



ANÁLISE DA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR ATRAVÉS DAS PLATAFORMAS 3D BIM

GRACINSKI, Eduardo¹
LIMA, Matheus Henrique da Silva Grola de²
RACHID, Ligia Eleodora Francovig³

RESUMO:

A Modelagem da Informação da Construção ou *Building Information Modeling* (BIM) está sendo muito utilizada em obras públicas e privadas na engenharia e arquitetura. Essa tecnologia é importantíssima para a etapa de planejamento e desenvolvimento de projetos, sendo fundamental para a análise e compatibilização. Diante desse contexto, a pesquisa tem como objetivo realizar a modelagem 3D através do Autodesk Revit e realizar a análise da compatibilização dos projetos, podendo visualizar as possíveis interferências através do *software* Autodesk Navisworks, entre os projetos arquitetônicos e complementares e propor soluções para as interferências que podem causar problemas durante a execução da obra. Como resultado foram encontradas dezoito incompatibilidades, das quais oito foram conflitos entre a estrutura e a instalação elétrica, cinco entre estrutura e instalação hidráulica, quatro entre arquitetônico e estrutural e uma incompatibilidade entre o arquitetônico e a instalação hidráulica. Considerando as incompatibilidades encontradas, por exemplo a interferências da tubulação de esgoto com a viga baldrame e da coluna de água com as vigas, causariam um transtorno durante a execução pois não foram previstas. Logo, a compatibilização é uma atividade muito vantajosa, pois permite analisar todas as etapas que formam uma edificação e com isso prevenir possíveis interferências.

Palavras chave: Compatibilização, BIM, Modelagem.

INTRODUÇÃO

De acordo com Eastman (2014), na construção civil é visível o constante avanço da tecnologia não apenas em técnicas construtivas, mas também no planejamento da obra. Em muitos casos, nos empreendimentos há imprevistos e complicações fora do esperado, isto pode ser decorrente das incompatibilidades encontradas nos projetos, como complicações em locais que impossibilitam a passagem de tubulações e fiações, de reanálises dos projetos durante a execução da obra que resultam atraso no cronograma planejado.

O *Building Information Modelling* (BIM) ou, em português, Modelagem da Informação da Construção é uma das tecnologias mais promissoras dentro do mundo da construção civil. Usando o BIM é possível desenvolver um modelo digital preciso da edificação que contém dados importantes para auxiliar os processos gerenciais e construtivos (EASTMAN, 2014).

1 Discente, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel-PR. E-mail: eduardo.gracinski@hotmail.com.

2 Discente, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel-PR. E-mail: matheushenriquemgrola@hotmail.com.

3 Docente, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel-PR. E-mail: ligia@fag.edu.br

Segundo Sabol (2008), o levantamento de quantitativos pode demandar entre 50 a 80% do tempo total de um orçamentista em um projeto.

Além do tempo para o levantamento dos quantitativos, as análises de projetos feitos em 2D possuem erros humanos levando a desordens futuras, como o excesso ou até a falta de materiais. Para uma obra de grande porte, pode gerar uma grande redução do lucro, já que muitas empresas optam pela compra antecipada dos materiais.

De acordo com Callegari (2007), a compatibilização é a atividade de gerenciar e integrar projetos afins, na busca pela dissolução de erros e, conseqüentemente, a obtenção de padrões de controle e qualidade. Tem como objetivo minimizar os conflitos entre os projetos, facilitando a execução, otimizando a utilização de materiais, tendo um melhor controle entre o tempo e mão de obra, bem como as posteriores manutenções.

Ávila e Jungles (2013), afirmam que apesar da importância, os projetos têm sido tratados pelas empresas de construção como uma atividade secundária, costumeiramente delegada a projetistas independentes, contratados por critérios de preço do serviço e não pela qualidade, o que posteriormente pode ocasionar atrasos por conta de erros projetuais.

Com essas informações, a justificativa para a realização de compatibilização com o uso das plataformas 3D BIM é que se torna possível ter um planejamento mais confiável e exato em relação aos modelos 2D.

Para tanto, a pergunta a ser respondida com a realização dessa pesquisa foi a seguinte: A compatibilização e o planejamento de projetos com o uso de plataformas 3D BIM mostram que as interferências podem levar a diminuição do retrabalho?

Este estudo está limitado a compatibilização dos projetos arquitetônicos e complementares de uma residência unifamiliar de 283,51 m² onde ocorreram incompatibilidades na execução. Os projetos arquitetônicos foram elaborados pela empresa Arquitetos Associados, através do Autodesk AutoCad e fornecidos para o desenvolvimento deste trabalho.

Os projetos complementares, o estrutural, elétrico, hidráulico e de gás foram elaborados e fornecidos por uma empresa de engenharia. O projeto estrutural foi dimensionado no *software* Eberick, o hidráulico e de gás pelo *software* Hydros V4 e o projeto elétrico pelo *software* Lumine V4, após dimensionados foram importados para o AutoCad para a impressão.

Os projetos, que estavam no Autodesk AutoCad, foram transferidos para o Autodesk

Revit para a modelagem 3D e o Autodesk Navisworks para a compatibilização dos projetos.

De acordo com todas as informações expostas anteriormente, este trabalho teve como objetivo geral compatibilizar os projetos arquitetônico e complementares de uma residência através das plataformas 3D BIM.

Salienta-se que para que este trabalho acadêmico tivesse pleno êxito, os seguintes objetivos específicos foram propostos:

- a) Realizar a modelagem do projeto arquitetônico e dos projetos complementares do Autodesk Autocad para o Autodesk Revit;
- b) Verificar as interferências entre os projetos arquitetônico e complementares com o uso do Autodesk Navisworks;
- c) Analisar se as interferências entre os projetos podem gerar problemas durante a execução da obra.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO

O planejamento estabelece as metas e as estratégias necessárias para se realizar um projeto. É na etapa de planejamento que se constitui uma visão do futuro do empreendimento pensando de forma estratégica a fim de alcançar as metas desejadas (CLELAND, 2007).

Ainda de acordo com Cleland (2007), o planejamento talvez seja a parte mais importante de um projeto, na medida em que define metas e estratégias e avalia os diversos cursos de ação para selecionar o percurso mais favorável para alcançar os objetivos da obra. Depois que são definidas as metas que proporcionarão a satisfação do cliente e uma obra de qualidade, todo o planejamento leva à sua realização, por meio de um esforço concentrado para definir o curso e a aplicação dos recursos nas várias tarefas ou pacotes de trabalho.

2.2 HISTÓRIA DO BIM

Alguns países destacam-se em sua utilização. A Noruega, a Suécia e a Finlândia são as mais avançadas no uso do BIM. Outros possuem grande potencial, como o Brasil e a China. Nos Estados Unidos da América, apesar de serem os precursores e possuírem grandes empresas à frente na utilização do BIM, a maior parte da indústria da construção civil não segue esse exemplo. Um marco na utilização do BIM foram as obras dos estádios para a Copa do Mundo

FIFA 2010 na África do Sul (CARDOSO, 2013).

A década de 90 foi de grande importância para a modelagem 3D. Em 1997, um grupo formado por estudantes do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), em conjunto com ex-funcionários da empresa de *softwares Parametric Technologies Corporation* (PCT), contou com a participação de investidores que permitiram a criação da empresa *Revit Technologies Corporation* (CARDOSO, 2013).

Desde o início, o Revit tinha como objetivo permitir que arquitetos e outros profissionais de construção criassem e documentassem um edifício criando um modelo paramétrico tridimensional que incluísse a geometria e as informações não geométricas de projeto e construção, que também é conhecida como Modelagem de Informação de Edifícios ou BIM (EASTMAN, 1975).

