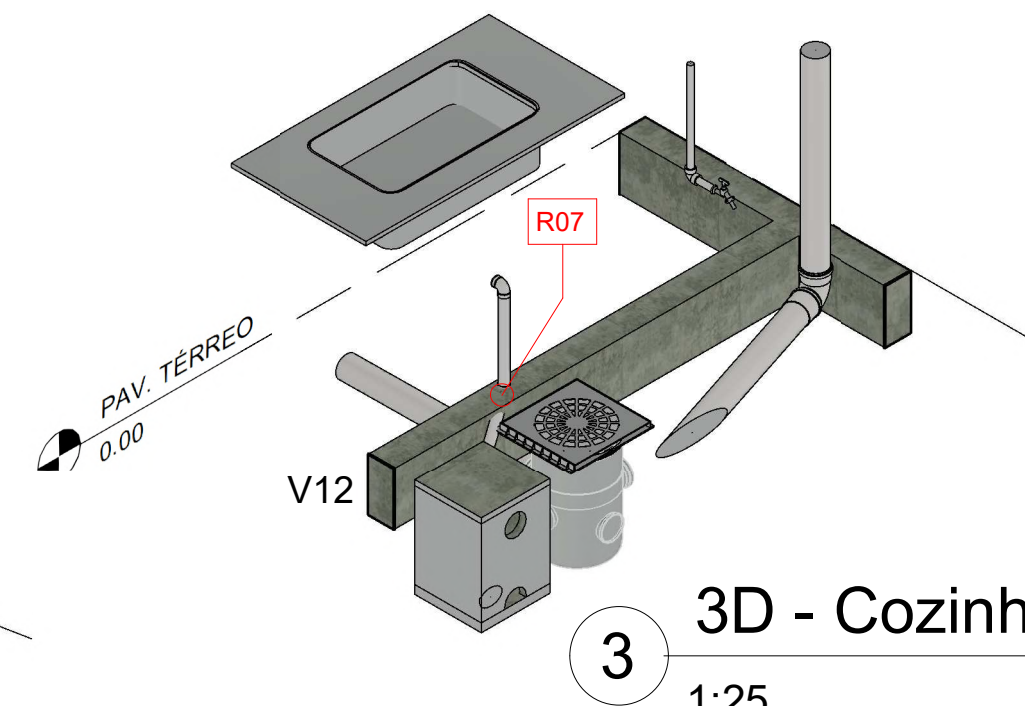
	TÍTULO: EST X SAN - Plantas baixas	
	CLIENTE: -	
	ENDEREÇO: -	
	DATA: 03/01/2022	N° DA PRANCHA 03 / 07
	DESENHISTA: -	
ENGENHEIRO: -		ESCALA: 1 : 50
CREA: -		



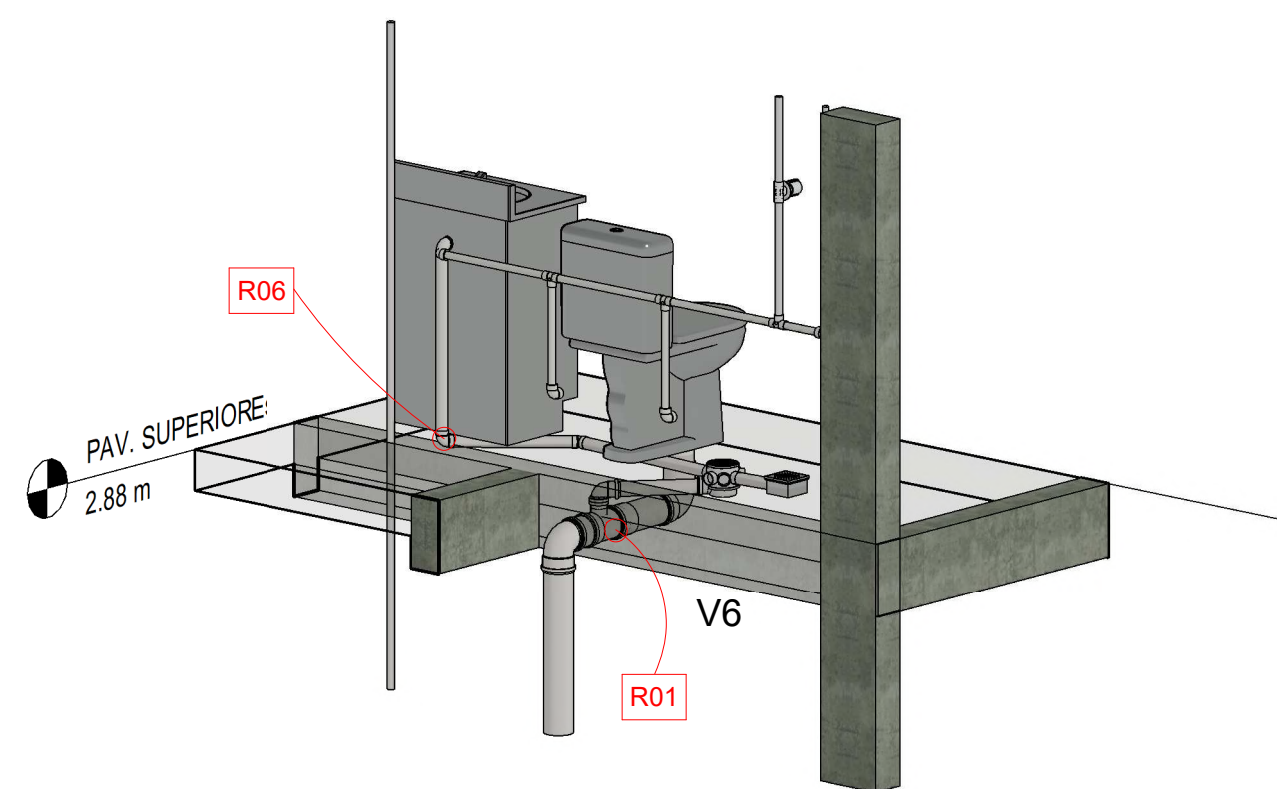
1 3D - WC sociais (San)
1:25



2 3D - Área de Serviço (San)
1:25



3 3D - Cozinha (San)
1:25

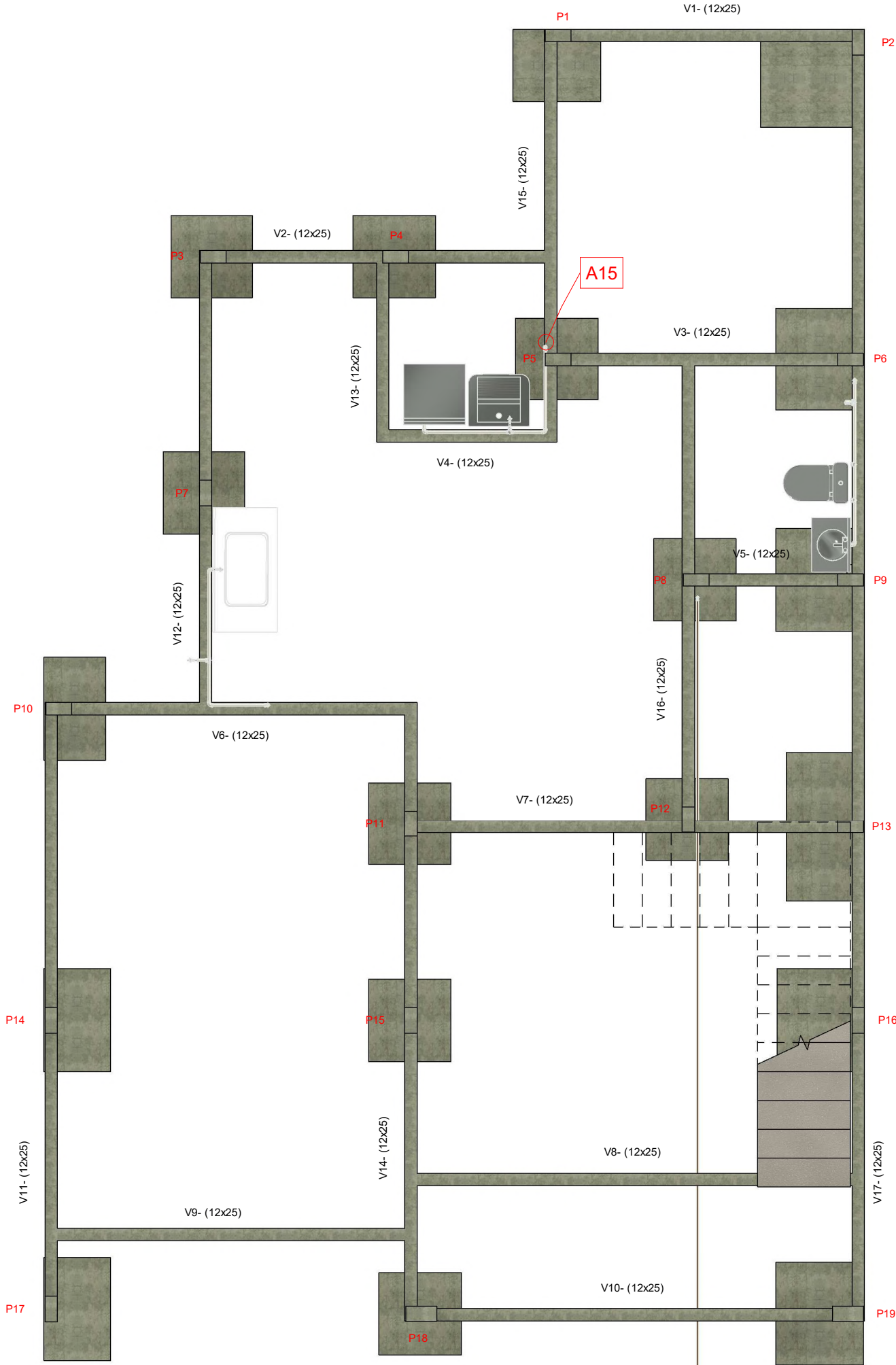


4 3D - Suíte (San)
1:25

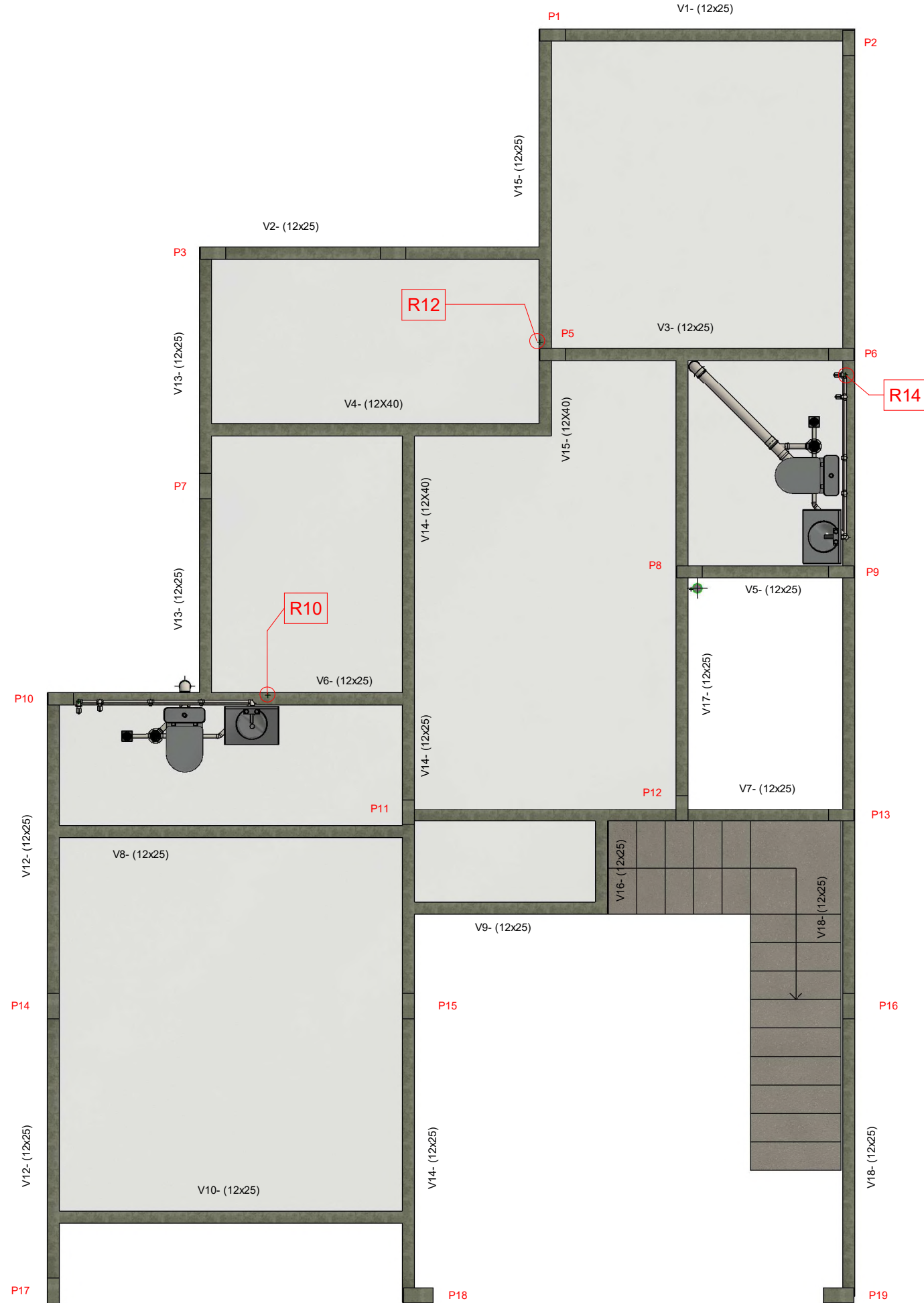
Código	Projetos	Incompatibilidades
A14	Estrutural x Sanitário	Tubulação do vaso sanitário no pavimento térreo atravessa o pilar P7
R01	Estrutural x Sanitário	Tubulação de 100mm do vaso sanitário, na suíte, atravessa a viga da laje térrea V6
R02	Estrutural x Sanitário	Conexão de 40mm da máquina de lavar, na área de serviço, atravessa a viga baldrame V4
R03	Estrutural x Sanitário	Conexão de 40mm do tanque, na área de serviço, atravessa a viga baldrame V4
R04	Estrutural x Sanitário	Conexão de 40mm do lavatório do banheiro social, no pavimento térreo, atravessa a viga baldrame V17
R05	Estrutural x Sanitário	Conexão de 40mm do lavatório do banheiro social, no pavimento superior, atravessa a viga V18
R06	Estrutural x Sanitário	Conexão de 40mm do lavatório do banheiro, na suíte, atravessa a viga da laje térrea V6
R07	Estrutural x Sanitário	Conexão de 40mm da pia da cozinha atravessa a viga baldrame V12

Apêndice B - Demonstração das incompatibilidades

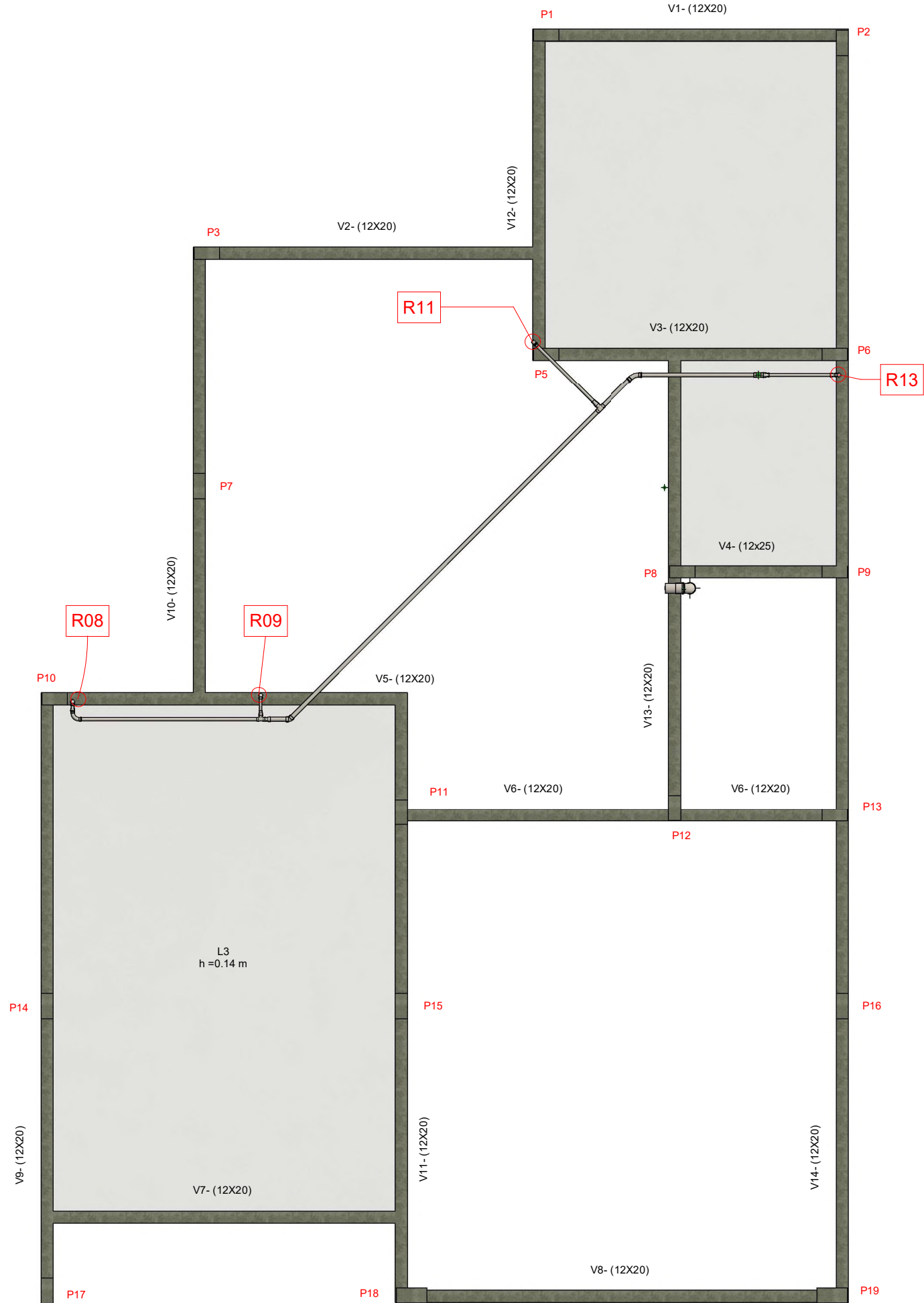
	TÍTULO: EST X SAN - Detalhes		N° DA PRANCHA 04 / 07
	CLIENTE: -		
	ENDEREÇO: -		
	DATA: 03/01/2022		
	DESENHISTA: -		
ENGENHEIRO: -		ESCALA:	
CREA: -			