2.3 BENEFÍCIOS DA PLATAFORMA 3D BIM

Azhar *et al.* (2007), desenvolveram um estudo no Centro Universitário de engenharia e instalações integradas de *Stanford* na Califórnia que reunia informações de trinta e duas grandes obras sobre os benefícios do BIM na construção civil, exibido durante a *Cooperative Research Centre Construction Innovation* (2007). Os principais benefícios do estudo foram:

- Redução de até 80% no tempo utilizado para gerar as estimativas de custos do empreendimento;
- Economia de até 10% do valor total da obra
- Redução de até 7% no tempo total de execução do ciclo construtivo;
- Até 40% menos alterações orçamentárias realizadas durante o processo de orçamentação e execução.

No Quadro 1 está apresentada a classificação de Succar (2009), para os usos do BIM na fase de projeto, construção e operação.

Quadro 1: Usos do BIM

Projeto	Visualização	- Projetos com visualização em 3D; - Controle de ciclos de revisões - Documentação e detalhamento; - Escaneamento de edifícios com raio laser; - Fotogrametria; - Realidade virtual; - Realidade aumentada.
	Análise	- Verificações de requisitos de normas; - Estimativas de custo;

		-Análises estruturais por elementos finitos; - Simulação de fogo e fumaça; -Análises de luminotécnica; - Levantamentos quantitativos; -Análises de implantação no terreno; - Estudos de radiação solar; - Análise estrutural Análises de sustentabilidade; - Análises energéticas; - Análises térmicas; - Estudos do impacto do vento.
Construção	Execução	-Construtibilidade; -Construção virtual; -Segurança do trabalho; -Especificações da construção; -Projeto de sistemas construtivos -Tecnologias móveis para uso no canteiro; -Planejamento e controle da produção; -Licitações e contratações.
Operação	Gerenciamento	-Rastreamento dos ativos; -Manutenção dos ativos; -Monitoramento de ativos por GPS; -Gerenciamento dos espaços; -Gerenciamento de reformas.
	Simulação	-Gestão dos sistemas; -Planejamento para situações de emergência; -Análises do consumo energético; -Rastreamento da ocupação.

Fonte: Adaptado de Succar (2009).

Como pode-se observar o BIM apresenta uma vasta possibilidade de utilização dentro da construção civil, tanto em fase projetual, execução e gestão. Sendo que muitas destas áreas ainda são pouco exploradas, o BIM apresenta um grande potencial a ser explorado.

2.2.1 Funcionalidades da plataforma

Com objetivo de explicar as funcionalidades da plataforma, Auoad, Lee e Wu (2006) desenvolveram um modelo que separa as dimensões em que a plataforma BIM opera, dividindo em cada etapa no processo de planejamento com até 7 Dimensões (7D). Verificam-se no Quadro 2 as características de cada dimensão.

Quadro 2 - Classificação das dimensões BIM

MODELO 3D	Corresponde ao modelo tridimensional paramétrico, contendo apenas informações de geometria do projeto. Modelo inicial da metodologia BIM e fundamental para o desenvolvimento das outras dimensões.
MODELO 4D	Alia o modelo paramétrico 3D com o planejamento de obra, ou seja, adiciona-se a dimensão tempo ao modelo paramétrico.
MODELO 5D	Nesta dimensão o modelo paramétrico 3D é aliado aos custos estimados do empreendimento, ressaltando que isto só é possível a partir de um modelo 4D, pois os custos estão diretamente ligados a dimensão tempo.
MODELO 6D	Dimensão relacionada com a manutenção e operação da edificação. Neste nível de detalhamento, informações sobre equipamentos e elementos do modelo são inseridas para controlar sua vida útil, consumo energético e desempenho. Esta dimensão é mais conhecida por <i>facilities management</i> .
MODELO 7D	Última dimensão apresentada no ciclo, relaciona-se com a sustentabilidade da edificação, a partir do modelo 7D associa-se níveis de carbono para cada elemento modelado permitindo a análise de desempenho energético do modelo de modo geral.

Fonte: Adaptado de Aouad *et al.* (2006); Shultz (2019).

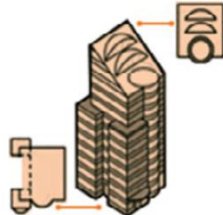
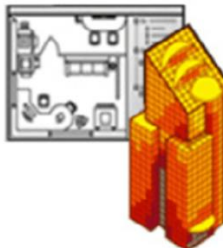
Conforme o Quadro 2, pode-se observar que foi utilizado o modelo 3D neste presente trabalho, pois não foram considerados: custo, prazos, manutenção e sustentabilidade.

2.2.2 Classificação dos detalhes dos projetos

Devido aos diferentes níveis de detalhes e quantidade de informações em projetos do BIM, o *American Institute of Architects* (AIA) desenvolveu um sistema de classificação de projetos conhecido como *Level of Development* ou *Nível de Desenvolvimento* (LOD). A classificação foi dividida em 5 estágios, conforme a evolução dos detalhes dos projetos. Após o desenvolvimento, foram realizadas modificações para a formulação do Quadro 3.

Quadro 3 - Classificação do detalhamento por LOD's

LOD	CONCEITO DO MODELO	ILUSTRAÇÃO
100	Inclui elementos do projeto, como objetos 3D que são usados para estudos de massa. Esses elementos podem ser representados graficamente com um símbolo ou outra representação genérica. Devem ser suficientes para os estudos preliminares e conceituais, e orientativos para o planejamento do projeto.	

200	Os elementos conceituais são convertidos em objetos genéricos com a definição de suas dimensões básicas. Essa fase permite desenvolver o partido arquitetônico e demais elementos do empreendimento, definindo e consolidando as informações necessárias a fim de verificar sua viabilidade técnica e econômica. Esse conjunto possibilita a elaboração dos projetos legais.	
300	Os elementos do modelo são graficamente representados como um sistema específico, objeto ou conjunto em termos de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação.	
400	Esta etapa contempla o desenvolvimento final e o detalhamento de todos os elementos do empreendimento, de modo a gerar um conjunto de informações suficientes para a perfeita caracterização das obras/serviços a serem executados, bem como a avaliação dos custos, métodos construtivos e prazos de execução.	
500	Nesta etapa, tem-se o fim da gestão das fases de obra, e o fim da gestão das fases de projeto da edificação com a geração do projeto de <i>As Built</i> e manuais, de forma a retratar a obra exatamente como foi construída.	

Fonte: Adaptado de Manzione (2013); SANTA CATARINA (2015).

O Quadro 3 separa em uma escala de LOD's os projetos que estão sendo observados, levando em consideração o nível de detalhamento que será efetuado o modelo em BIM.

1.2.3 Formato IFC

A *buildingSMART*, define o IFC como um esquema de dados que torna possível conter dados e trocar informações entre diferentes aplicativos para BIM. O esquema IFC é extensível e compreende informações cobrindo as muitas disciplinas que contribuem para um edifício durante seu ciclo de vida: desde a concepção, o projeto, a construção até a reforma ou demolição.

Eastman *et al.* (2014), explicam que o IFC foi desenvolvido para criar um grande

conjunto de dados consistentes para representar um modelo de dados de um edifício, com o objetivo de permitir a troca de informações entre diferentes fabricantes de *software* na AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção).

Para o entendimento do IFC foi utilizado o esquema conceitual da Figura 1.

Figura 1 – Visão geral do esquema IFC 2x4.



Fonte: Adaptado de *buildingSMART* (2012b).

De acordo com a imagem da Figura 1 observa-se que o sistema IFC tem uma grande importância na compatibilização entre projetos, pois possibilita que os *softwares* se interrelacionem entre si durante a compatibilização, atuando em várias áreas da construção civil.

3. METODOLOGIA

3.1 TIPO DE ESTUDO E LOCAL DA PESQUISA

Este tipo de pesquisa é um estudo de caso, pois envolve o planejamento de uma obra visando melhorar o desempenho, gera uma redução nos erros de projeto e com isso reduz consideravelmente os imprevistos.

Esse estudo envolve a compatibilização de uma residência unifamiliar, cujos projetos complementares e arquitetônico foram fornecidos pelas empresas já mencionadas. Os projetos foram realizados com os *softwares* de dimensionamento (Eberick, Lumine e Hydros V4) e o Autodesk AutoCad.

A residência foi executada na cidade de Toledo-PR, no bairro La Salle, na rua XV de

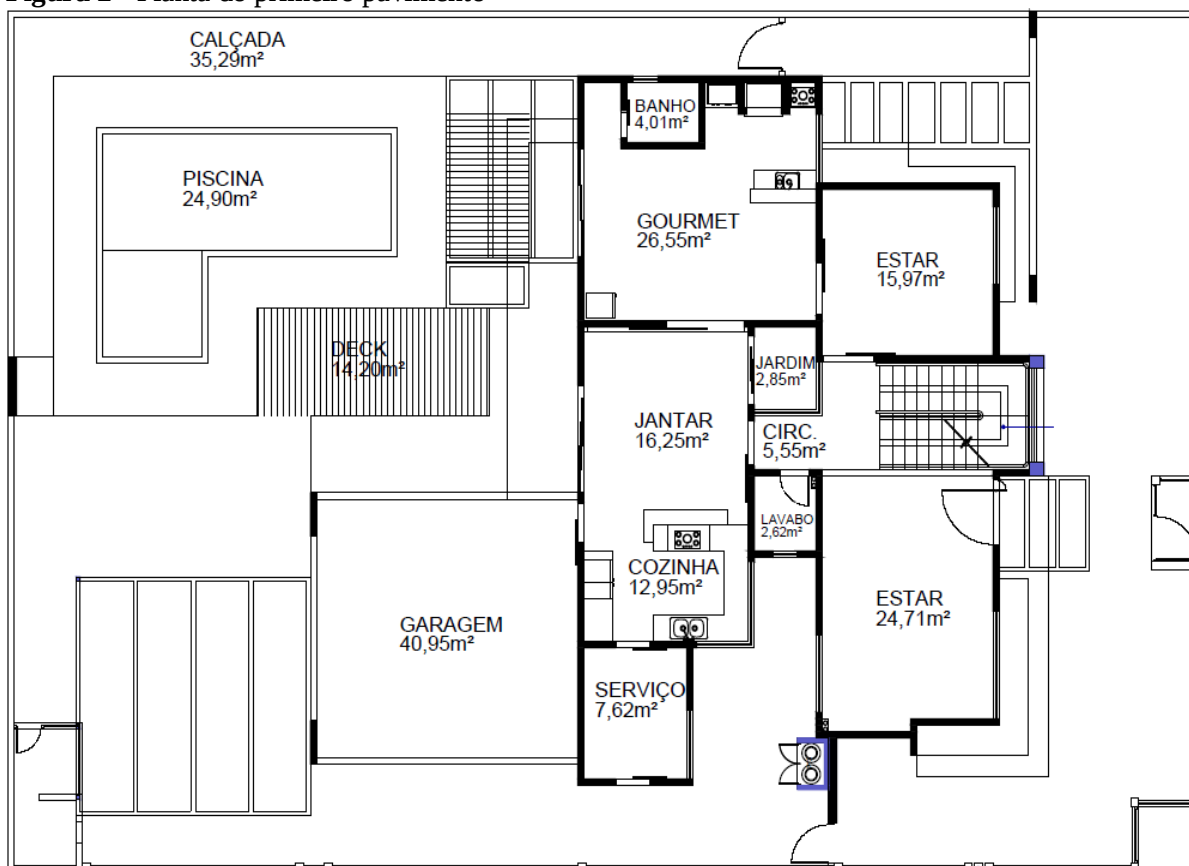
novembro esquina com rua Serafina Correa e administrada por uma construtora, com prazo estimado de 2 (dois) anos para a conclusão da obra.

Primeiramente realizaram-se as modelagens dos projetos complementares e arquitetônicos com Autodesk Revit, sendo importados do Autodesk AutoCad para a realização dos modelos 3D e posteriormente a compatibilização entre os mesmos para identificar as interferências pelo Autodesk Navisworks.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

A residência tem 2 (dois) pavimentos com área total construída de 283,51 m², o primeiro pavimento composto por: garagem de 40,95 m², uma cozinha com 12,95 m², uma sala de jantar com 16,25 m² e a área *gourmet* com 26,55 m², um banheiro com 4,01 m², duas salas de estar, uma com 15,97 m² e outra com 24,71 m², um lavabo com 2,62 m² e o jardim de inverno com 2,85 m², conforme Figura 2.

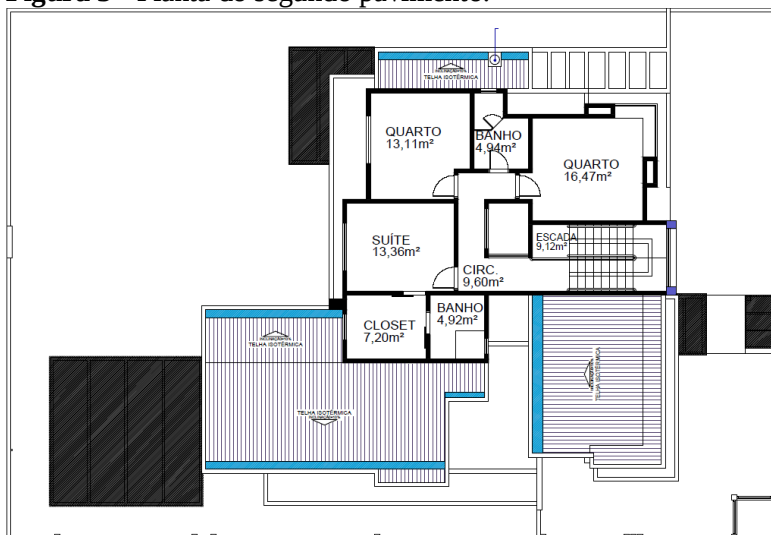
Figura 2 - Planta do primeiro pavimento



Fonte: Arquitetos Associados (2018).

O segundo pavimento conta com dois quartos, um com 13,11 m² e outro com 16,47 m² o banheiro com 4,94 m², uma suíte com 13,36 m² com *closet* 7,20 m², o banheiro 4,92 m², e o terreno possui 580 m² com dimensões de 20 m x 29 m, conforme Figura 3.

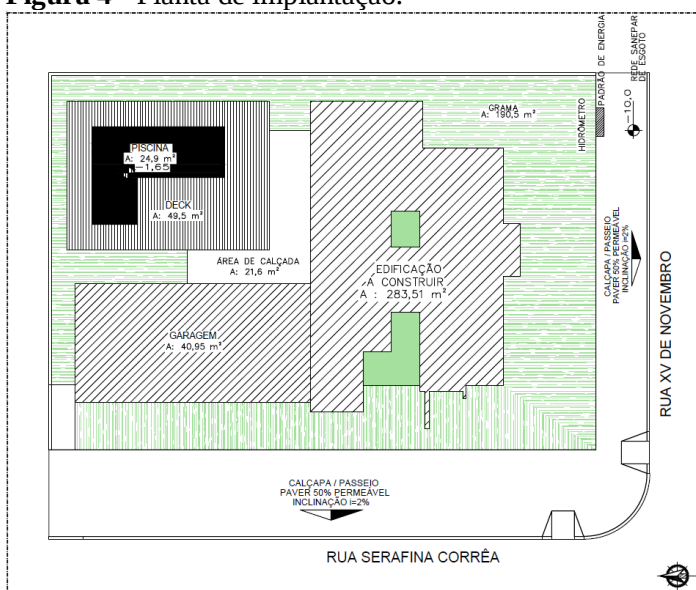
Figura 3 - Planta do segundo pavimento.