1 Pav. Térreo (Est x Hid)
1 : 50



2 1º Pav. (Est x Hid)
1 : 50

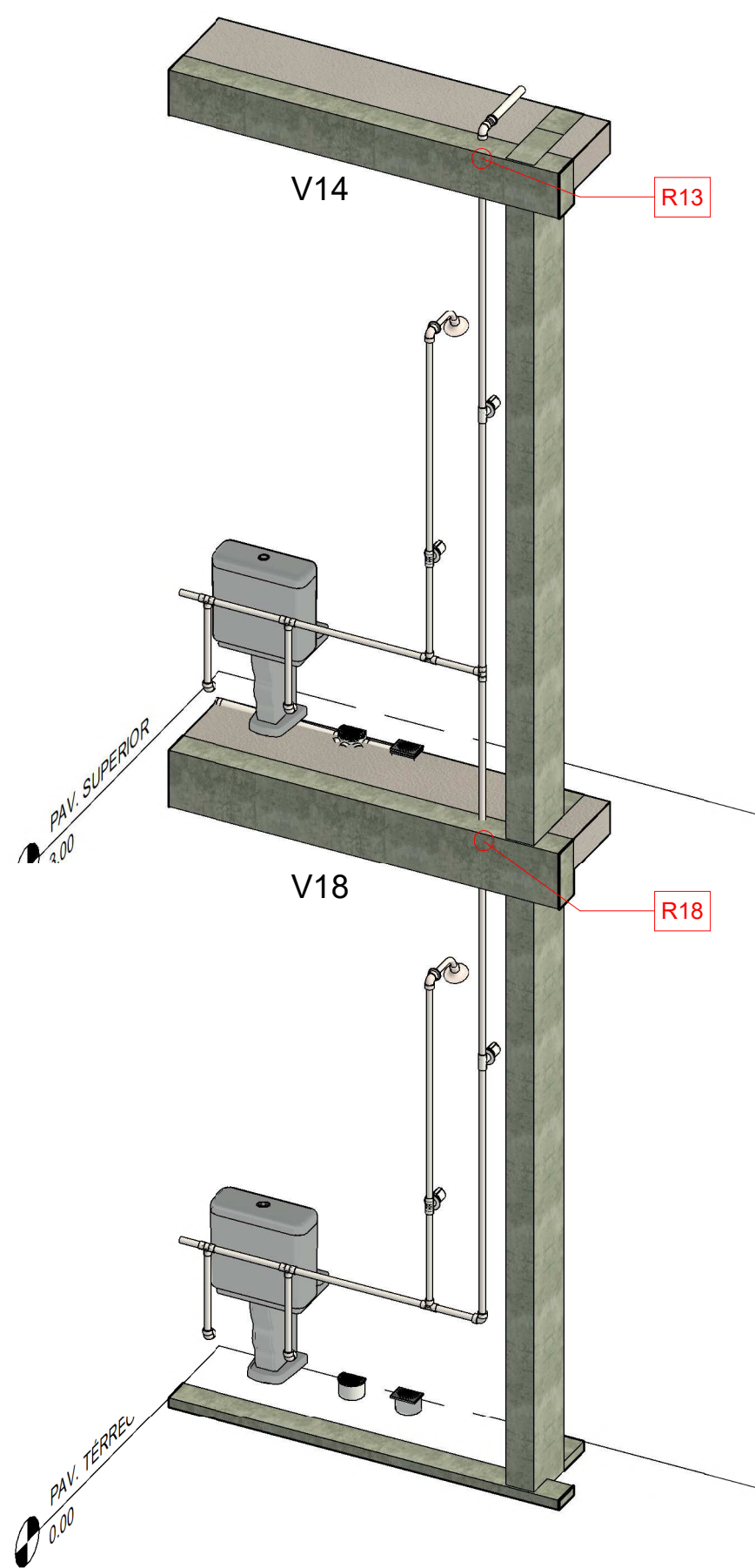


3 Cobertura (Hid)
1 : 50

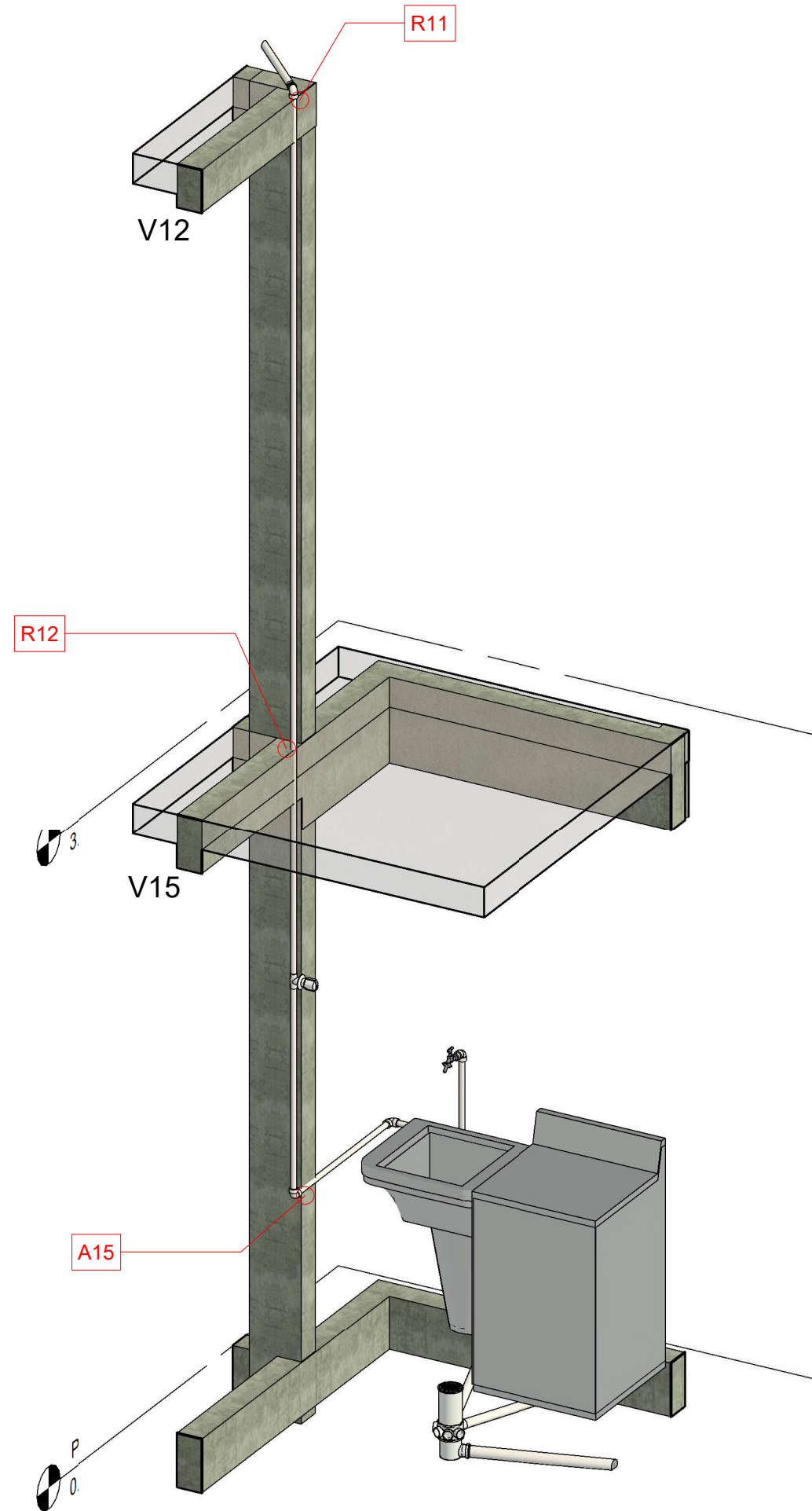
Código	Projetos	Incompatibilidades
A15	Estrutural x Hidráulico	Tubulação hidráulica na área de serviço do pavimento térreo atravessa o pilar P5
R08	Estrutural x Hidráulico	Tubo de água fria que alimenta o WC suíte atravessa a viga de cobertura V5
R09	Estrutural x Hidráulico	Tubo de água fria que alimenta a pia da cozinha atravessa a viga de cobertura V5
R10	Estrutural x Hidráulico	Tubo de água fria que alimenta a pia da cozinha atravessa a viga da laje térrea V6
R11	Estrutural x Hidráulico	Tubo de água fria que alimenta a área de serviço atravessa a viga de cobertura V12
R12	Estrutural x Hidráulico	Tubo de água fria que alimenta a área de serviço atravessa a viga da laje térrea V15
R13	Estrutural x Hidráulico	Tubo de água fria que alimenta os banheiros sociais do térreo e pavimento superior atravessa a viga de cobertura V14
R14	Estrutural x Hidráulico	Tubo de água fria que alimenta os banheiros sociais do térreo e pavimento superior atravessa a viga da laje térrea V18

Apêndice B - Demonstração das incompatibilidades

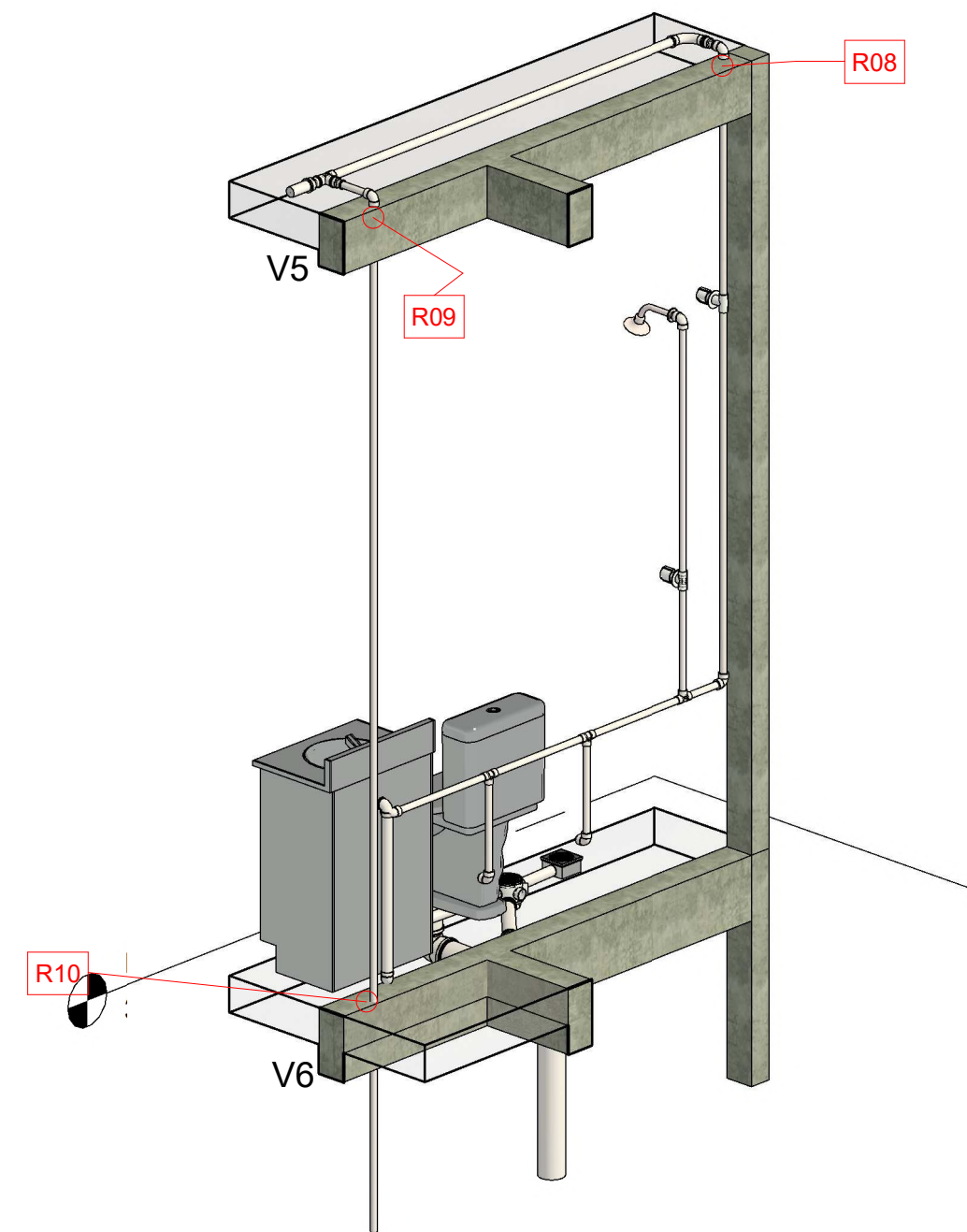
	TÍTULO: EST X HID - Plantas baixas	
	CLIENTE: -	
	ENDEREÇO: -	
	DATA: 03/01/2022	N° DA PRANCHA 05 / 07
	DESENHISTA: -	
ENGENHEIRO: -		
CREA: -		
	ESCALA: 1 : 50	



1 3D - WC Sociais (Hid)
1:25



2 3D - Área de Serv.(Hid)
1:25

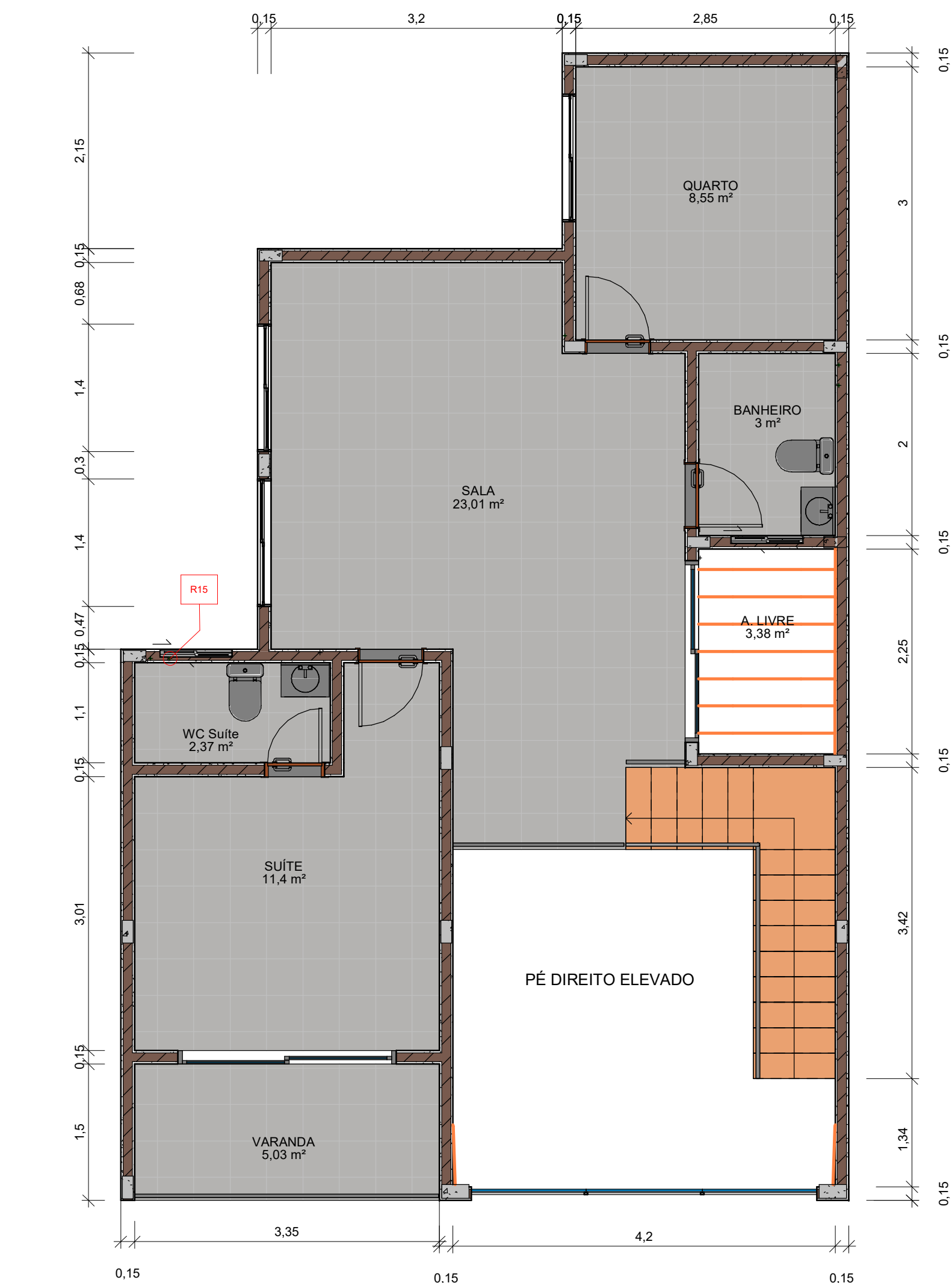


3 3D - Suíte/Cozinha (Hid)
1:25

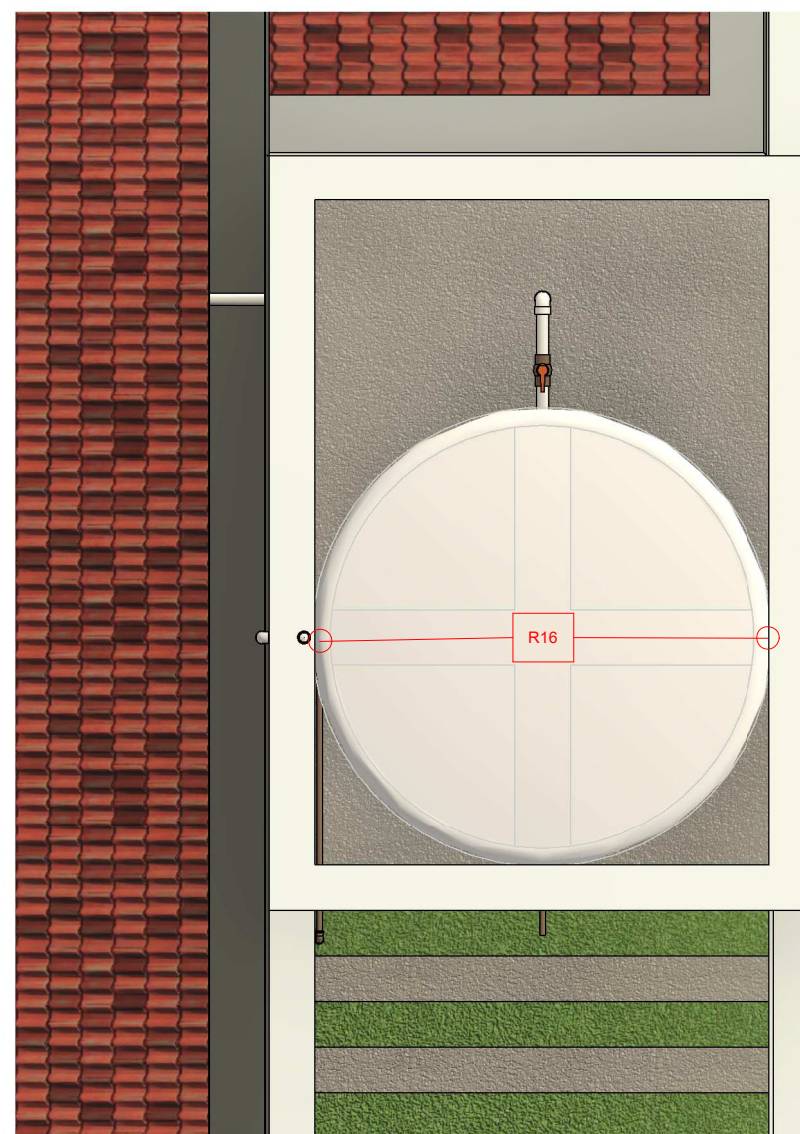
Código	Projetos	Incompatibilidades
A15	Estrutural x Hidráulico	Tubulação hidráulica na área de serviço do pavimento térreo atravessa o pilar P5
R08	Estrutural x Hidráulico	Tubo de água fria que alimenta o WC suíte atravessa a viga de cobertura V5
R09	Estrutural x Hidráulico	Tubo de água fria que alimenta a pia da cozinha atravessa a viga de cobertura V5
R10	Estrutural x Hidráulico	Tubo de água fria que alimenta a pia da cozinha atravessa a viga da laje térrea V6
R11	Estrutural x Hidráulico	Tubo de água fria que alimenta a área de serviço atravessa a viga de cobertura V12
R12	Estrutural x Hidráulico	Tubo de água fria que alimenta a área de serviço atravessa a viga da laje térrea V15
R13	Estrutural x Hidráulico	Tubo de água fria que alimenta os banheiros sociais do térreo e pavimento superior atravessa a viga de cobertura V14
R14	Estrutural x Hidráulico	Tubo de água fria que alimenta os banheiros sociais do térreo e pavimento superior atravessa a viga da laje térrea V18

Apêndice B - Demonstração das incompatibilidades

	TÍTULO: EST X HID - Detalhes	
	CLIENTE: -	
	ENDEREÇO: -	
	DATA: 03/01/2022	N° DA PRANCHA 06 / 07
	DESENHISTA: -	
ENGENHEIRO: -		ESCALA:
CREA: -		



1 1º PAVIMENTO (Arq x Hid)
1 : 50



2 3D - Cobertura - (Arq x Hid)
1:25

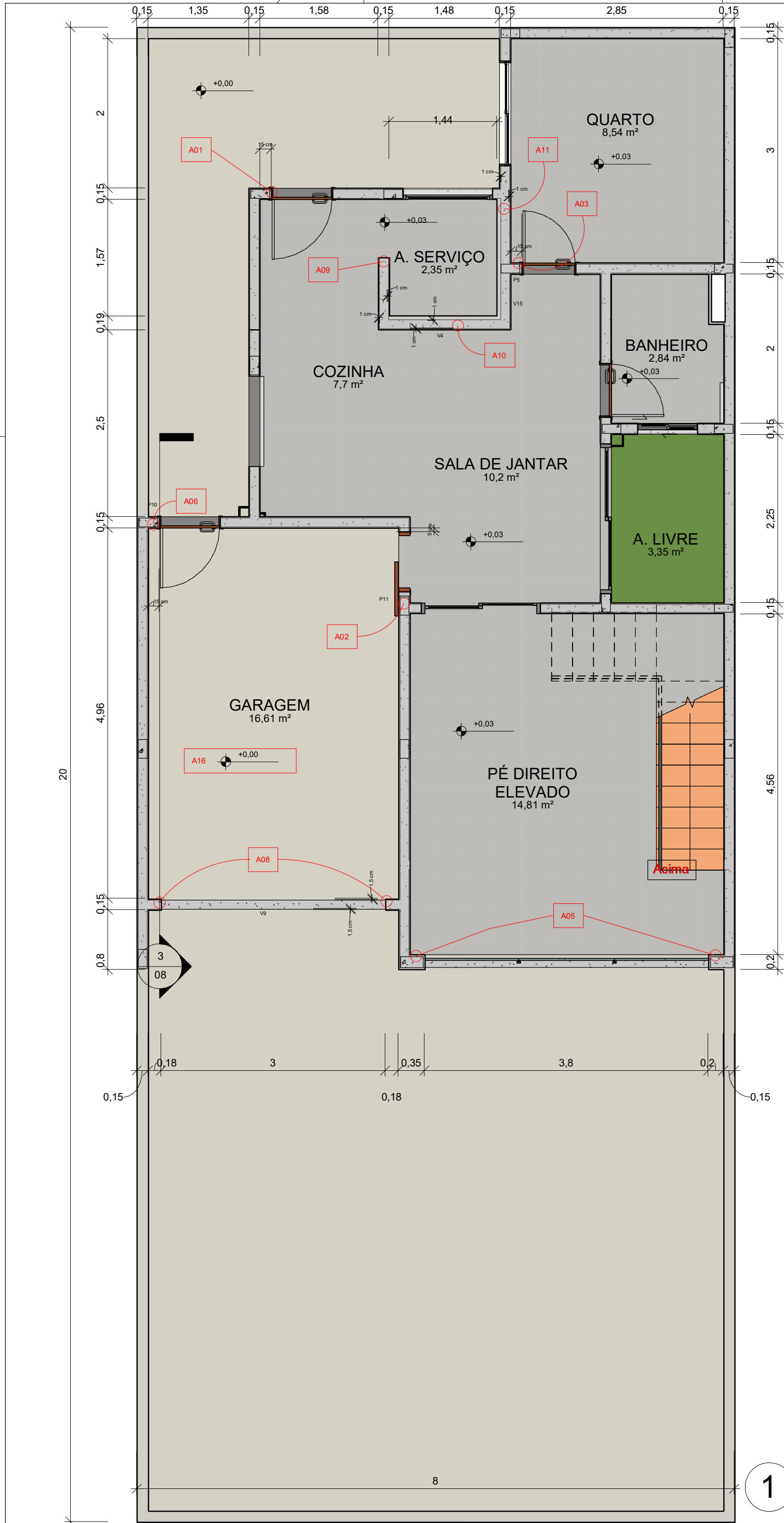


3 3D - Suíte
1:25

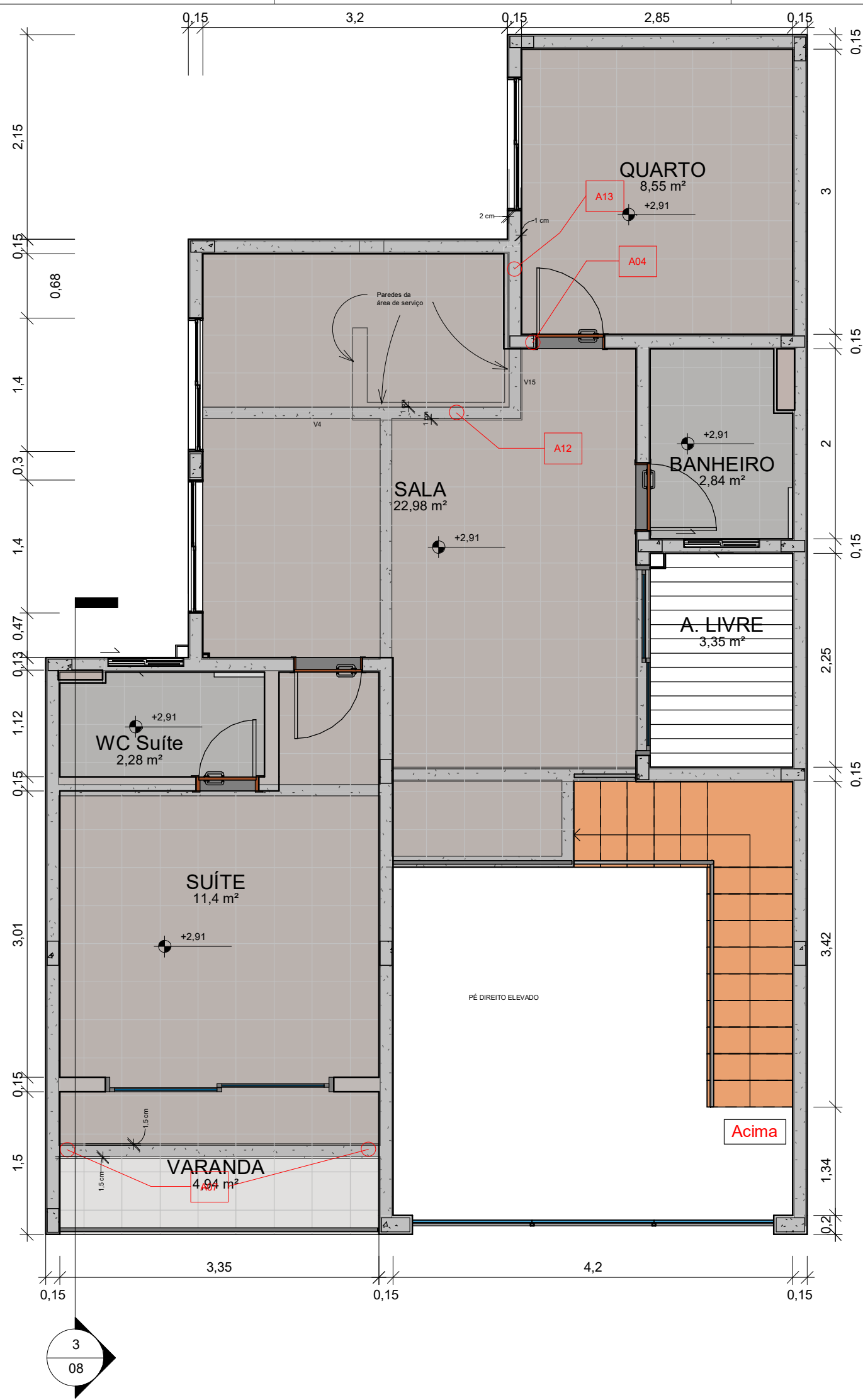
Código	Projetos	Incompatibilidades
R15	Arquitetura x Hidráulico	Tubo do chuveiro da suíte atravessa o basculante
R16	Arquitetura x Hidráulico	Caixa d'água de 1000 litros conflita com as paredes laterais

Apêndice B - Demonstração das incompatibilidades

	TÍTULO: ARQ X HID - 1º pavimento e vistas 3D	
	CLIENTE: -	
	ENDEREÇO: -	
	DATA: 03/01/2022	N° DA PRANCHA 07 / 07
	DESENHISTA: -	
ENGENHEIRO: -		
CREA: -		ESCALA: 1 : 50



1 Pav. Térreo (Arq x Est)
1 : 50

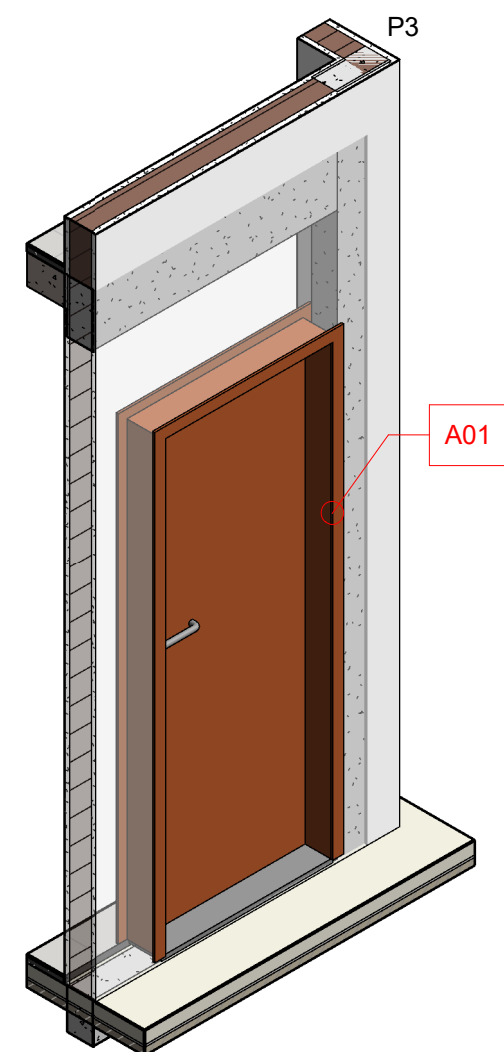


2 1º Pavimento (Arq x Est)
1 : 50

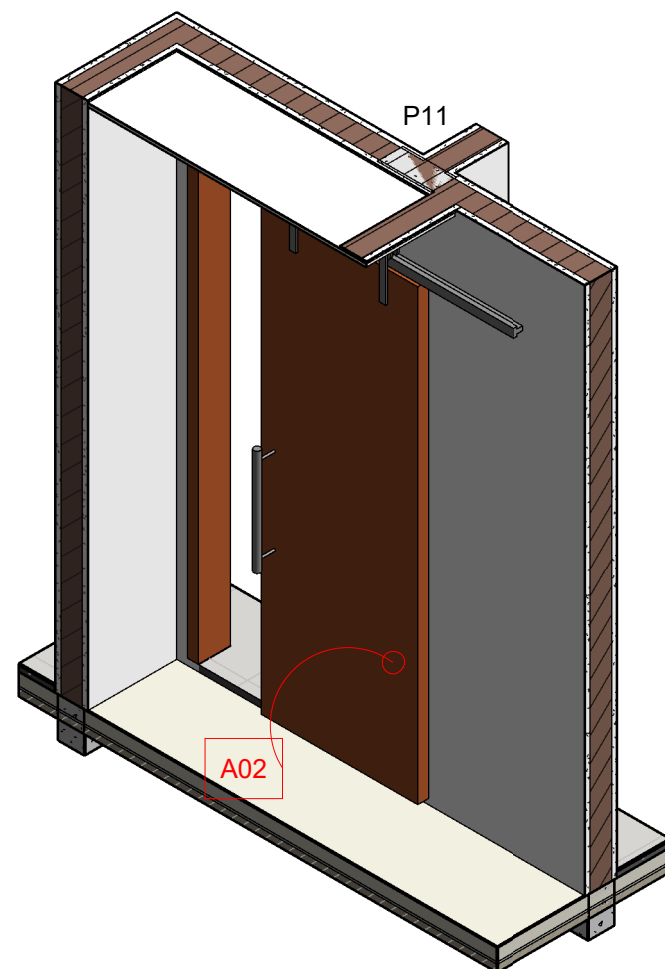
Código	Projetos	Incompatibilidades
A01	Arquitetura x Estrutural	Aumentar a boneca de 10cm para 15cm
A02	Arquitetura x Estrutural	Utilizar porta de correr que não diminua a espessura da parede
A03	Arquitetura x Estrutural	Aumentar a boneca de 10cm para 15cm
A04	Arquitetura x Estrutural	Aumentar a boneca de 10cm para 15cm
A05	Arquitetura x Estrutural	Aumentar espessura da parede para 20cm
A06	Arquitetura x Estrutural	Aumentar a boneca de 10cm para 15cm
A07	Arquitetura x Estrutural	Alinhar eixo central do bloco cerâmico da parede com a viga
A08	Arquitetura x Estrutural	Alinhar eixo central do bloco cerâmico da parede com a viga baldrame
A09	Arquitetura x Estrutural	Alinhar eixo central do bloco cerâmico da parede com a viga baldrame
A10	Arquitetura x Estrutural	Alinhar eixo central do bloco cerâmico da parede com a viga baldrame
A11	Arquitetura x Estrutural	Alinhar eixo central do bloco cerâmico da parede com a viga baldrame
A12	Arquitetura x Estrutural	Alinhar eixo central do bloco cerâmico da parede com a viga
A13	Arquitetura x Estrutural	Alinhar eixo central do bloco cerâmico da parede com a viga
A16	Arquitetura	Representar os níveis no projeto arquitetônico

Apêndice C - Solução das incompatibilidades

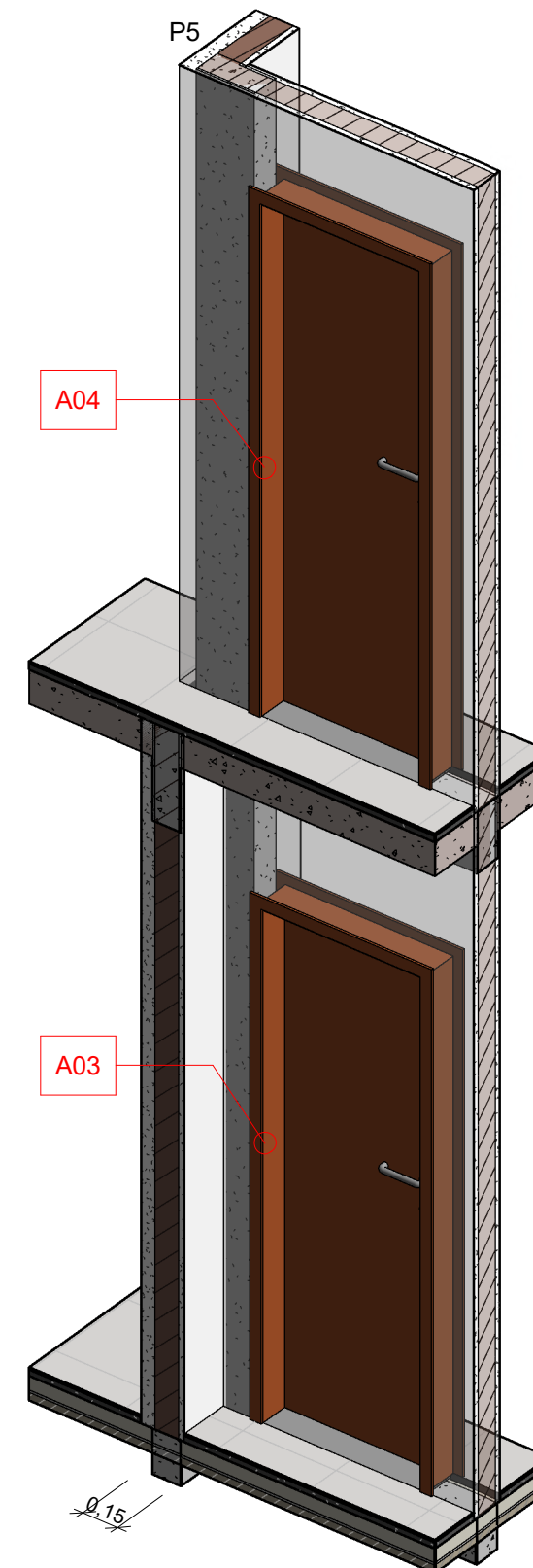
	TÍTULO: ARQx EST - Plantas baixas	
	CLIENTE: -	
	ENDEREÇO: -	
	DATA: 22/01/22	Nº DA PRANCHA 01 / 10
	DESENHISTA: -	
ENGENHEIRO: -		ESCALA: 1 : 50
CREA: -		