Fonte: Arquitetos Associados (2018).

A Figura 4 é a planta de implantação do projeto arquitetônico em 2D e na Figura 5 está a modelagem em 3D.

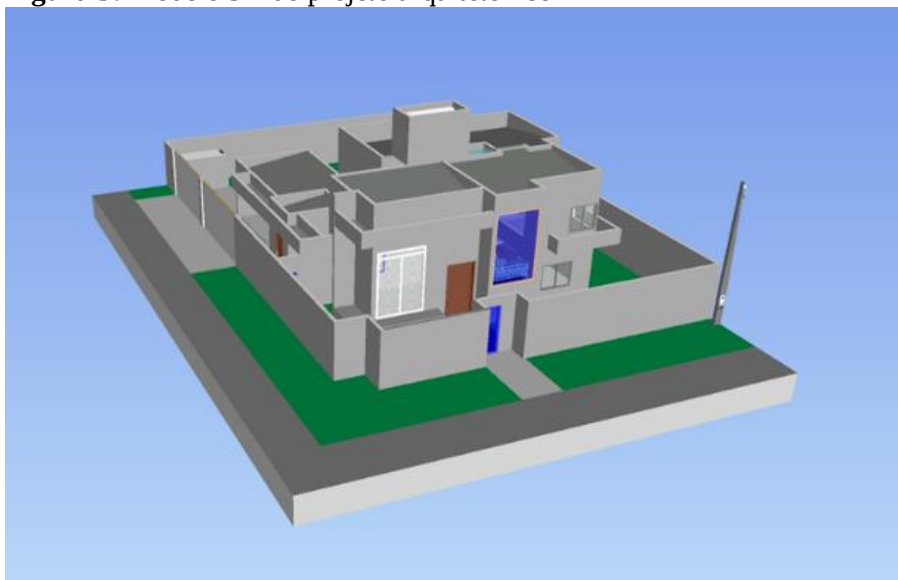
Figura 4 - Planta de implantação.



Fonte: Arquitetos Associados (2018).

A planta de implantação da residência unifamiliar mostra a localização da área da edificação, a rede de esgoto e calçada com os tipos de materiais que foram utilizados, piscina e paisagismo. A Figura 5 apresenta a residência modelada no Autodesk Revit, com o objetivo de compatibilizar e buscar interferências com os projetos complementares.

Figura 5: Modelo 3D do projeto arquitetônico



Fonte: Autores (2021).

3.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS

Os projetos complementares, estrutural e o hidráulico foram modelados individualmente no Revit e o elétrico foi realizado pelo CypeMep. Os *softwares* utilizados foram as licenças para estudantes disponibilizadas pelo site da empresa Autodesk.

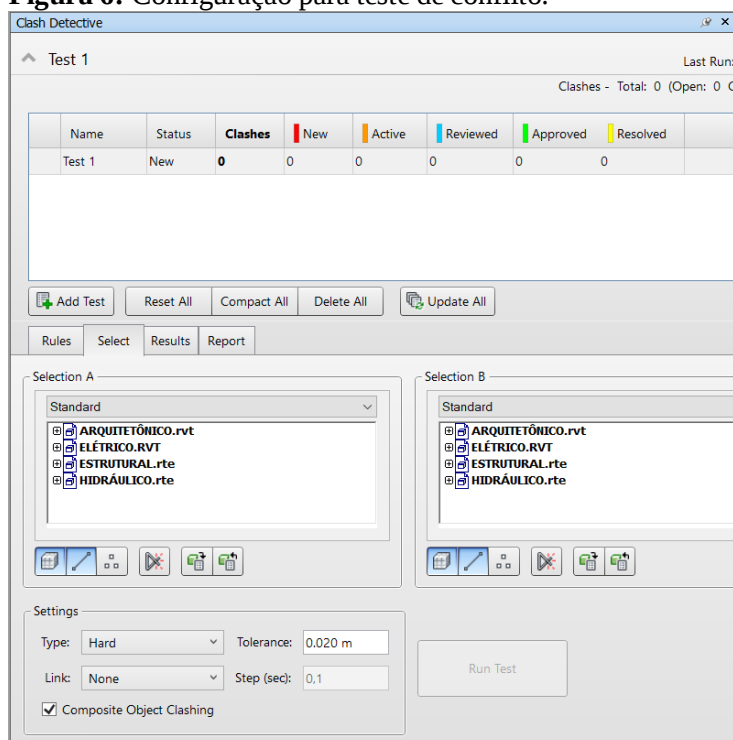
O *software* Revit é utilizado para a modelagem dos projetos, com um *template* para cada projeto complementar na obtenção da família de peças, para deixá-los separados na realização da compatibilização pelo Navisworks.

Para importação foi usada a ferramenta *append* no *software* Autodesk Navisworks, gerando os arquivos dos projetos arquitetônico, estrutural e hidráulico com extensão RVT e com o formato IFC para o projeto elétrico.

Para verificar os pontos de conflito foi utilizada a função *clash detective* no Autodesk Navisworks identificando as incompatibilidades entre os projetos. Com a ferramenta foi possível compatibilizar os projetos dois a dois, arquitetônico com estrutural, arquitetônico com elétrico, arquitetônico com hidráulico, estrutural com elétrico, estrutural e hidráulico, e hidráulico com elétrico, mostrando todas as possibilidades de interferências.

Para a configuração do Autodesk Navisworks foi utilizado um tipo de teste pré-definido, denominado Hard, que é baseado em regras, para verificar as interferências entre as geométricas, que representam os projetos, conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6: Configuração para teste de conflito.



Fonte: Autores (2021).

3.5 ANÁLISE DOS DADOS

Com o *software* Autodesk Navisworks apresentou-se um relatório com as imagens dos pontos de conflitos, isto é, as incompatibilidades entre os projetos, sendo descrita a localização do ponto no projeto, organizadas em uma tabela. Neste relatório foram mencionados quais os prováveis problemas e a solução proposta.

4 RESULTADOS e DISCUSSÕES

Após feita a modelagem 3D dos projetos complementares, que constam nos nexos de 1 ao 18, utilizando os *softwares* já mencionados, fez-se a junção dos modelos no Navisworks Manage com a ferramenta de teste *Clash Detective* do Navisworks Manage e foi realizada uma seleção dos projetos que seriam compatibilizados, por meio de combinações de todos os projetos arquitetônico, estrutural, instalações elétricas e hidrossanitárias.

Após a realização dos testes, no relatório de interferências ocorreram 293, porém este

número foi porque o *software* que detecta falsas interferências, ou seja, nem sempre elas são um problema realmente, por isto a importância de se fazer uma análise dos problemas surgidos.

Após uma primeira análise foram selecionadas as interferências que poderiam gerar problemas na execução ou de retrabalho na obra. conforme Quadro 4, totalizando 18 interferências. Na compatibilização entre os projetos elétrico com hidráulico e os projetos arquitetônico com elétrico não houve nenhuma interferência.

Quadro 4 - Interferências relevantes

Modelos	Interferências relevantes
Arquitetônico - Estrutural	4
Arquitetônico - Hidráulico	1
Estrutural - Elétrico	8
Estrutural - Hidráulico	5

Fonte: Autores (2021).

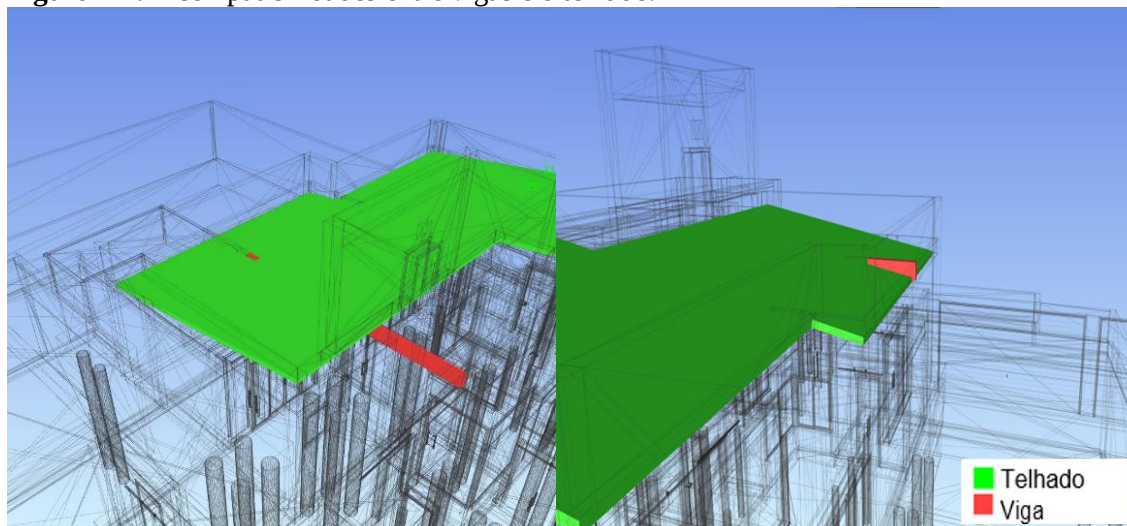
Durante a compatibilização entre o arquitetônico *versus* elétrico e entre hidráulico *versus* elétrico, não houve nenhuma interferência que pudesse gerar problema na obra.

4.1 ARQUITETÔNICO - ESTRUTURAL

Entre os projetos arquitetônico e estrutural foram detectadas 4 (quatro) incompatibilidades relevantes.

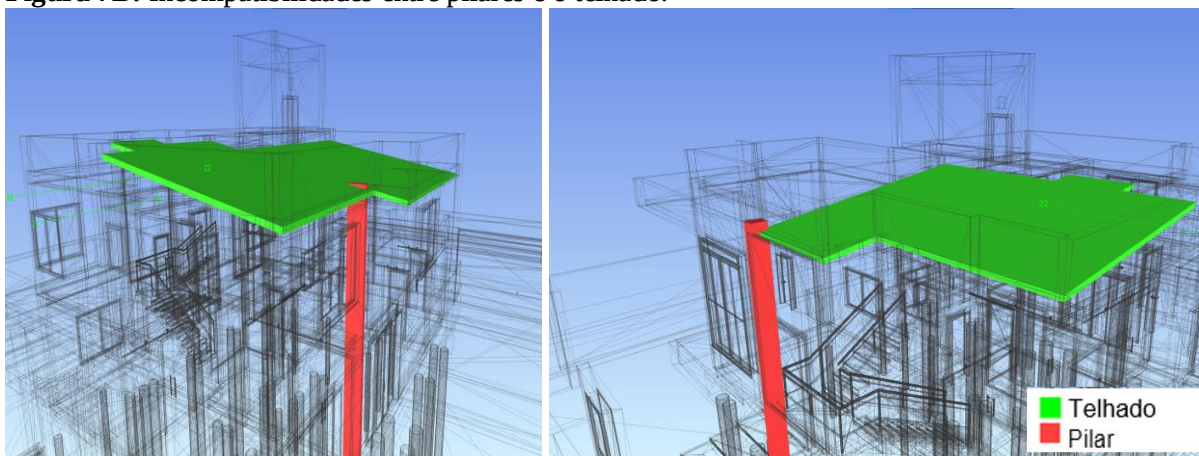
Na Figura 7A estão mostradas as incompatibilidades de vigas com o telhado e na 7B as incompatibilidades entre pilares de concreto que estão passando acima da cobertura.

Figura 7A: Incompatibilidades entre vigas e o telhado.



Fonte: Autores (2021).

Figura 7B: Incompatibilidades entre pilares e o telhado.



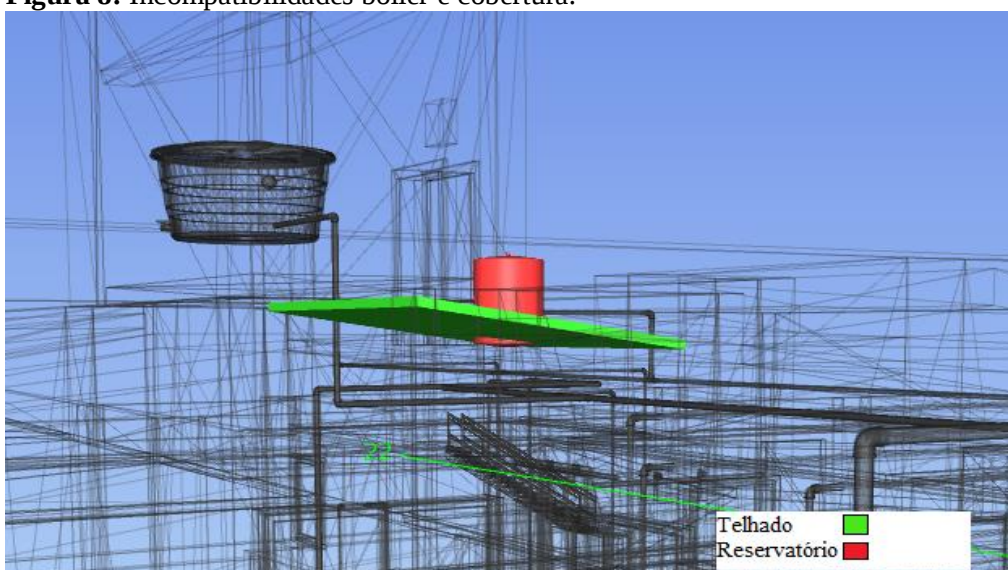
Fonte: Autores (2021).

A inclinação especificada de 15% do telhado na planta da cobertura, atende ao que é estabelecido por norma e pelo fabricante, porém a altura disponível para encobrir os pilares e as vigas não é suficiente. Para resolver essa incompatibilidade, a inclinação da cobertura deve ser alterada para 20%, o que ainda estará dentro dos limites que é de 30%.

4.1 ARQUITETÔNICO – HIDRÁULICO

Foi encontrada uma interferência considerada relevante, o boiler para aquecimento de água está acima da cobertura sem a devida proteção necessária na laje e telhado, como mostra a Figura 8.

Figura 8: Incompatibilidades boiler e cobertura.