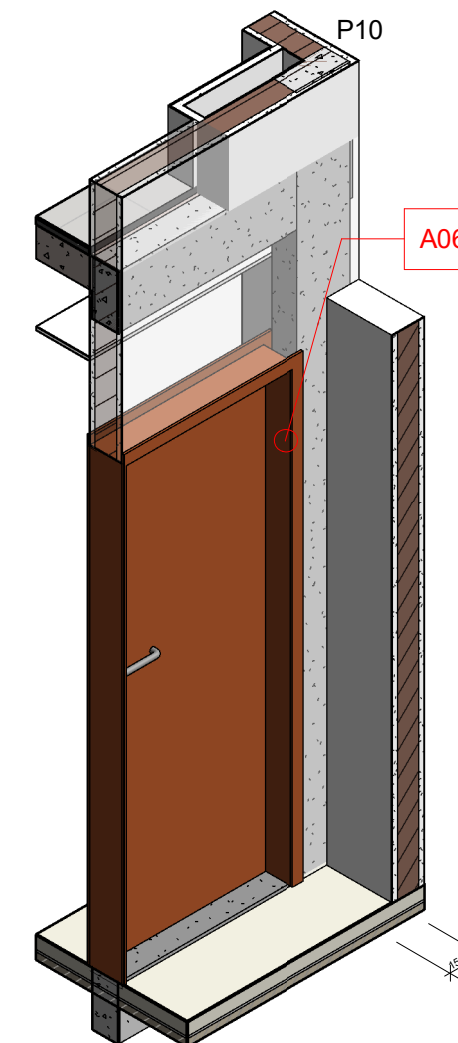
1 3D - Porta/P3
1:25



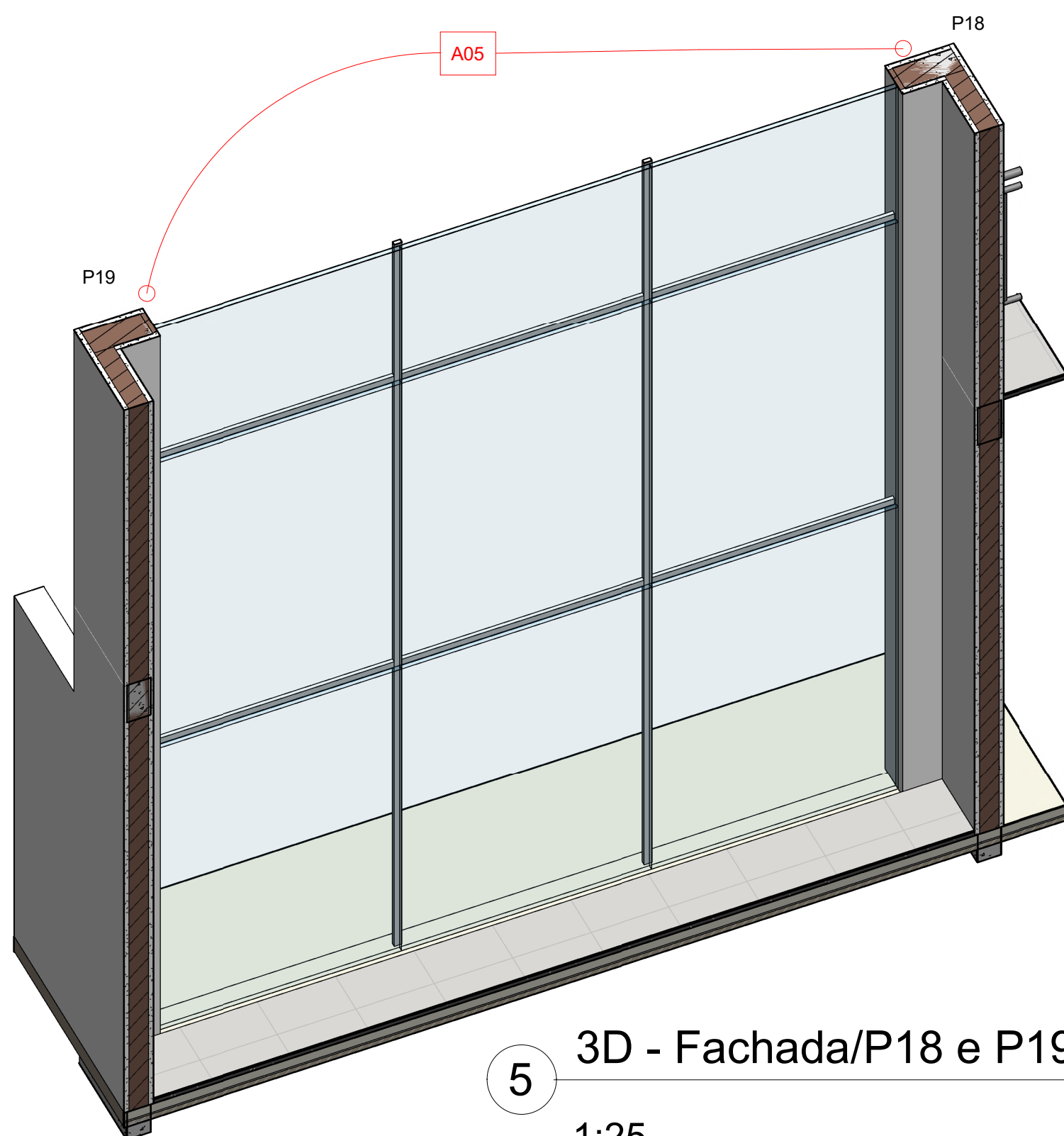
2 3D - Porta de correr/P11
1:25



3 3D - Porta/P5
1:25



4 3D - Porta/P10
1:25

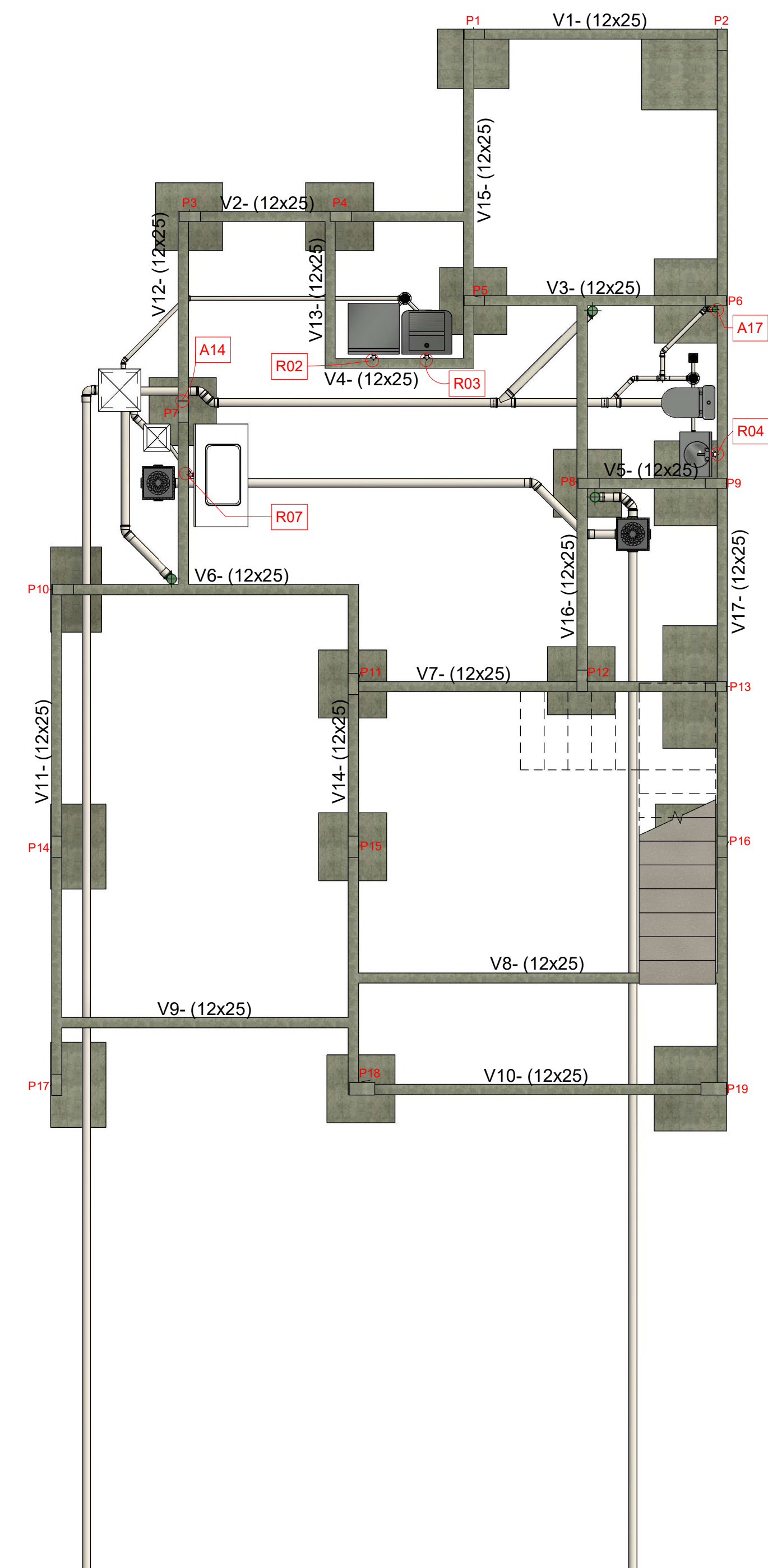


5 3D - Fachada/P18 e P19
1:25

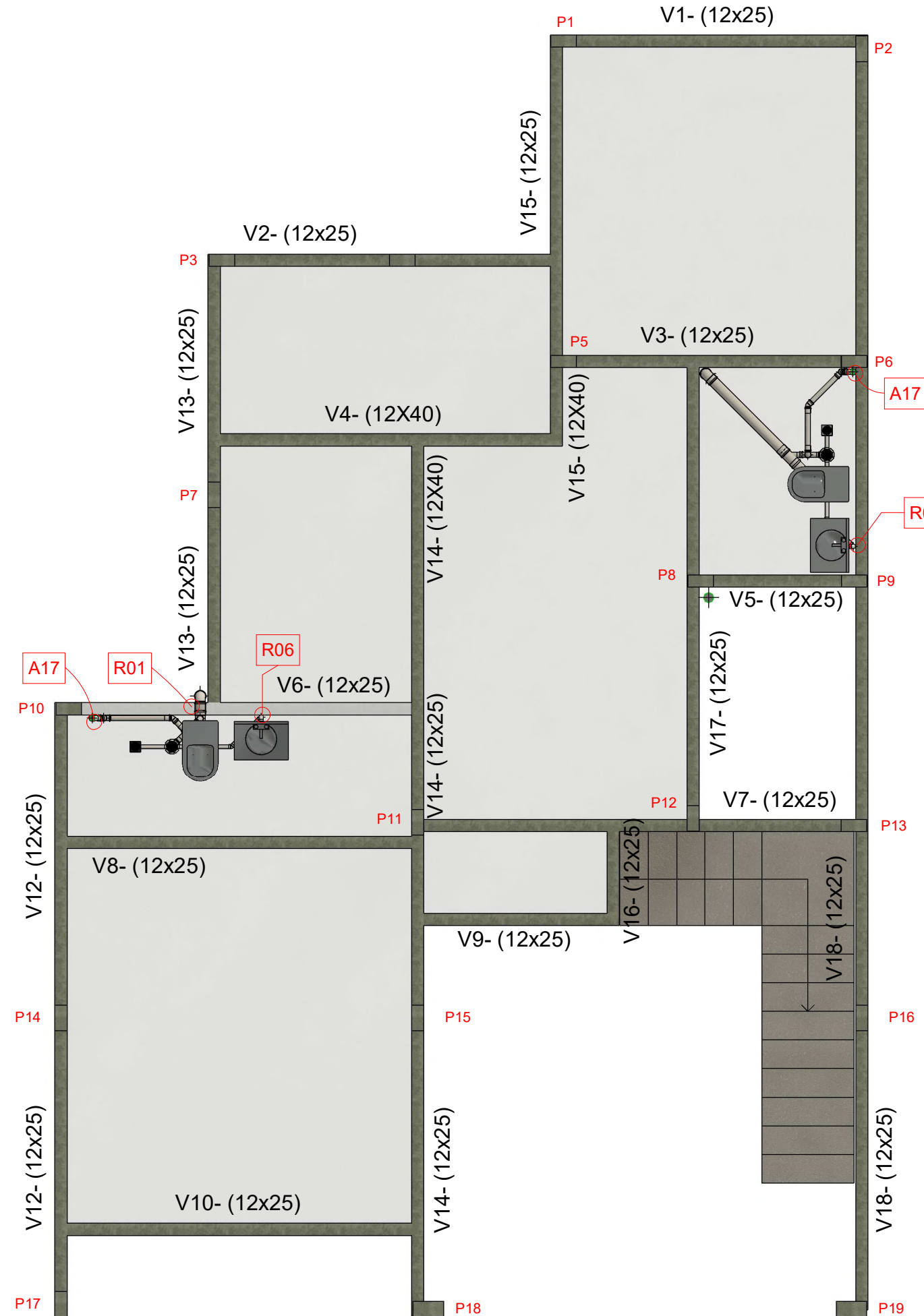
Código	Projetos	Soluções
A01	Arquitetura x Estrutural	Aumentar a boneca de 10cm para 15cm
A02	Arquitetura x Estrutural	Utilizar porta de correr que não diminua a espessura da parede
A03	Arquitetura x Estrutural	Aumentar a boneca de 10cm para 15cm
A04	Arquitetura x Estrutural	Aumentar a boneca de 10cm para 15cm
A05	Arquitetura x Estrutural	Aumentar espessura da parede para 20cm
A06	Arquitetura x Estrutural	Aumentar a boneca de 10cm para 15cm

Apêndice C - Solução das incompatibilidades

	TÍTULO: ARQ x EST - Vistas 3D	
	CLIENTE: -	
	ENDEREÇO: -	
	DATA: 22/01/22	N° DA PRANCHA 02 / 10
	DESENHISTA: -	
ENGENHEIRO: -		
CREA: -		
	ESCALA:	



1 PAV. TÉRREO (Est x San)
1 : 50

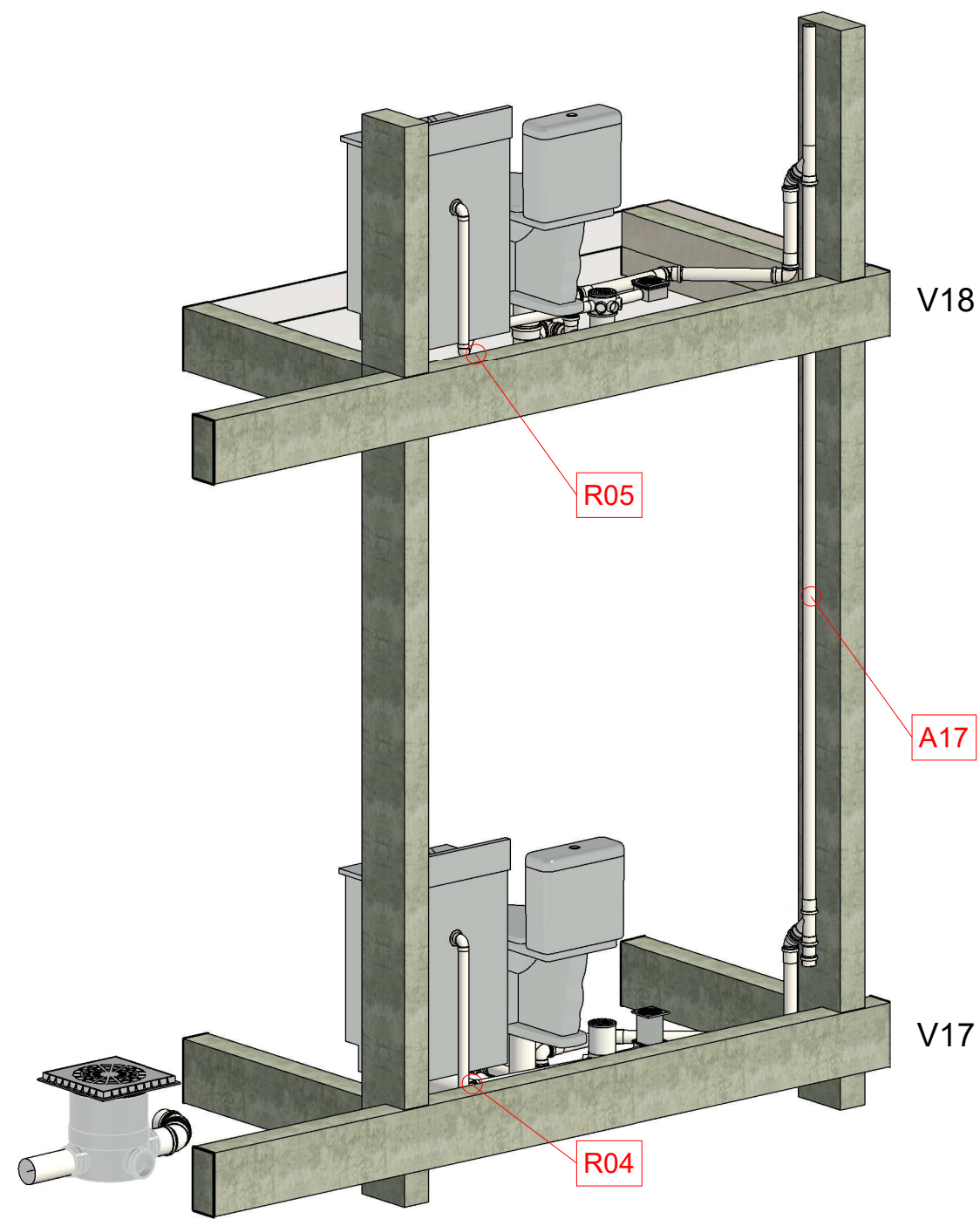


2 1º PAVIMENTO (Est x San)
1 : 50

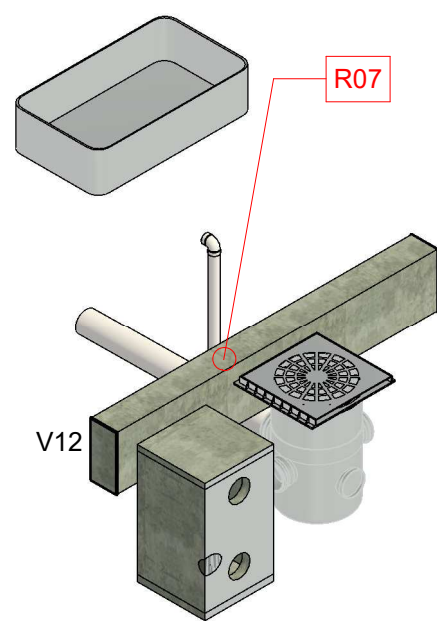
Código	Projetos	Incompatibilidades
A14	Estrutural x Sanitário	Colocar 2 conexões de joelho 45° para desviar do pilar e mover a caixa de inspeção 15cm no sentido sul em relação à residência
A17	Sanitário	Representar e dimensionar as colunas de ventilação no projeto sanitário
R01	Estrutural x Sanitário	Passar a tubulação do vaso por baixo da viga, colocar forro para esconder a tubulação e shaft para o tubo de queda
R02	Estrutural x Sanitário	Aumentar a espessura interna da parede em 3,5cm e passar a tubulação entre o revestimento e a viga
R03	Estrutural x Sanitário	Aumentar a espessura interna da parede em 3,5cm e passar a tubulação entre o revestimento e a viga
R04	Estrutural x Sanitário	Utilizar enchimento na altura e largura do lavatório com 5cm de espessura para passar a tubulação
R05	Estrutural x Sanitário	Utilizar enchimento na altura e largura do lavatório com 5cm de espessura para passar a tubulação
R06	Estrutural x Sanitário	Utilizar enchimento na altura e largura do lavatório com 5cm de espessura para passar a tubulação
R07	Estrutural x Sanitário	Utilizar enchimento na altura e largura da pia com 5cm de espessura e passar a tubulação por debaixo da viga até a caixa de gordura

Apêndice C - Solução das incompatibilidades

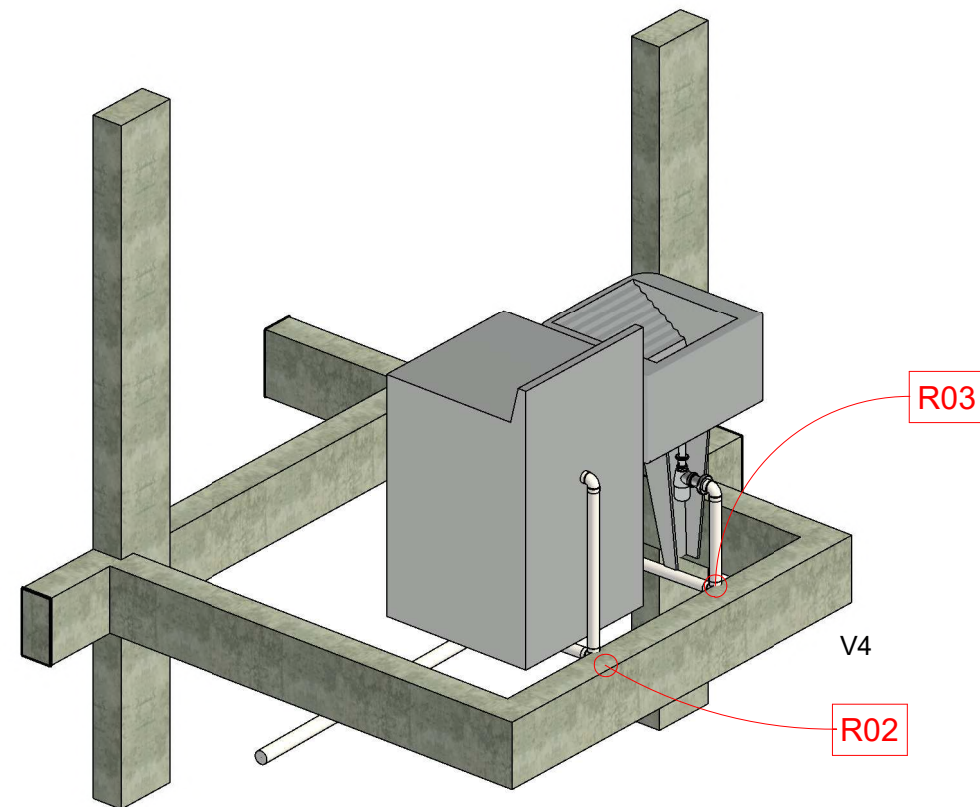
	TÍTULO: EST X SAN - Plantas baixas	
	CLIENTE: -	
	ENDEREÇO: -	
	DATA: 23/01/2022	Nº DA PRANCHA 03 / 10
	DESENHISTA: -	
ENGENHEIRO: -		
CREA: -		ESCALA: 1 : 50



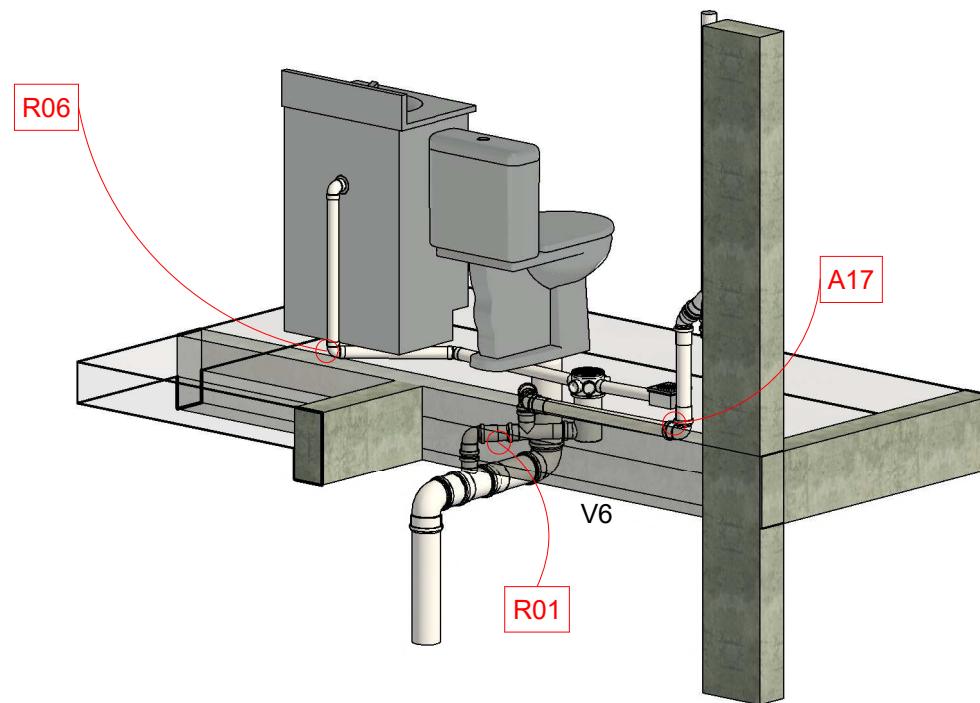
1 3D - WC sociais (San)
1:25



3 3D - Cozinha (San)
1:25



2 3D - Área de Serviço (San)
1:25

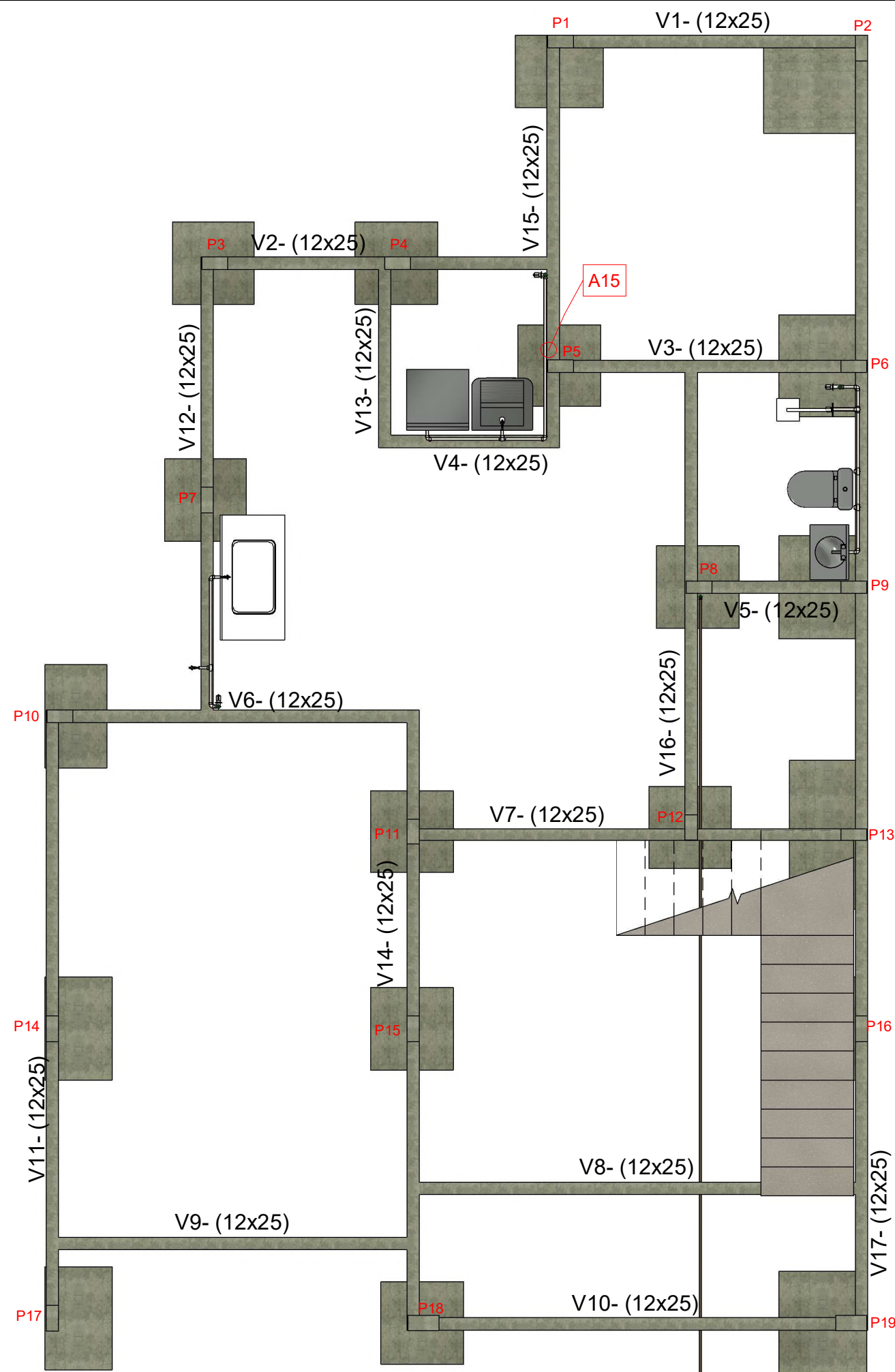


4 3D - Suíte (San)
1:25

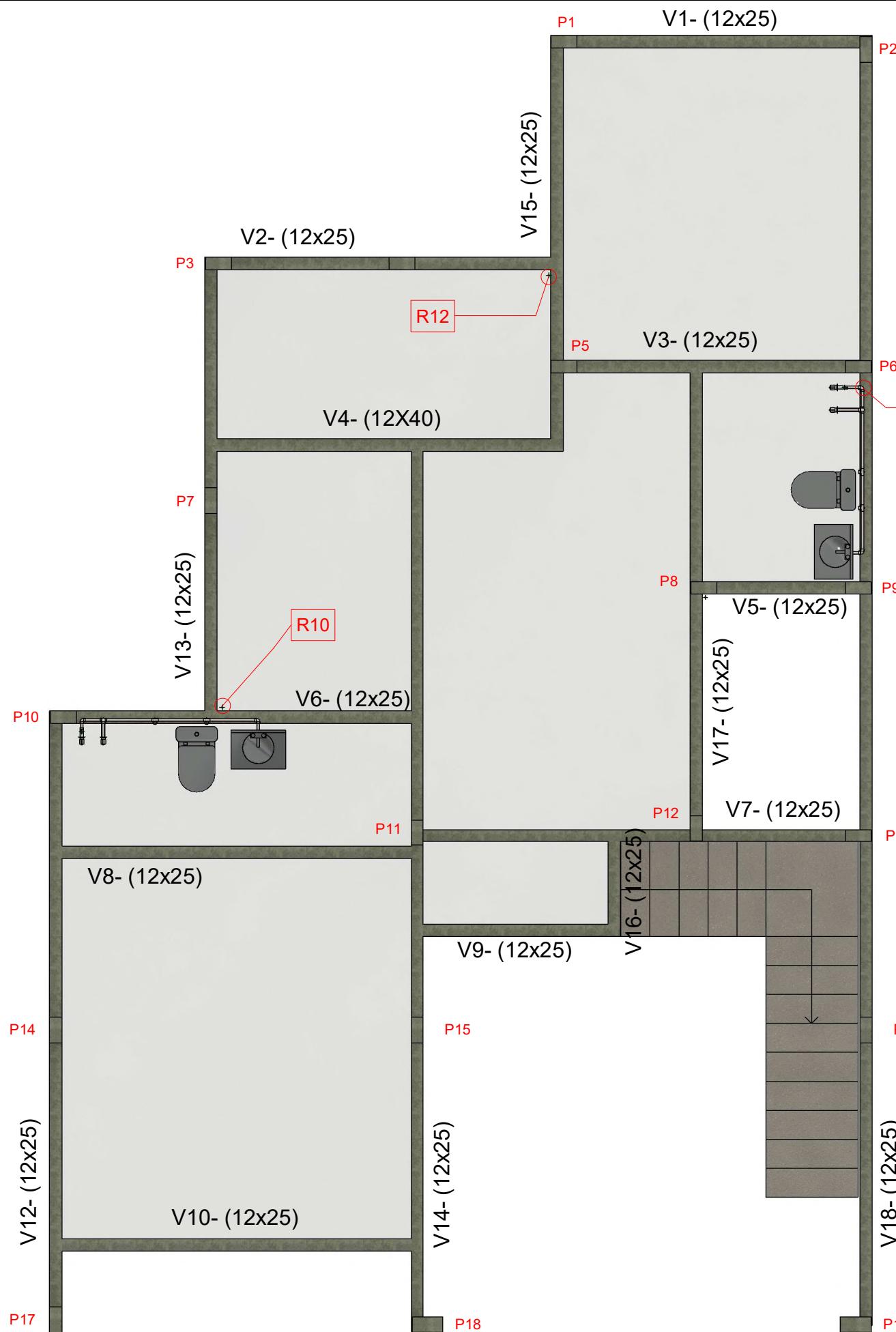
Código	Projetos	Incompatibilidades
A14	Estrutural x Sanitário	Colocar 2 conexões de joelho 45° para desviar do pilar e mover a caixa de inspeção 15cm no sentido sul em relação à residência
A17	Sanitário	Representar e dimensionar as colunas de ventilação no projeto sanitário
R01	Estrutural x Sanitário	Passar a tubulação do vaso por baixo da viga, colocar forro para esconder a tubulação e shaft para o tubo de queda
R02	Estrutural x Sanitário	Aumentar a espessura interna da parede em 3,5cm e passar a tubulação entre o revestimento e a viga
R03	Estrutural x Sanitário	Aumentar a espessura interna da parede em 3,5cm e passar a tubulação entre o revestimento e a viga
R04	Estrutural x Sanitário	Utilizar enchimento na altura e largura do lavatório com 5cm de espessura para passar a tubulação
R05	Estrutural x Sanitário	Utilizar enchimento na altura e largura do lavatório com 5cm de espessura para passar a tubulação
R06	Estrutural x Sanitário	Utilizar enchimento na altura e largura do lavatório com 5cm de espessura para passar a tubulação
R07	Estrutural x Sanitário	Utilizar enchimento na altura e largura da pia com 5cm de espessura e passar a tubulação por debaixo da viga até a caixa de gordura

Apêndice C - Solução das incompatibilidades

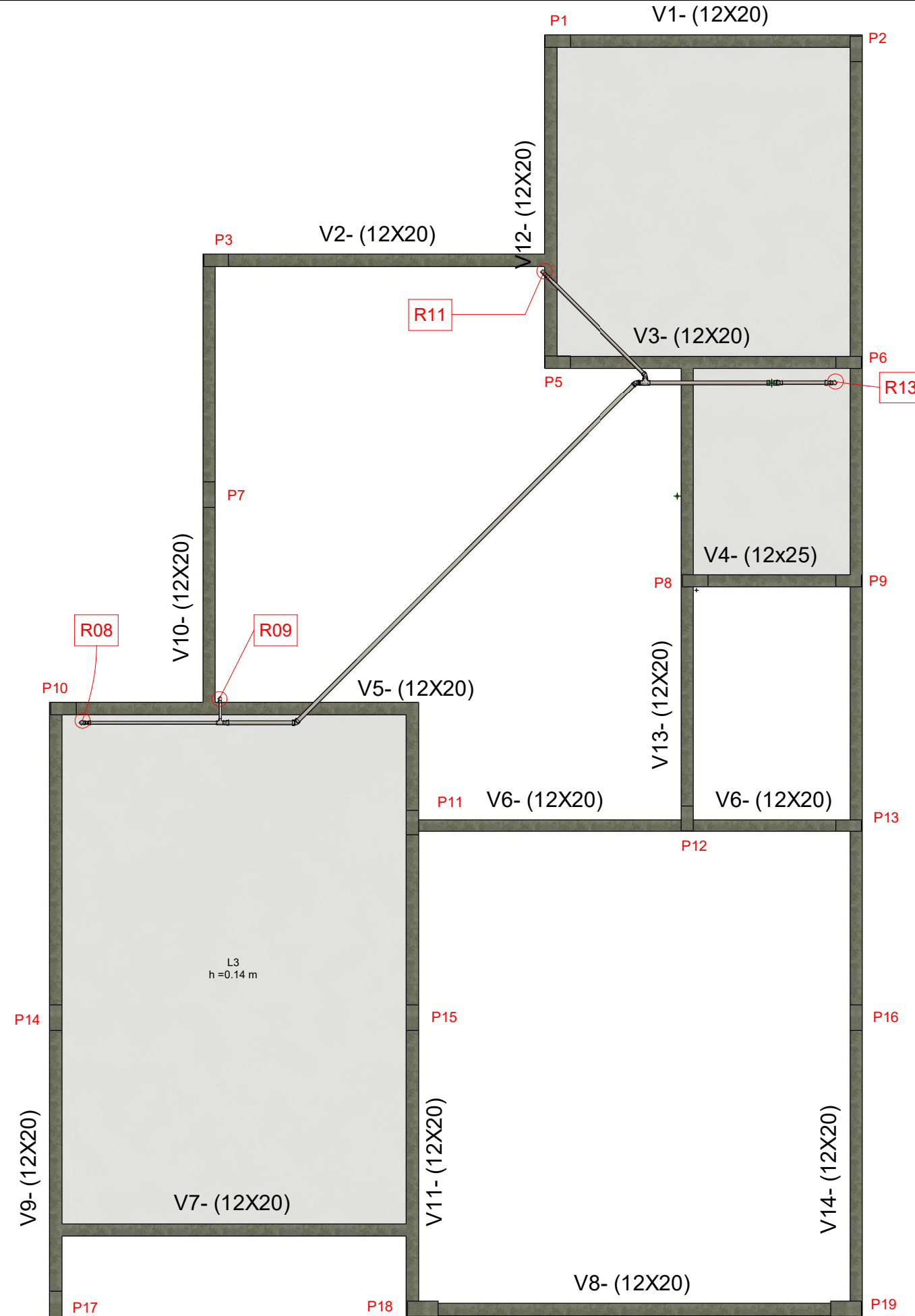
	TÍTULO: EST X SAN - Vistas 3D	N° DA PRANCHA 04 / 10
	CLIENTE: -	
	ENDEREÇO: -	
	DATA: 23/01/2022	
ENGENHEIRO: -	DESENHISTA: -	ESCALA:
	CREA: -	



1 PAV. TÉRREO (Est x Hid)
1 : 50



2 1º Pav. (Est x Hid)
1 : 50

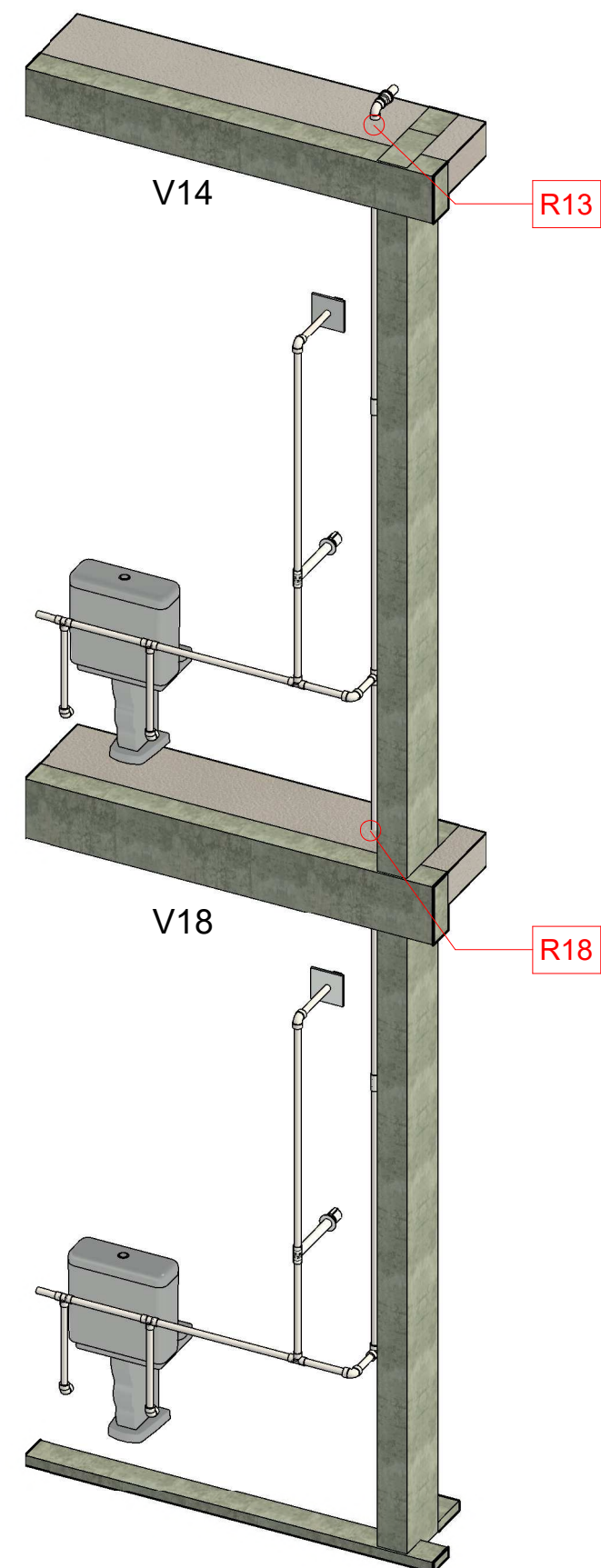


3 Cobertura (Hid)
1 : 50

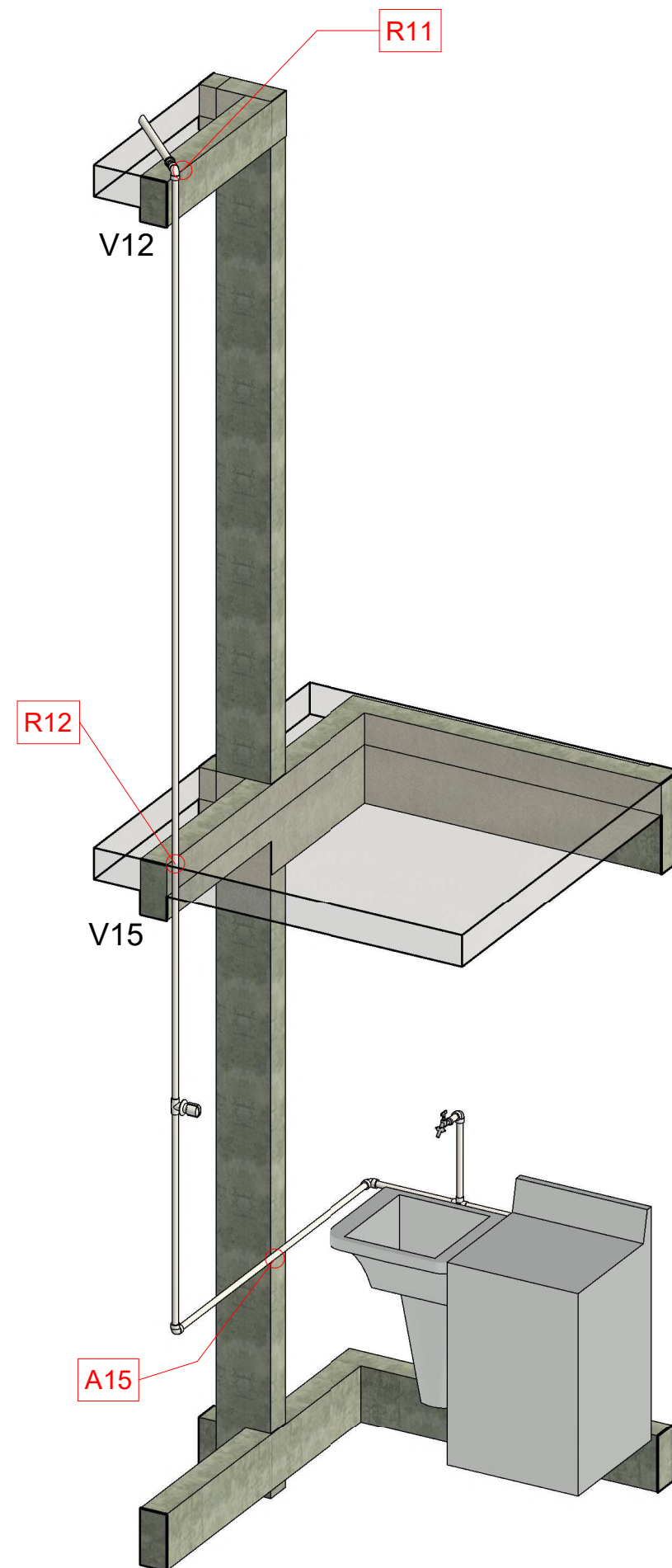
Código	Projetos	Soluções
A15	Estrutural x Hidráulico	Aumentar o reboco do lado interno da área de serviço em 1,7cm e passar a tubulação entre o revestimento e o pilar
R08	Estrutural x Hidráulico	Utilizar 2 joelhos de 90° para desviar a tubulação vertical da viga e adição de shaft na parede de dentro da área do chuveiro
R09	Estrutural x Hidráulico	Usar shaft para passar a tubulação sem a necessidade de furar viga
R10	Estrutural x Hidráulico	Retirar a tubulação da parede que fica entre a garagem e a cozinha; recuar o joelho que interligava as paredes em 6cm; utilizar 1 joelho de 90° para a subida da tubulação vertical sem furar a viga; usar shaft que deixe o registro aparente
R11	Estrutural x Hidráulico	Com o deslocamento da tubulação na solução A15 em 2,5cm para o lado interno da área de serviço, a tubulação vertical não fura a viga e será deslocada para o canto superior direito (referente à vista da planta) do ambiente
R12	Estrutural x Hidráulico	Com o deslocamento da tubulação na solução A15 em 2,5cm para o lado interno da área de serviço, a tubulação vertical não fura a viga e será deslocada para o canto superior direito (referente à vista da planta) do ambiente
R13	Estrutural x Hidráulico	Utilizar 2 joelhos de 90° para desviar a tubulação vertical da viga e adição de shaft na parede de dentro da área do chuveiro
R14	Estrutural x Hidráulico	Utilizar 2 joelhos de 90° para desviar a tubulação vertical da viga e adição de shaft na parede de dentro da área do chuveiro

Apêndice C - Solução das incompatibilidades

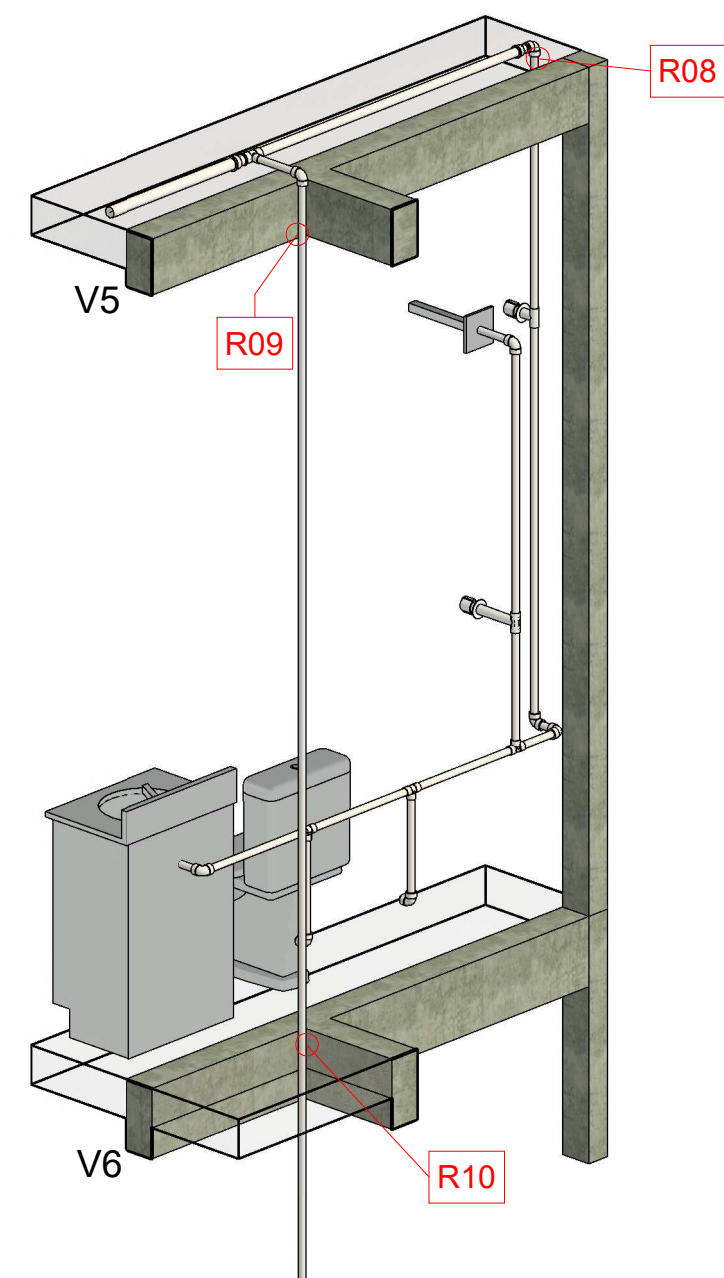
	TÍTULO: EST X HID - Plantas baixas		N° DA PRANCHA 05 / 10
	CLIENTE: -		
	ENDEREÇO: -		
	DATA: 23/01/2022		
	DESENHISTA: -		
ENGENHEIRO: -			ESCALA: 1 : 50
CREA: -			