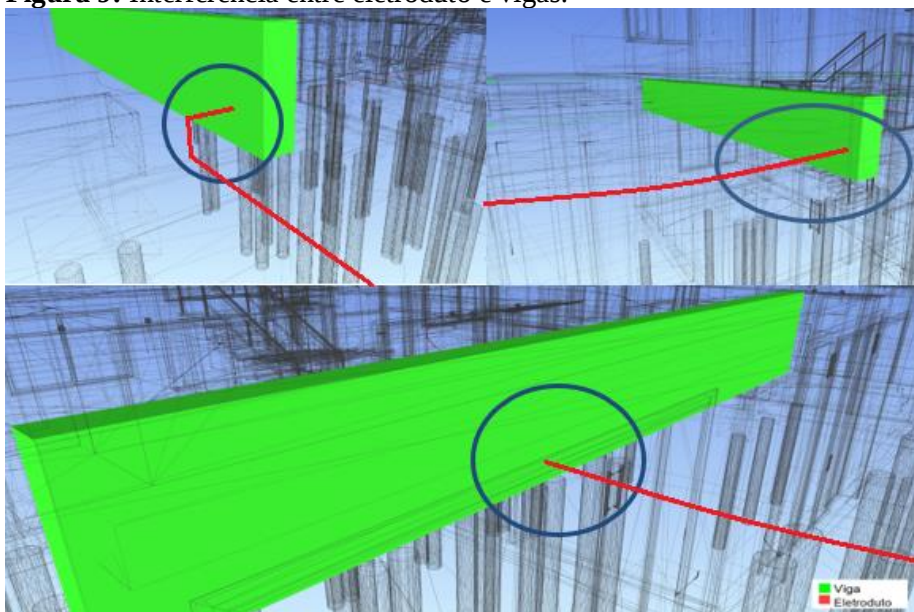
Fonte: Autores (2021).

Devido a elevada movimentação higroscópica da laje de concreto e pressão hidrostática do reservatório de água, a ocorrência de chuvas e ventos poderá futuramente ocasionar fissuras na laje, movimentação da cobertura e a proteção no entorno do reservatório, possibilitando infiltrações na cobertura e laje. Portanto, é importante realizar uma proteção impermeabilizante na laje e aplicação da fita impermeabilizante para telhados.

4.4 ESTRUTURAL - ELÉTRICO

Com a compatibilização entre os projetos estrutural e elétrico foram obtidas 8 (oito) interferências, sendo 3 (três) de passagens de eletrodutos passando pelas vigas, como se observa na Figura 9.

Figura 9: Interferência entre eletroduto e vigas.

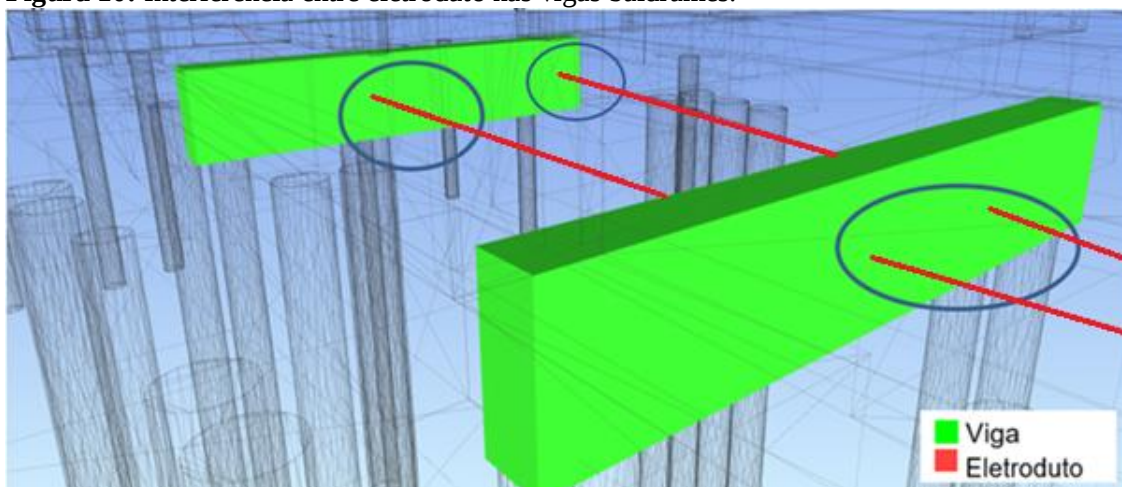


Fonte: Autores (2021).

Todo elemento estrutural é dimensionado levando em consideração sua área total e os furos que podem gerar pontos de fragilidade à estrutura. Em regra, não se deve fazer passagens por elementos estruturais sem uma análise e opinião do projetista. A NBR 6118 (ABNT, 2014), estabelece que estruturas onde exista a presença de aberturas devem ser calculadas e detalhadas, considerando as perturbações das tensões que se concentram em torno dessas aberturas.

Outras 4 (quatro) incompatibilidades foram de 2 eletrodutos passando pelas vigas baldrame e 2 (duas) de eletrodutos passando pelas lajes. A Figura 10 ilustra o eletroduto passando pelas vigas baldrame.

Figura 10: Interferência entre eletroduto nas vigas baldrame.

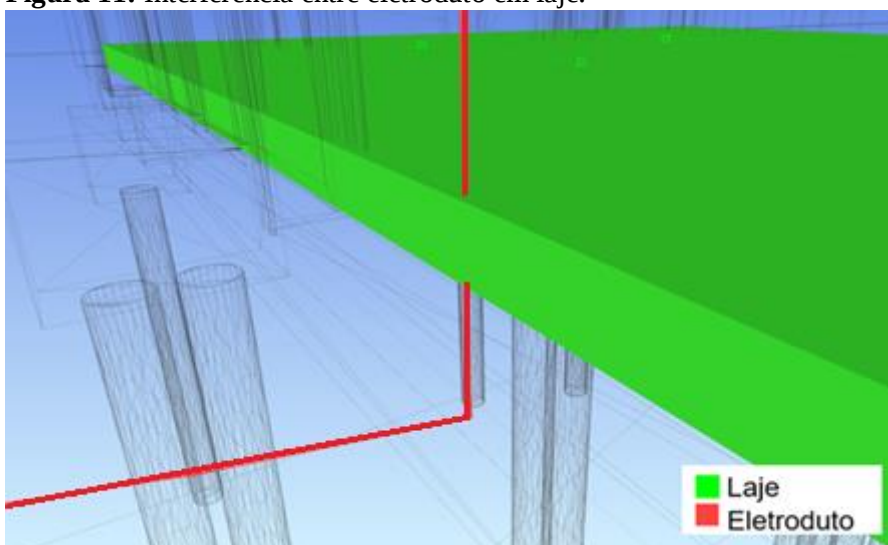


Fonte: Autores (2021).

As instalações elétricas foram realizadas com eletrodutos flexíveis, que são maleáveis em seu encaminhamento. É interessante verificar se existe outro caminho para que não se perfure as vigas baldrame, evitando problemas futuros. Neste caso, mostrado na imagem da Figura 8 é possível passar os eletrodutos abaixo das vigas baldrame, pelo solo.

Entre a laje e o eletroduto, onde não foram previstas aberturas para a passagem do eletroduto, conforme a Figura 11, na NBR 6118 (ABNT, 2014), menciona-se que estruturas que necessitam da presença de aberturas devem ser calculadas e detalhadas, considerando perturbações das tensões que se concentram em torno dessas aberturas, verificando se no projeto estrutural não havia esta consideração nas lajes.

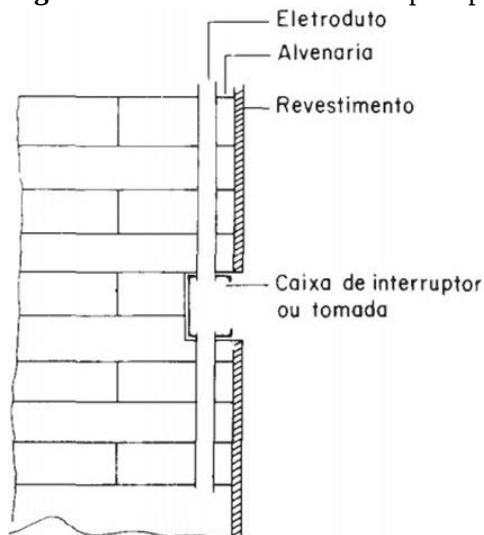
Figura 11: Interferência entre eletroduto em laje.