1 3D - WC Sociais (Hid)
1:25



2 3D-Área de Serv. (Hid)
1:25

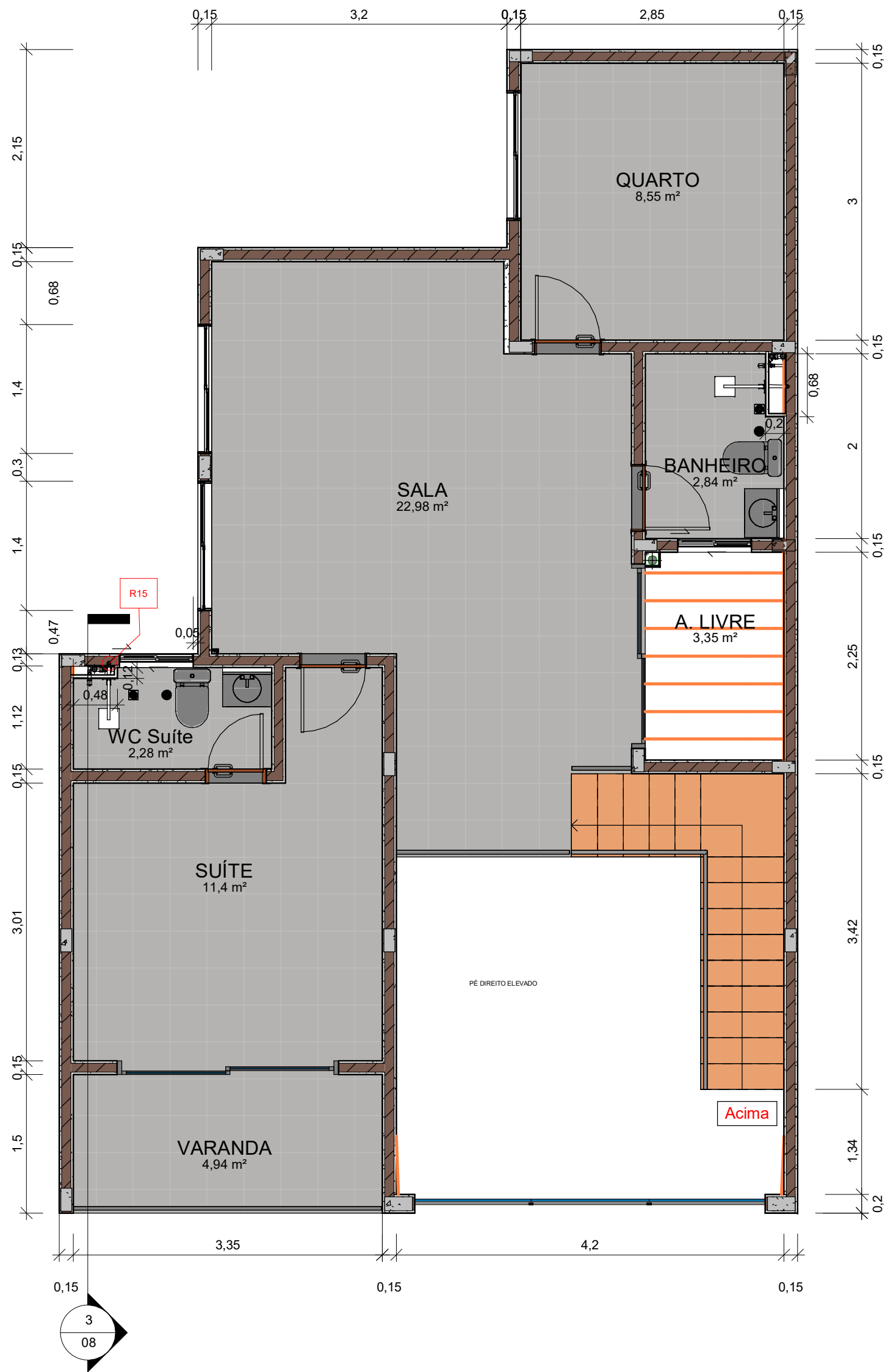


3 3D - Suíte/Cozinha (Hid)
1:25

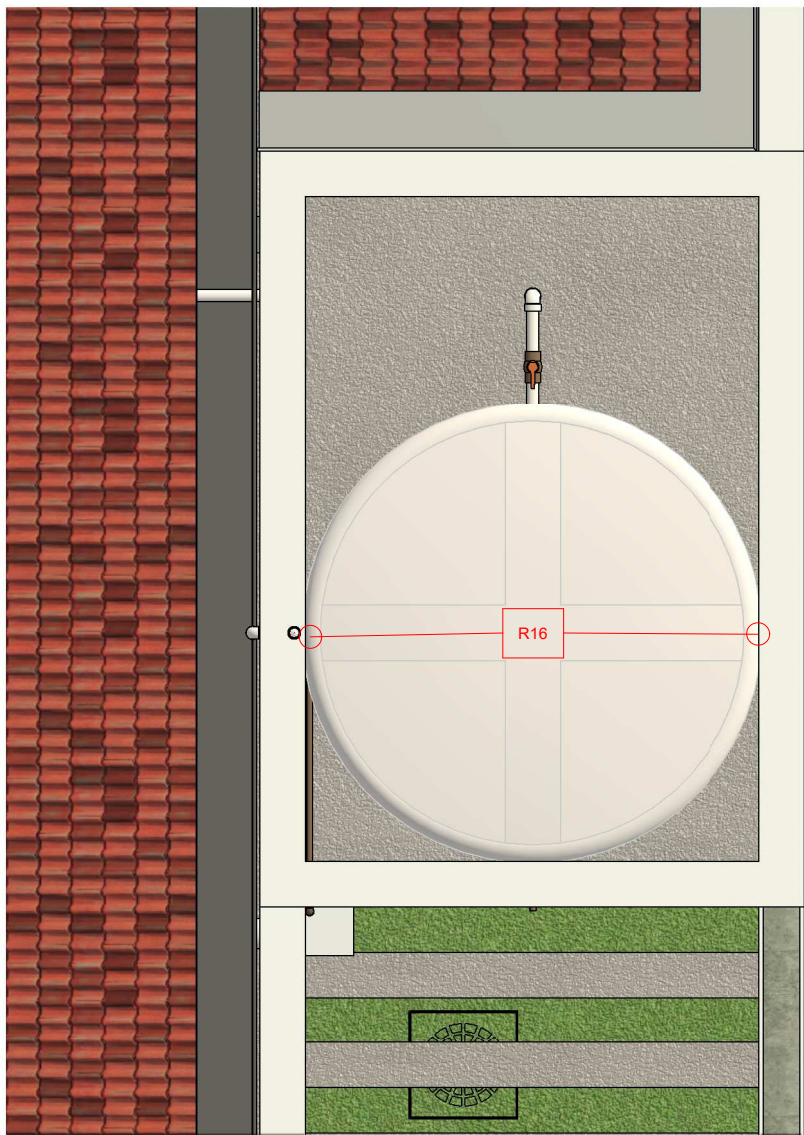
Código	Projetos	Soluções
A15	Estrutural x Hidráulico	Aumentar o reboco do lado interno da área de serviço em 1,7cm e passar a tubulação entre o revestimento e o pilar
R08	Estrutural x Hidráulico	Utilizar 2 joelhos de 90° para desviar a tubulação vertical da viga e adição de shaft na parede de dentro da área do chuveiro
R09	Estrutural x Hidráulico	Usar shaft para passar a tubulação sem a necessidade de furar viga
R10	Estrutural x Hidráulico	Retirar a tubulação da parede que fica entre a garagem e a cozinha; recuar o joelho que interligava as paredes em 6cm; utilizar 1 joelho de 90° para a subida da tubulação vertical sem furar a viga; usar shaft que deixe o registro aparente
R11	Estrutural x Hidráulico	Com o deslocamento da tubulação na solução A15 em 2,5cm para o lado interno da área de serviço, a tubulação vertical não fura a viga e será deslocada para o canto superior direito (referente à vista da planta) do ambiente
R12	Estrutural x Hidráulico	Com o deslocamento da tubulação na solução A15 em 2,5cm para o lado interno da área de serviço, a tubulação vertical não fura a viga e será deslocada para o canto superior direito (referente à vista da planta) do ambiente
R13	Estrutural x Hidráulico	Utilizar 2 joelhos de 90° para desviar a tubulação vertical da viga e adição de shaft na parede de dentro da área do chuveiro
R14	Estrutural x Hidráulico	Utilizar 2 joelhos de 90° para desviar a tubulação vertical da viga e adição de shaft na parede de dentro da área do chuveiro

Apêndice C - Solução das incompatibilidades

	TÍTULO: EST X HID - Vistas 3D	
	CLIENTE: -	
	ENDEREÇO: -	
	DATA: 23/01/2022	N° DA PRANCHA 06 / 10
	DESENHISTA: -	
ENGENHEIRO: -	ESCALA:	
CREA: -		



1 1º Pavimento (Arq x Hid)
1 : 50

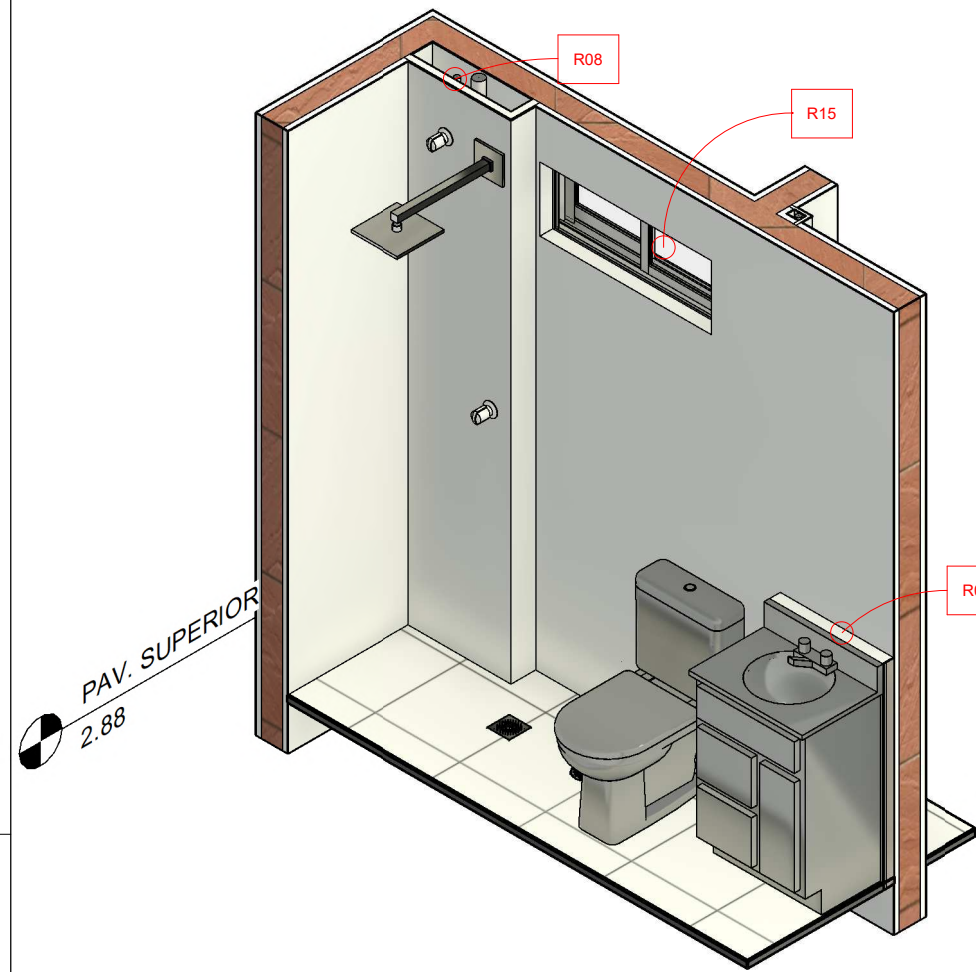


2 3D - Cobertura - (Arq x Hid)
1:25

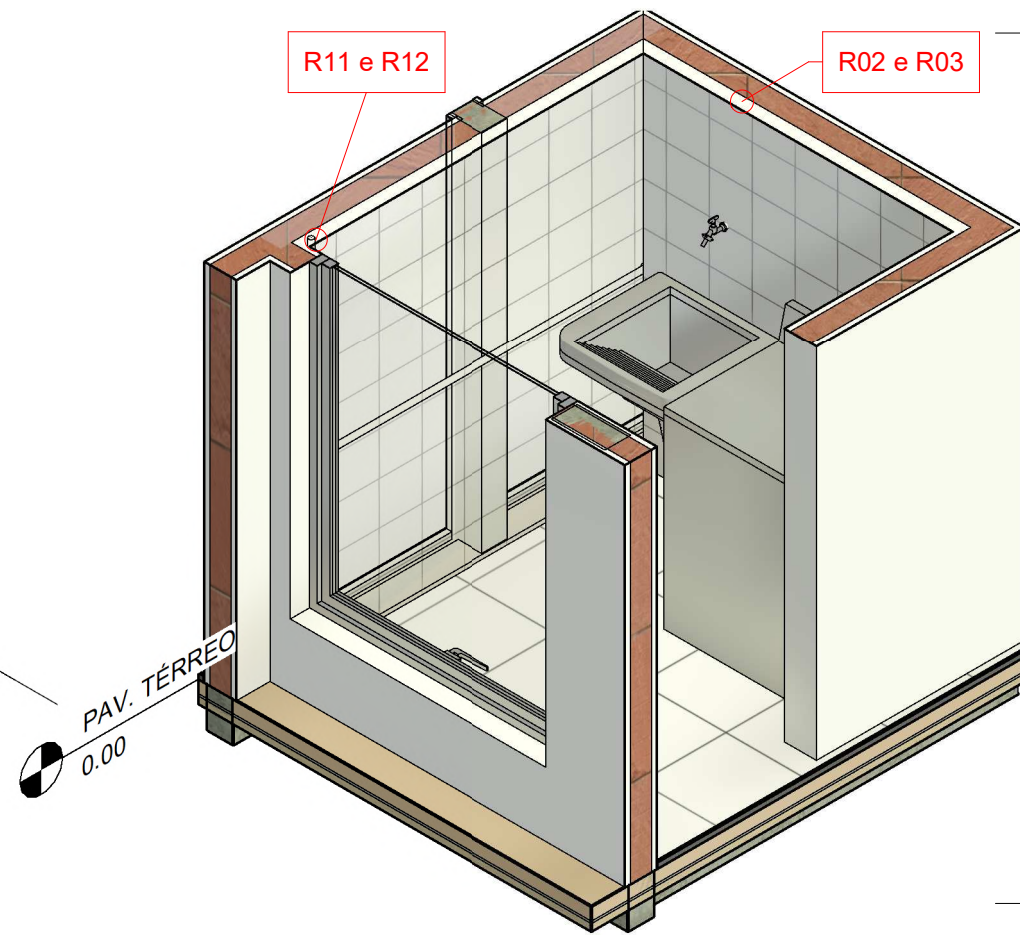
Código	Projetos	Soluções
R15	Arquitetura x Hidráulico	Mover o basculante na direção do meio da parede, deixando uma boneca de 5cm da parede perpendicular
R16	Arquitetura x Hidráulico	Escolher caixa d'água com diâmetro total menor que 1,5m

Apêndice C - Solução das incompatibilidades

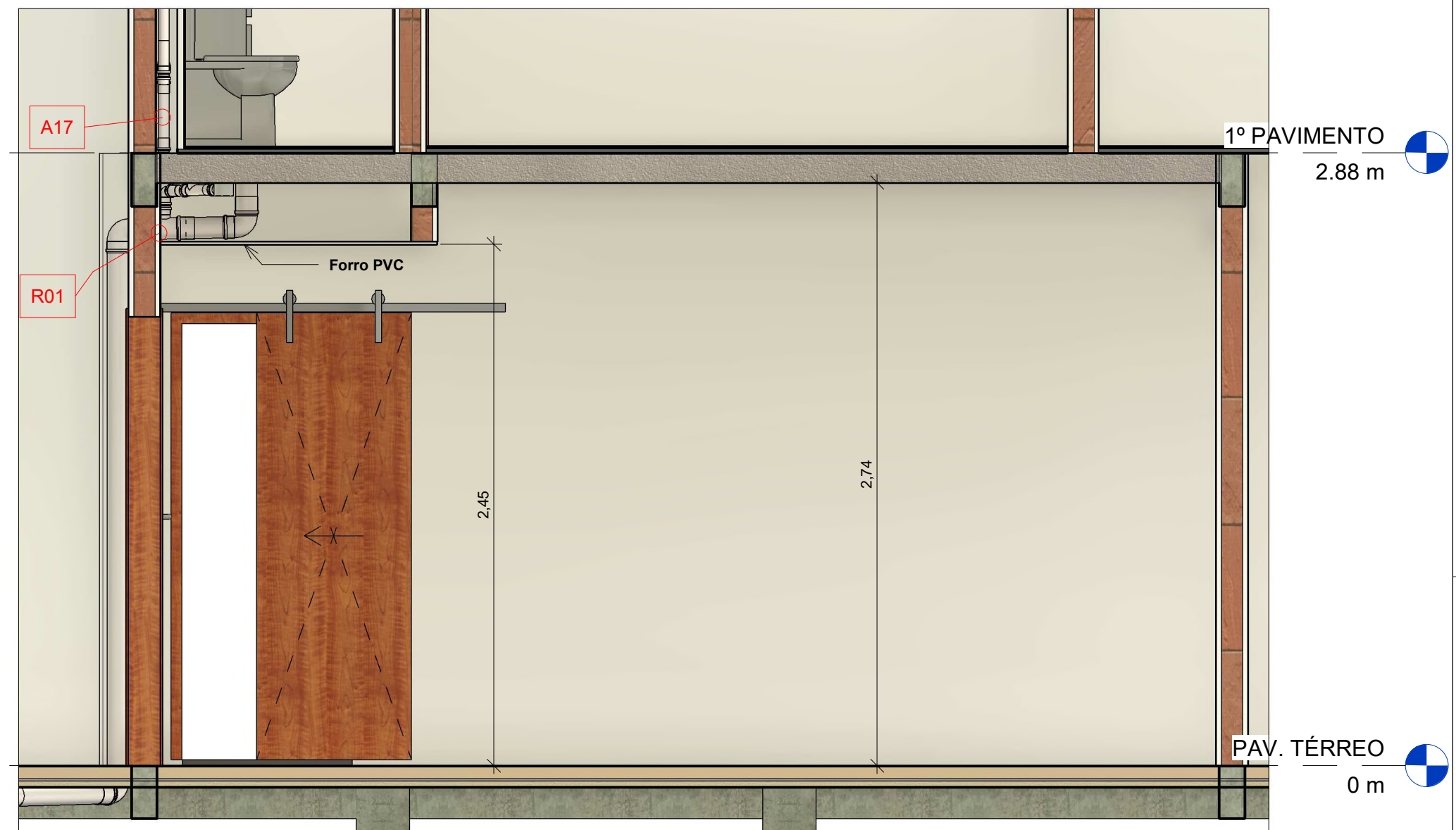
	TÍTULO: ARQ x HID	
	CLIENTE: -	
	ENDEREÇO: -	
	DATA: 22/01/22	N° DA PRANCHA 07 / 10
	DESENHISTA: -	
ENGENHEIRO: -		ESCALA: 1 : 50
CREA: -		