Fonte: Autores (2021).

Uma possível solução, como o projetista não detalhou e calculou as aberturas, seria passar o eletroduto através da alvenaria, como mostrado na Figura 12, no método construtivo proposto por Azeredo (2006), em que o eletroduto fica embutido na alvenaria.

Figura 12: Método recomendado para passagem de eletrodutos.



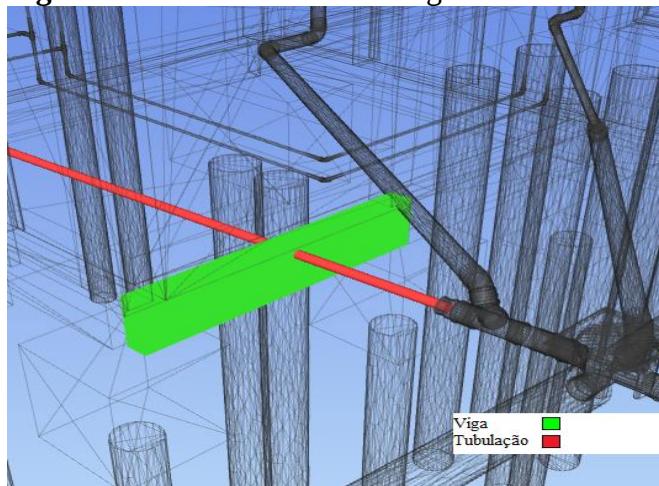
Fonte: Azeredo (2006).

4.5 ESTRUTURAL – HIDRÁULICO

Foram encontradas 4 (quatro) interferências, e os problemas diagnosticados refletem a ausência de previsão de furos nas vigas para a passagem das tubulações.

A Figura 13 mostra a incompatibilidade identificada pelo *software*, o encontro entre tubulação do esgoto sanitário e a viga baldrame.

Figura 13: Interferência entre viga baldrame e tubulação de esgoto

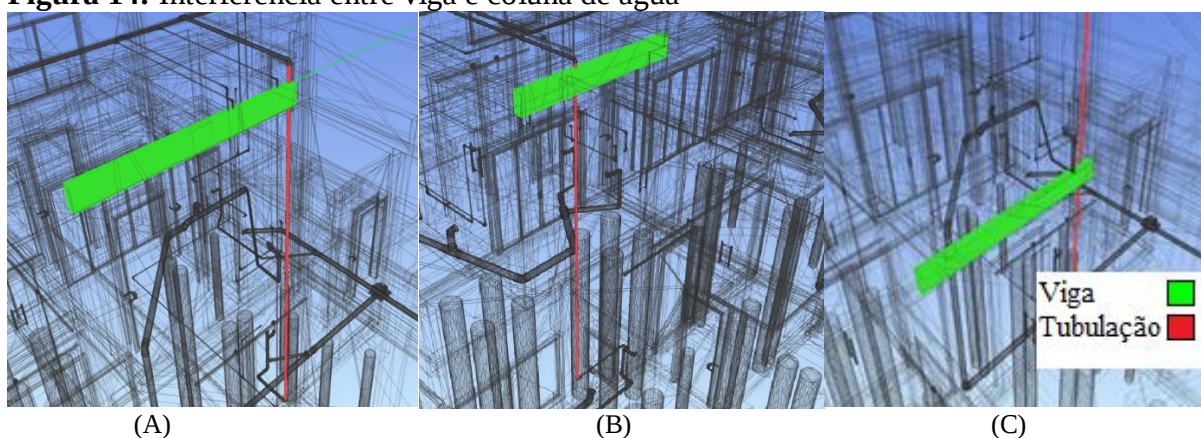


Fonte: Autores (2021).

No lançamento da rede de esgoto é comum os ramais passem pelas vigas baldrame durante o percurso. Como não houve previsão de abertura para passagem de tubulação, neste caso, efetuar o desvio da tubulação poderia evitar furos no elemento estrutural e danos a peça.

A associação entre as disciplinas de instalações hidráulicas e de estrutura, apresentada na Figura 14, é o problema referente às passagens de tubulações em vigas, sendo então necessária a alteração do caminho das colunas de água.

Figura 14: Interferência entre viga e coluna de água



Fonte: Autores (2021).

Como nas vigas não foi feito o reforço das armaduras para a passagem das tubulações, deve se reposicionar as colunas de água, uma solução seria a criação de um pilar falso para a colocação das tubulações.

Verificou-se que as interferências poderiam ter sido corrigidas, caso os projetistas tivessem maior cuidado com o que está prescrito nas normas para realização de projetos. Além disso, observou-se que o gerenciamento dos projetos pelos projetistas poderia ser dirimidas as dúvidas e solucionado os posicionamentos das tubulações, eletrodutos com o projeto estrutural, elementos estruturais que ultrapassavam a cobertura.

A compatibilização destes projetos e os problemas poderiam ser antevistos, considerando que é uma obra já foi realizada e provavelmente ocorreram imprevistos em relação a falta de compatibilização, causando esperas, gastos com materiais e busca de soluções durante a execução da obra, muitas vezes comprometendo o prazo de execução da obra.

4.6 ANÁLISE DO USO DA PLATAFORMA BIM

No Quadro 05, foram resumidas as incompatibilidades entre os projetos, descrição e as

possíveis soluções para cada uma delas.

Quadro 05 – Listagem de incompatibilidades.

Projetos	Descrição	Solução
Arquitetônico e Estrutural	Sobreposição das vigas e pilares sobre a cobertura	Aumentar a inclinação da cobertura
Arquitetônico e Hidrossanitário	Sobreposição do reservatório com a cobertura	Impermeabilizar laje e telhado
Arquitetônico e Elétrico	Sobreposição dos eletrodutos com as vigas	Realizar os desvios dos eletrodutos contornado as vigas
Arquitetônico e Elétrico	Sobreposição dos eletrodutos com a laje	Realizar o cálculo e abertura para passagem do eletroduto
Hidrossanitário e Estrutural	Sobreposição do tubo e viga baldrame	Desviar a tubulação por cima da viga
Hidrossanitário e Estrutural	Sobreposição entre viga e coluna de água	Criação de pilar falso para colocar as tubulações

Fonte: Autor (2021).

Na utilização da plataforma BIM para compatibilização de projetos, percebeu-se algumas vantagens e desvantagens conforme o Quadro 06.

Quadro 6 - Vantagens e desvantagens no uso dos *softwares*.

Vantagens	Desvantagens
Exibição 3D durante a execução dos projetos.	Dificuldade no uso dos <i>softwares</i> .
Visualização automática das interferências.	Conhecimento escasso sobre BIM.
Facilidade em encontrar as soluções dos erros de projetos.	Alto custo para compra dos <i>softwares</i> .
Redução de tempo comparado ao método convencional.	Necessita de um computador com elevado processamento gráfico.

Fonte: Autor (2021).