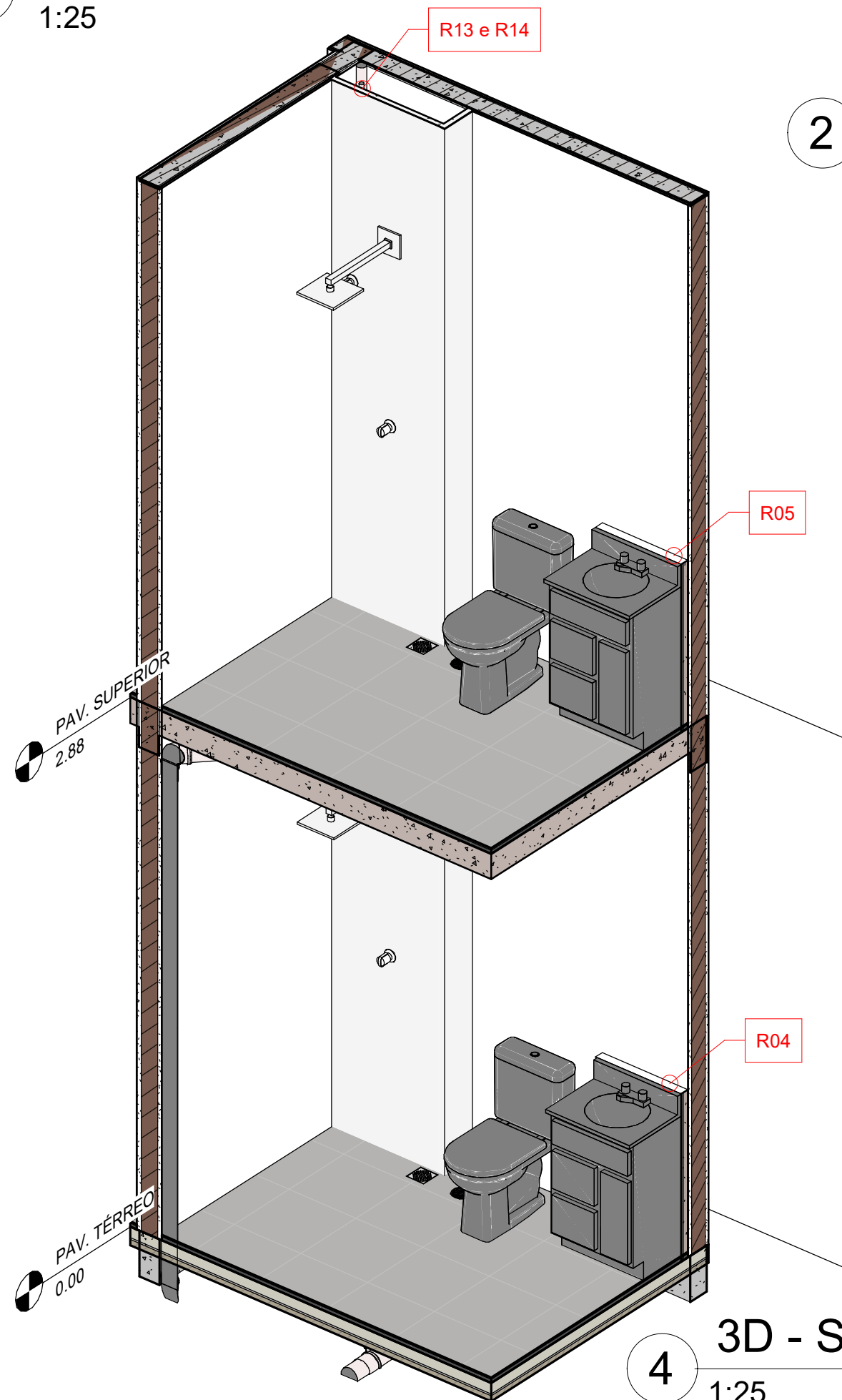
1 3D - Suíte
1:25



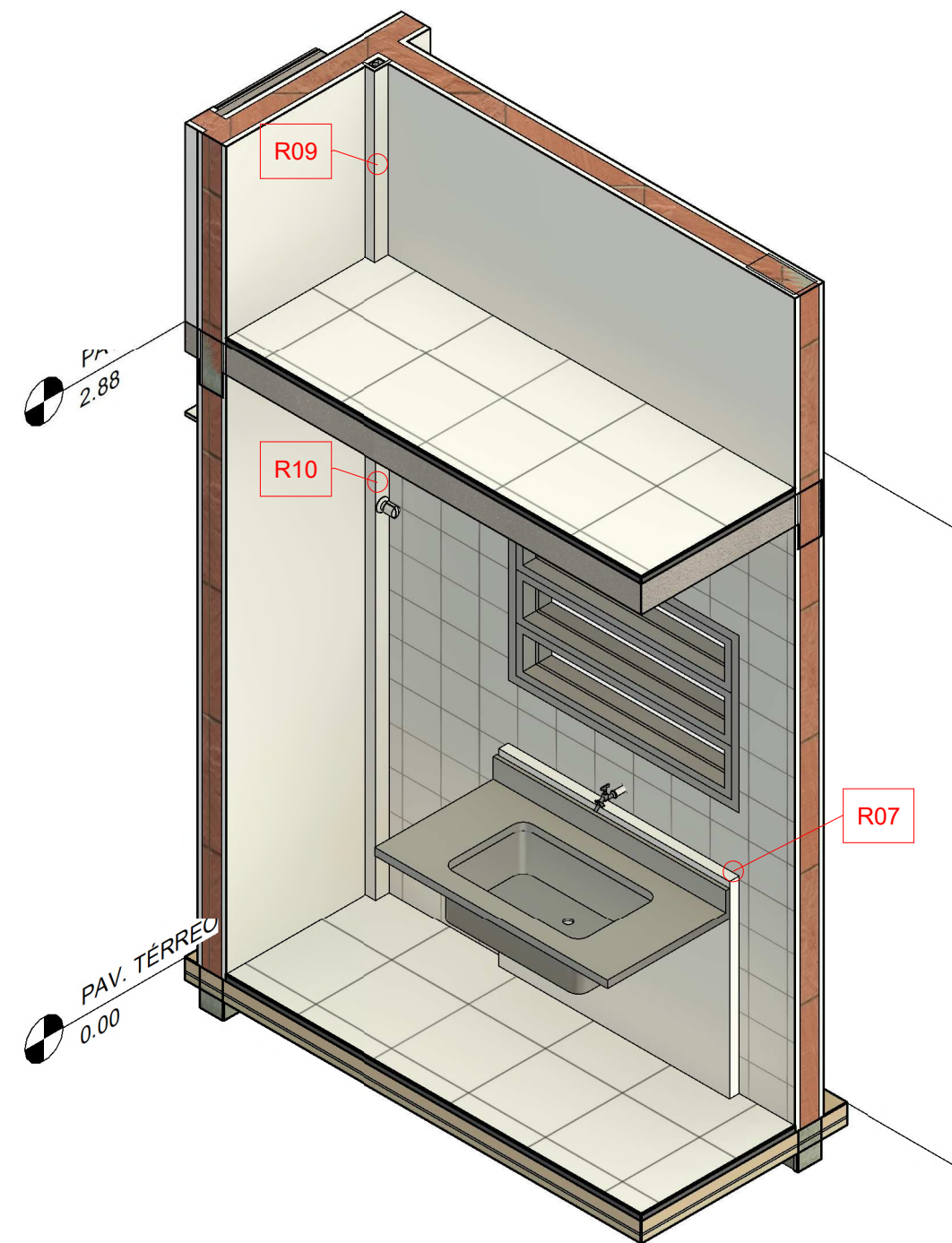
2 3D - Área de Serviço
1:25



3 Corte - Garagem
1 : 25



4 3D - Sociais
1:25

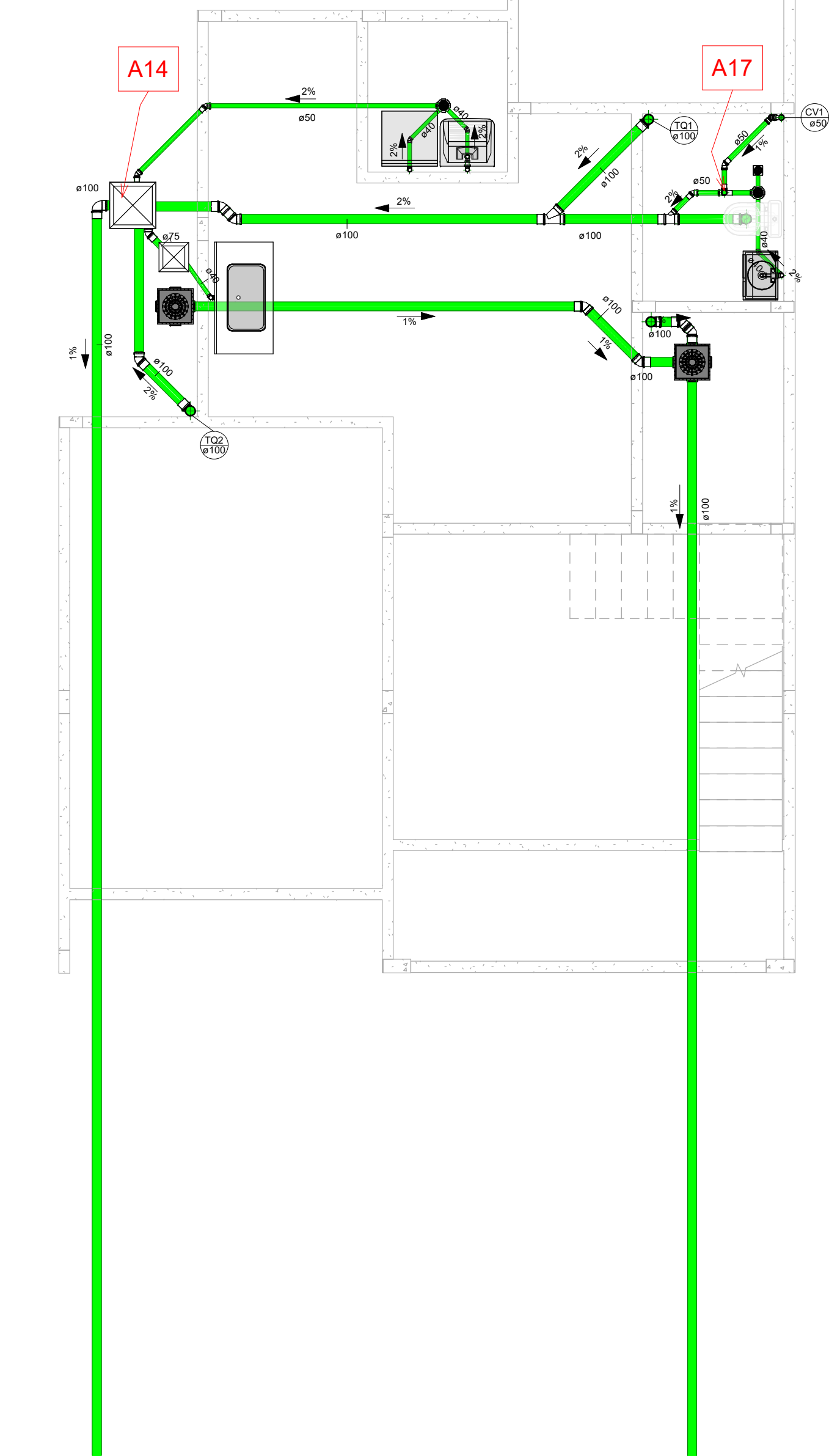


5 3D - Cozinha
1:25

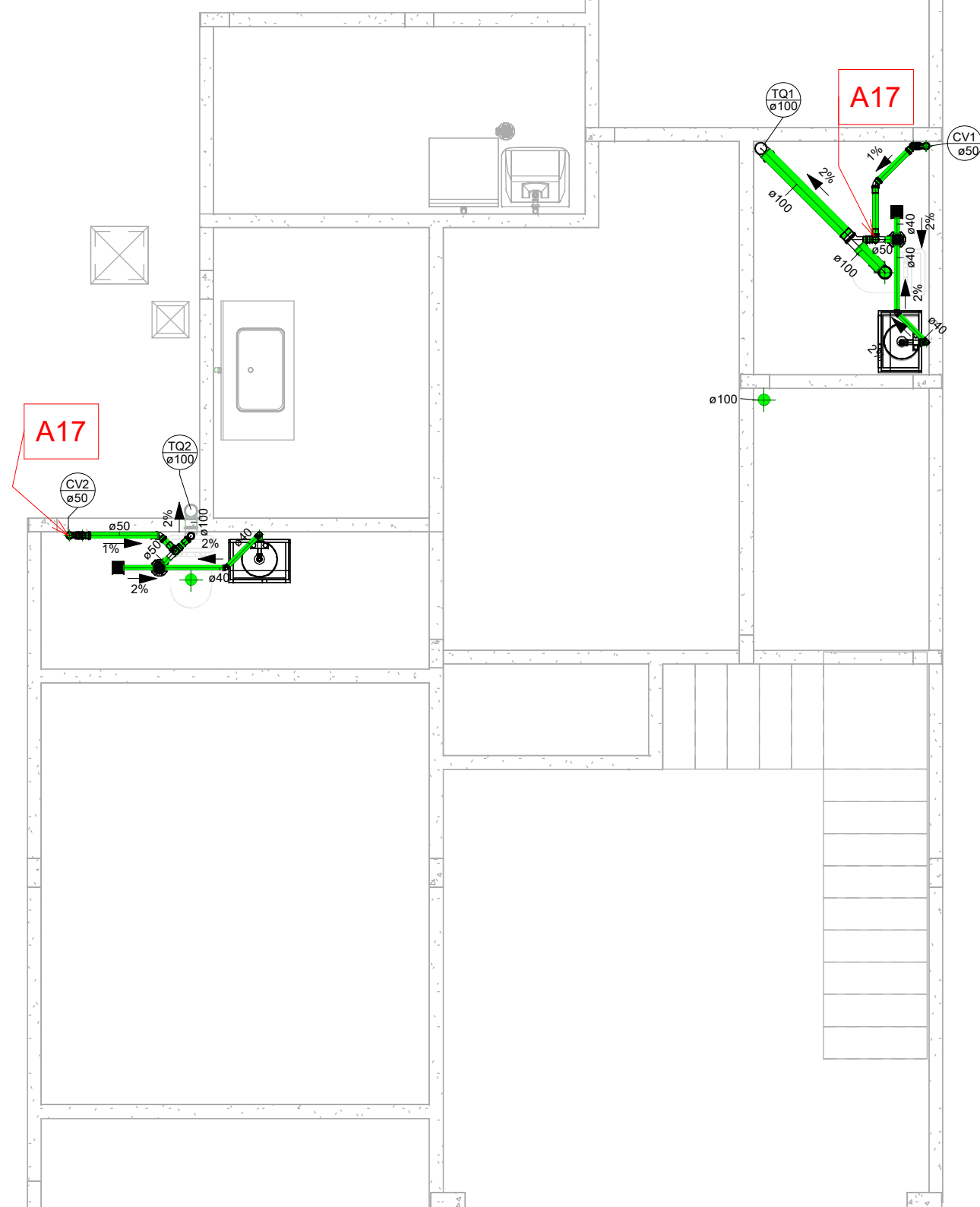
Código	Projetos	Soluções
A17	Estrutural x Sanitário	Representar e dimensionar as colunas de ventilação no projeto sanitário
R01	Estrutural x Sanitário	Passar a tubulação do vaso por baixo da viga, colocar forro para esconder a tubulação e shaft para o tubo de queda
R02	Estrutural x Sanitário	Aumentar a espessura interna da parede em 3,5cm e passar a tubulação entre o revestimento e a viga
R03	Estrutural x Sanitário	Aumentar a espessura interna da parede em 3,5cm e passar a tubulação entre o revestimento e a viga
R04	Estrutural x Sanitário	Utilizar enchimento na altura e largura do lavatório com 5cm de espessura para passar a tubulação
R05	Estrutural x Sanitário	Utilizar enchimento na altura e largura do lavatório com 5cm de espessura para passar a tubulação
R06	Estrutural x Sanitário	Utilizar enchimento na altura e largura do lavatório com 5cm de espessura para passar a tubulação
R07	Estrutural x Sanitário	Utilizar enchimento na altura e largura da pia com 5cm de espessura e passar a tubulação por debaixo da viga até a caixa de gordura
R08	Estrutural x Sanitário	Passar por baixo da viga e colocar forro para esconder a tubulação
R09	Estrutural x Sanitário	Aumentar a espessura interna da parede em 3,5cm e passar a tubulação entre o revestimento e a viga
R10	Estrutural x Sanitário	Aumentar a espessura interna da parede em 3,5cm e passar a tubulação entre o revestimento e a viga
R11	Estrutural x Sanitário	Utilizar enchimento na altura e largura do lavatório com 5cm de espessura para passar a tubulação
R12	Estrutural x Sanitário	Utilizar enchimento na altura e largura do lavatório com 5cm de espessura para passar a tubulação
R13	Estrutural x Sanitário	Utilizar enchimento na altura e largura do lavatório com 5cm de espessura para passar a tubulação
R14	Estrutural x Sanitário	Utilizar enchimento na altura e largura da pia com 5cm de espessura e passar a tubulação por debaixo da viga até a caixa de gordura
R15	Arquitetura x Hidráulico	Mover o basculante na direção do meio da parede, deixando uma boneca de 5cm da parede perpendicular

Apêndice C - Solução das incompatibilidades

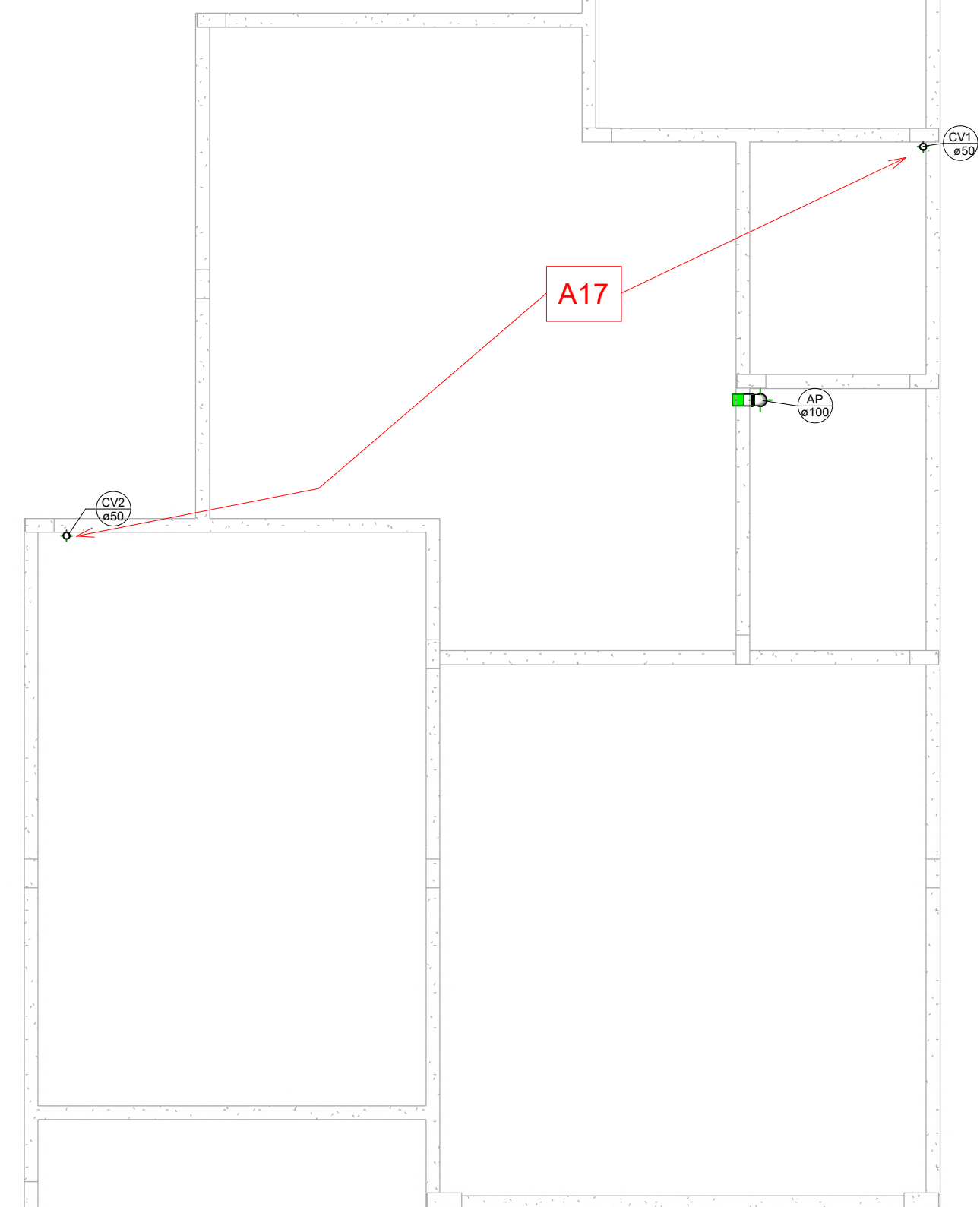
	TÍTULO: DETALHES - Shafts e enchimentos	
	CLIENTE: -	
	ENDEREÇO: -	
	DATA: 22/01/22	N° DA PRANCHA 08 / 10
	DESENHISTA: -	
ENGENHEIRO: -		
CREA: -	ESCALA: 1 : 25	



1 PAV. TÉRREO
1 : 50



2 PAV. SUPERIOR
1 : 50

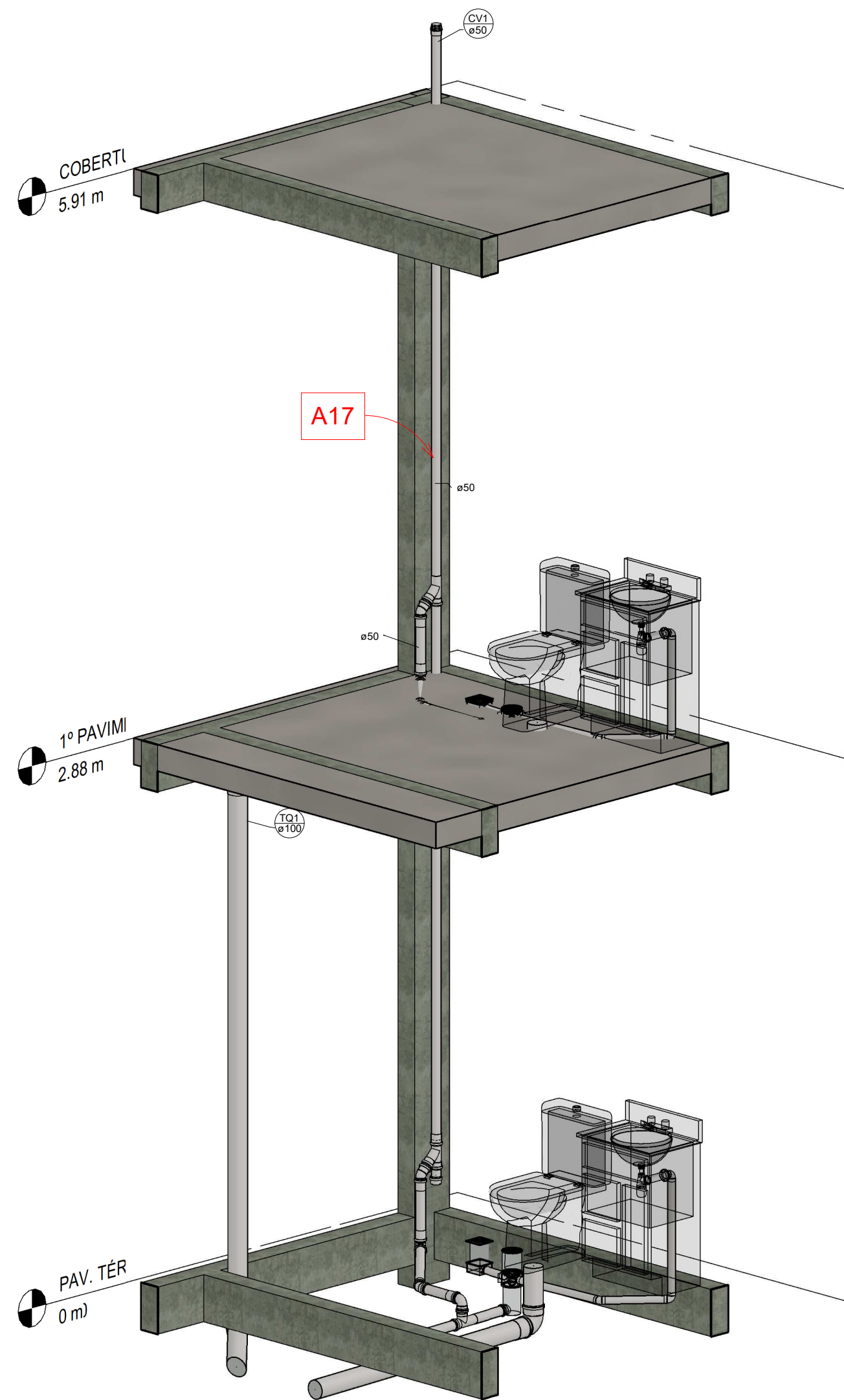


3 COBERTURA
1 : 50

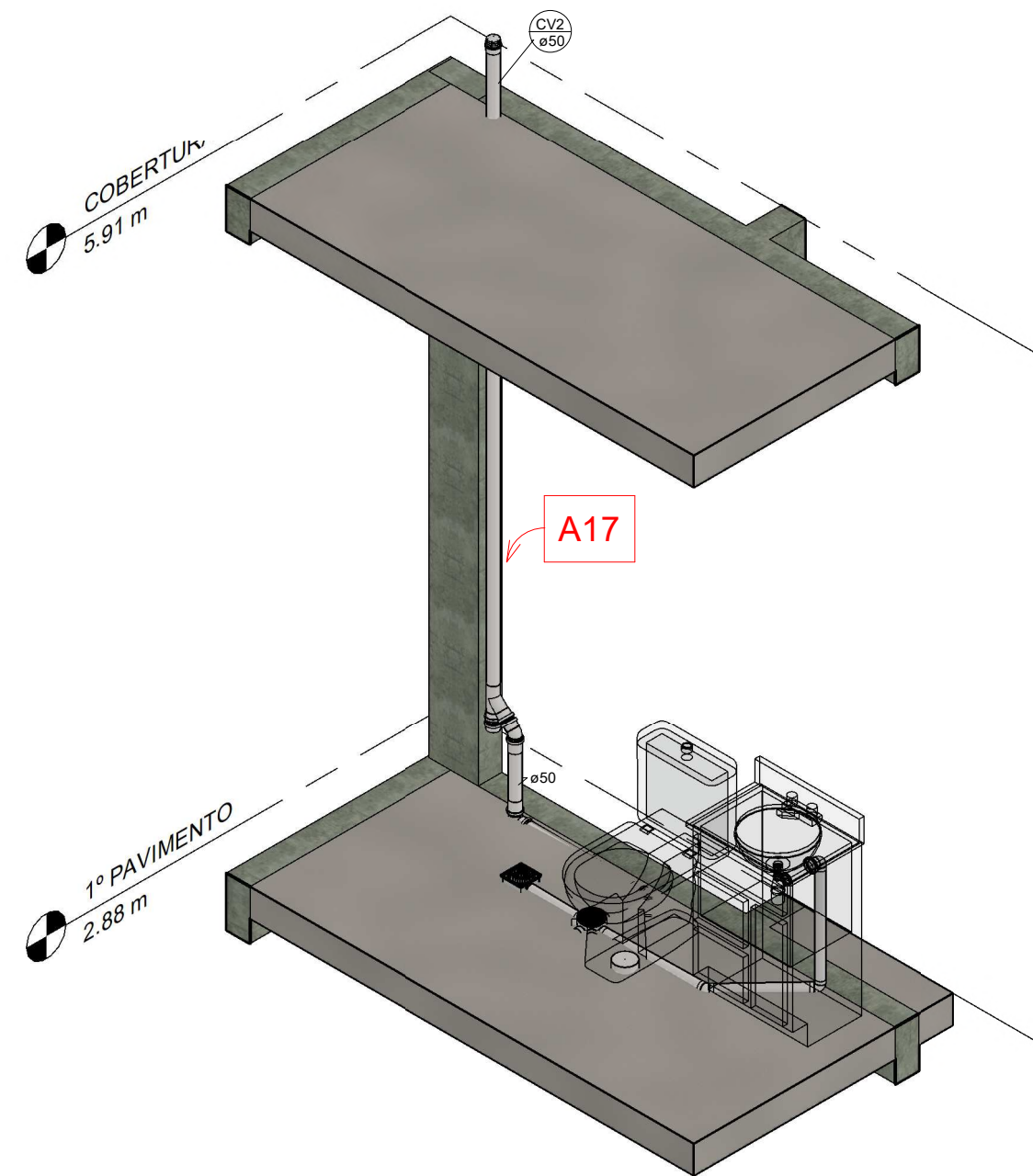
Código	Projetos	Incompatibilidades
A14	Estrutural x Sanitário	Colocar 2 conexões de joelho 45° para desviar do pilar e mover a caixa de inspeção 15cm no sentido sul em relação à residência
A17	Sanitário	Representar e dimensionar as colunas de ventilação no projeto sanitário

Apêndice C - Solução das incompatibilidades

	TÍTULO: SANITÁRIO - Plantas baixas	
	CLIENTE: -	
	ENDEREÇO: -	
	DATA: 23/01/22	N° DA PRANCHA 09 / 10
	DESENHISTA: -	
ENGENHEIRO: -		ESCALA: 1 : 50
CREA: -		



1 3D - WC's sociais
1:25



2 3D - Suíte
1:25

Código	Projetos	Incompatibilidades
A17	Sanitário	Representar e dimensionar as colunas de ventilação no projeto sanitário

Apêndice C - Solução das incompatibilidades

	TÍTULO: SANITÁRIO - Vistas 3D (WC's)	
	CLIENTE: -	
	ENDEREÇO: -	
	DATA: 23/01/22	N° DA PRANCHA 10 / 10
	DESENHISTA: -	
ENGENHEIRO: -		
CREA: -	ESCALA:	

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho demonstrou, através de estudos bibliográficos e do estudo de caso, a importância de um bom gerenciamento de projetos como forma de se evitar problemas construtivos futuros e de maior gravidade durante a execução das obras, sendo a compatibilização através de uma ferramenta da plataforma BIM, um modo mais eficiente de encontrar incompatibilidades e solucioná-las ainda na fase de projeto.

Arelado ao BIM, um profissional no papel de coordenador de projetos poderia facilitar a integração entre os projetistas na troca das informações e evitar que os projetos passassem para a fase de execução sem a devida compatibilização.

Com a expansão do uso dessa metodologia em países desenvolvidos economicamente, o Decreto que busca incentivar o uso no Brasil, e os benefícios e vantagens apresentados neste estudo, fica evidente que o caminho natural é a migração da plataforma a empresas e profissionais da construção civil para se manterem competitivas.

No estudo de caso apresentado, com todas as disciplinas sendo elaboradas por um único projetista no software CAD, haviam informações ausentes, correções realizadas em uma prancha e que não foram repassadas às suas plantas respectivas, além de dezenas de incompatibilidades.

Ao analisar no AutoCAD, modelar e analisar as inconsistências no Revit – software BIM – e solucionar cada uma delas, pensou-se na elaboração de pranchas que mostrem os conflitos e pranchas que demonstrem as suas soluções de maneira que facilite não somente a visualização e entendimento do leitor, como também pudesse ser uma alternativa para melhorar a troca de informações entre os projetistas.

As ocorrências de soluções não repassadas, podem advir do fato de terem sido elaboradas no CAD, software em que o ajuste em uma vista não é repassado simultaneamente para as demais vistas correspondentes, tendo que proceder com a mudança manual em cada uma delas, sendo um fator que possibilita a surgência de interferências devido à exigência de uma maior atenção por parte do projetista, como ocorreu neste projeto e foi citado na análise do AutoCAD entre o arquitetônico e o estrutural.

Pode-se notar também que a visualização da sobreposição no AutoCAD é menos precisa quanto em uma ferramenta BIM específica para construção, pois a primeira necessita que as linhas e símbolos em 2D sejam transformadas em imagens 3D das suas representações através do pensamento, o que dá a chance de algum detalhe passar despercebido.

Já com uma ferramenta BIM, os resultados demonstraram ser mais satisfatórios: a análise se torna mais simples e detalhada com a possibilidade de visualização tridimensional e com seus elementos parametrizados com materiais usados na construção, o que mais aproxima as formas da edificação expostas no projeto com aquelas percebidas pós-execução e facilitando na percepção visual das incompatibilidades no projeto.

Outra vantagem percebida com seu uso foi a melhoria na tomada de decisão acerca das interferências encontradas e em um menor espaço de tempo, sendo possível simular algumas ideias de resolução e escolher a mais adequada para o projeto, e sem a necessidade de repassar para os respectivos cortes e vistas, pois o programa gera-os automaticamente devido ao fato de estarem interligados ao modelo projetado.

Portanto, através da pesquisa bibliográfica e dos resultados exibidos no estudo, pode-se afirmar que o objetivo foi atingido ao mostrar a importância de uma compatibilização de projetos com o uso de uma ferramenta BIM que trouxe maior exatidão na busca por inconsistências face ao CAD que demanda uma atenção maior nessa etapa para que nada passe despercebido, além de não ter sido programado para este fim.

Apesar de ser um empreendimento de pequeno porte, pode-se notar que algumas incongruências foram vistas no CAD e todas as citadas foram visualizadas no BIM, demonstrando não somente a relevância da sua utilização, como também de despendar um tempo maior para compatibilizar e planejar as soluções para que a obra ocorra de forma mais fluida.

Pelo que foi exposto em todo o estudo, a metodologia BIM se apresenta como uma importante aliada para a construção civil, trazendo benefícios para o gerenciamento de projetos no que tange à interação de várias disciplinas e melhoria nos processos de planejamento, fazendo com que seja refletido em uma construção com menor gasto de tempo, retrabalhos e menores custos.

REFERÊNCIAS

- ADDOR, M. R. A. et al. **Colocando o "i" no BIM**. Revista ARQ.URB. São Paulo: USJT: 104-115 p. 2010. Disponível em: <<https://revistaarqurb.com.br/arqurb/article/view/207>>. Acesso em 24/06/2021.
- AIRES, Maykon; PIRES, Onnyege. **Compatibilização de projetos de uma edificação residencial unifamiliar de dois pavimentos com auxílio da plataforma BIM**. 2018. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA. Goiânia, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.anhanguera.edu.br:8080/handle/123456789/56>>. Acesso em: 26/06/2021.
- ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do IFC. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 2, p. 76-111, nov. 2009. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/11444>>. Acesso em: 26/06/2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492**: Representação de Projetos de Arquitetura. Rio de Janeiro, 1994, 27p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492**: Documentação técnica para projetos arquitetônicos e urbanísticos. Rio de Janeiro, 2021, 40p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160**: instalação predial de esgoto sanitário – procedimento. Rio de Janeiro, 1999. 74 p.
- BAIA, Denize Valéria Santos. **Uso de ferramentas BIM para o planejamento de obras da construção civil**. 2015. 99 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) — Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- BALEM, Amanda Forgiarini. **Vantagens da compatibilização de projetos na engenharia civil aliada ao uso da metodologia BIM**. 2015. 76f. Trabalho de

Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, 2015.

BARRETO, E. M. M.; et al. **Estudo de interoperabilidade de sistemas BIM por meio do formato IFC**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, 2020, v.6, n.6, p.36059-36072, jun. 2020. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/11444>>. Acesso em: 24/06/2021.

BORGES, Evair Da Silva. **Compatibilização de projetos: um estudo de caso utilizando ferramentas de modelagem 3D**. Orientador: José Humberto Dias de Toledo. 2019. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Curso de Engenharia, Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. Disponível em: <<https://www.riuni.unisul.br/handle/12345/6886>>. Acesso em: 26/06/2021.

BRAGA, Lucas Dadona Chiaradia. **Compatibilização do projeto arquitetônico, estrutural e hidrossanitário de uma residência na plataforma BIM**. 2018. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.

BRASIL, Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling- Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019.

BUSS, Arthur G.; CARNEIRO, Deborah D. A.; LÉDO, Byatriz C. Aplicação do BIM na compatibilização de projetos complementares. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 1, p. 319-332, 2020.

CAMPESTRINI, T. F.; et al. **Entendendo BIM: Uma visão do projeto de construção sob o foco da informação**. 1ª ed. Curitiba: [s.n.], 2015. Disponível em: <http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/livro_entendendo_bim.pdf>. Acesso em: 24/06/2021.

CALLEGARI, Simara. **Análise de Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares**. 2007. 160 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de

Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

CARREIRA, Leonardo Felipe Avanço. **Compatibilização de projetos: estudo de caso de uma edificação residencial tipo sobrado na cidade de Campo Mourão – PR**. 2017. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/8040>>. Acesso em: 26/06/2021.

CHIPPARI, Patrizia. **Compatibilização de projetos economiza tempo e dinheiro**. Florianópolis, 2014. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/compatibilizacao-de-projetos-economiza-tempo-e-dinheiro/6907>>. Acesso em: 23/06/2021.

CLOUD, Building In. **BIM Software Guide**. 2020. Disponível em: <[BIM Software guide - Building in Cloud](#)>. Acesso em: 26/06/2021.

CRUZ, Geisebel Silveira da. **Compatibilização de Projetos com o uso de ferramentas BIM**. Orientador: Luis Alberto Gómez. 2017. 87 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/174013>>. Acesso em: 24/06/2021.

DA SILVA, Alisson C.; DA SILVA, Dione L.; MELHADO, Silvio B. O processo de compatibilização na gestão de projetos – Estudo de caso. **Engenharia e Pesquisa Aplicada**. Recife, v. 5, n. 3, p. 40-46, 2020. Disponível em: <<http://revistas.poli.br/index.php/repa/article/view/951>>. Acesso em: 24/06/2021.

EASTMAN, C., et al. **Manual de BIM – Um guia de modelagem da construção para arquitetos, gerentes, construtores e incorporadores**. Bookman, 2014, p. 503.

GANDRA, Keila. **Compatibilização de projetos por meio da plataforma BIM: Estudo de caso**. Orientador: Rafael Marçal. 2020. 19 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Unitoledo, São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://servicos.unitoledo.br/repositorio/handle/7574/2372>>. Acesso em: 26/06/2021.

GASPAR, João Alberto da Motta; RUSCHEL, Regina Coeli. **A evolução do significado atribuído ao acrônimo BIM: Uma perspectiva no tempo.** In: CONGRESO DE LA SOCIEDAD IBERO-AMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 21., 2017, Concepción. Anais[...]. Concepción: SiGraDi, 2017.

GIACOMELLI, Wiliana. Compatibilização de projetos – estudo de caso. **Revista Especialize On-Line IPOG**, 8ª ed, nº 9, vol. 01/2014. Goiânia, 2014.

HELENE, P. R. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto.** 2. ed., São Paulo: PINI, 1992. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/47207097/manual-para-reparo-reforco-e-protecao-de-estruturas-de-concreto-paulo-helene>>. Acesso em: 24/06/2021.

HOLANDA, M. V. P. **Conferência entre softwares de representação de projeto de arquitetura: representação 2D AUTOCAD e BIM REVIT.** Brasília, 2017. Disponível em: <[CONFERÊNCIA ENTRE SOFTWARES DE REPRESENTAÇÃO DE PROJETO DE ARQUITETURA \(REPRESENTAÇÃO 2D AUTOCAD E BIM REVIT\) | Vinicius Pereira Holanda | Programa de Iniciação Científica - PIC/UniCEUB - Relatórios de Pesquisa](#)>. Acesso em: 16/06/2021.

INTERNATIONAL, BuildingSmart. **Industry Foundation Classes (IFC) – Na Introduction.** Disponível em: <<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>>. Acesso em: 16/06/2021.

KAMARDEEN, Imriyas. **8D BIM Modeling tool for accident prevention through design.** Faculty of Build Enviroment, University of New South Wales, 2010.

KEELING, Ralph; BRANCO, Renato Henrique Ferreira. **GESTÃO DE PROJETOS, uma abordagem global.** 3ª ed, editora saraiva, 2017.

KEZNER, H. **Gestão de projetos: as melhores práticas.** 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2017.

MASOTTI, L. F. C. **Análise da implementação e do impacto do BIM no Brasil.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil: Ensino Superior). 79p. Florianópolis. UFSC, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/127335/TCC%20%20Luis%20Felipe%20Cardoso%20Masotti%20-%20BIM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 24/06/2021.

NASCIMENTO, Rafael Lucas do. **Compatibilização de projetos de edificações**. 2015. 55 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

O que é Gerenciamento de Projetos. **Project Managment Institute (SC)**, 2020. Disponível em: <<https://pmisc.org.br/sobre/o-que-e-gerenciamento-de-projetos/>>. Acesso em: 24/06/2021.

PACHECO, L., et al. **Gerenciamento de Projetos na Construção Civil**. XII Congresso Nacional de Excelência em Gestão & III Inovarse - Responsabilidade Social Aplicada. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://www.inovarse.org/sites/default/files/T16_324.pdf>. Acesso em: 24/06/2021.

PELLIZZARO, Marcelo Luiz; SANTOS, Patrícia Vincenzi dos. **Compatibilização de projetos de uma edificação comercial e residencial**. 2018. 84 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Project management body of knowledge: Guia PMBOK**. 6ª ed, 2017.

SAEPRO. Diferenças entre o CAD tradicional e o conceito BIM. **SAEPRO - Sistema Avançado para Estudos e Projetos Viários**, 2013. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/saepr/saepr-2/conheca-o-projeto/diferencas-entre-o-cad-tradicional-e-o-conceito-bim/>>. Acesso em: 09/11/2021.

SUCCAR, B. Building Information Modelling Framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

VANTAGENS da BIM, Quais são os benefícios da BIM. **Autodesk**, 2021. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/solutions/bim/benefits-of-bim>>, Acesso em: 24/06/2021.

VARGAS, Ricardo. **Gerenciamento de Projetos**. 7. Ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.