O BIM é uma ferramenta que modela os projetos em 3D e facilita a visualização das interferências entre os projetos antes da execução da obra, sendo resolvidas as interferências. Porém, percebe-se que o grande desafio ainda está na dificuldade de aprendizagem e uso da plataforma, visto que conteúdos sobre o assunto e trabalhos com a utilização da plataforma BIM ainda são escassos. Ademais, o equipamento para suportar os *softwares* com elevada capacidade computacional apresenta um custo elevado para as pequenas empresas ou até para os profissionais autônomos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O governo federal por meio do Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020 tornou obrigatória a utilização do BIM (*Building Information Modelling*) em todas as execuções diretas ou indiretas de obras e serviços de engenharia realizadas pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal. Esta iniciativa trará mais precisão, mais transparência e menos desperdício, segundo a ABDI (2020).

Este decreto mostra a importância para a capacitação dos engenheiros e arquitetos, tanto na área de projetos quanto de execução de obras. Para realização deste trabalho verificou-se que há uma complexidade para modelagem dos projetos, em relação ao conhecimento do uso dos *softwares* que foram utilizados para a modelagem e compatibilização.

O resultado foi de 18 interferências consideradas as mais relevantes que podem ocasionar o não cumprimento dos prazos, aumento nos erros e perda de qualidade na obra durante a execução, com falhas na estrutura, perdas de material e desperdício de tempo.

A metodologia BIM, por ser um modelo virtual, permite enxergar a obra antes da sua realização, o que aumenta a confiança para orçamentação, os projetos são ajustados antes do seu início da obra e possibilita redução de falhas no processo construtivo.

Outro ponto verificado é que ainda falta uma melhor comunicação entre os projetistas, bem como, coordenação para buscar soluções no momento da realização dos projetos. Com o uso do BIM, poderiam ser criadas simulações nos projetos, viabilizando alterações que contribuíssem com a sustentabilidade, custos reduzidos de manutenção, custos confiáveis de execução, entre outros.

REFERÊNCIAS

AOUAD, G.; LEE, A.; WU, S. **Constructing the Future: nD Modelling**. 1. Ed. Londres: Editora Routledge. 2006. 440p.

AVILA, A. V.; JUNGLES, A. E. **Gestão do controle e planejamento de empreendimentos**. Florianópolis: Autores, 2013. 508 p.

AZEREDO, H.A. **O edifício e seu acabamento**. São Paulo, 2006.

AZHAR, S.; NADEEM, A.; MOK, J.; LEUNG, B. **Building Information Modeling (BIM): A New paradigm for Visual Interactive Modeling and Simulation for Construction Projects**. Stanford University. 2007. 446p.

CARDOSO, A. **BIM: o que é?** Porto, 2013. 27 p. Dissertação (Engenharia Civil) -



Universidade do Porto.

CLELAND, D. I.; IRELAND, L. R. **Gerenciamento de Projetos**. 1 Ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2007.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Tradução: Cervantes Gonçalves Ayres Filho, Revisão Técnica: Eduardo Toledo Santos. Porto Alegre: Bookman, 2014. (p. 503 e p. 483).

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo colaborativo com uso do BIM**. 2013. 343 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SABOL, L. **Challenges in Cost Estimating**. Washington, DC: Autor, 2008.

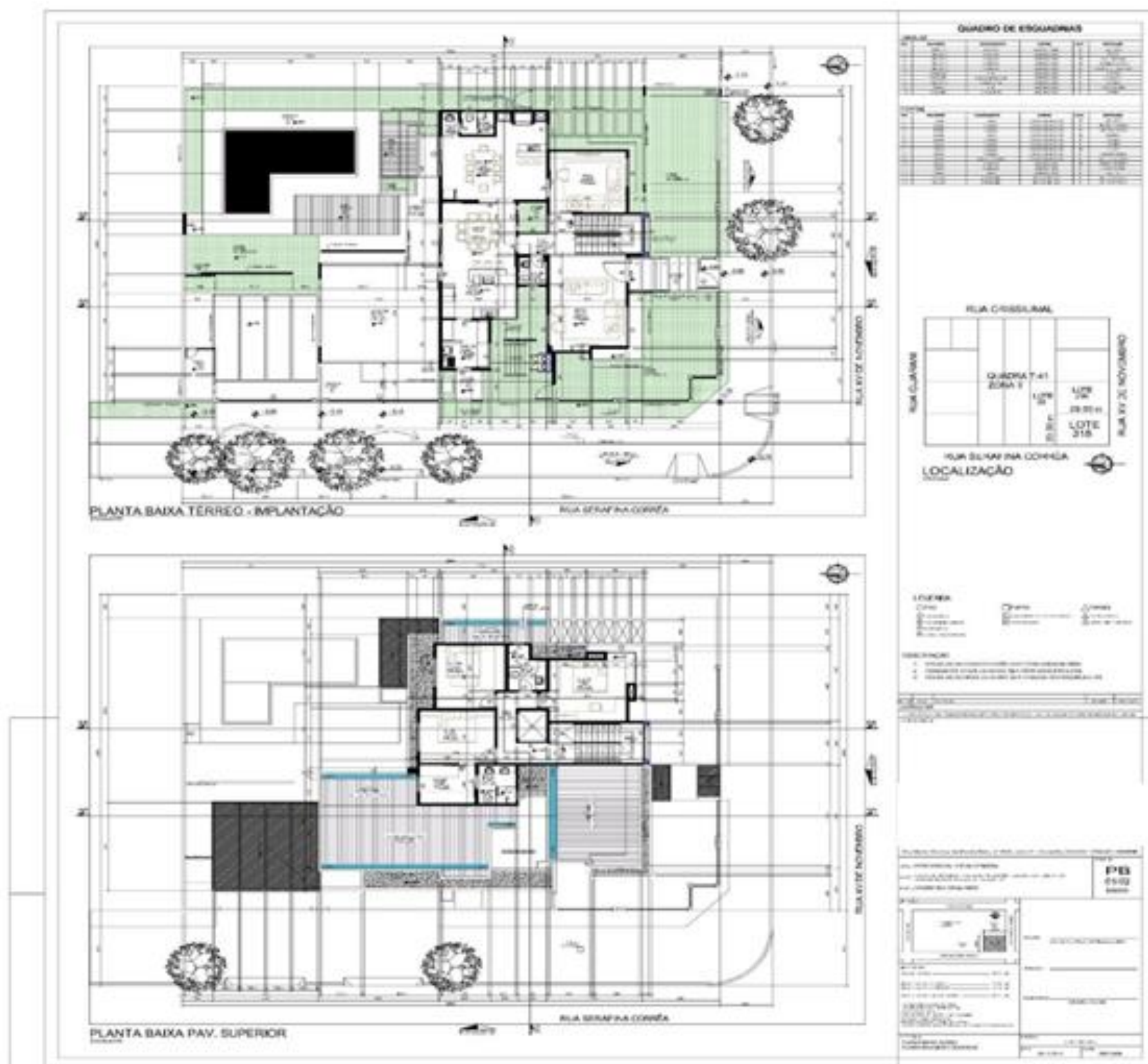
SANTA CATARINA. **Caderno de apresentação de projetos em BIM**. 2015. Disponível em: <https://www.saude.sc.gov.br/index.php/informacoes-gerais-documentos/projetos-e-obras-orientacoes/cadernos/8986-caderno-apresentacao-projetos-em-bim/file>. Acesso em março de 2021.

SHCULTZ, C. A. **Utilização de modelos paramétricos 3d BIM para compatibilização de projetos e orçamentação de uma residência unifamiliar**. Dissertação (Engenharia Civil) – UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina) 2019.

SUCCAR, B. **Effects of BIM on project lifecycle phases**. 2009. Disponível em: <http://changeagents.blogs.com/thinkspace/2008/11/effects-of-bim-on-project-lifecyclephases.html>. Acesso em março de 2021.

ANEXOS

Anexo 1 – Projeto Arquitetônico – Prancha 01/02



Fonte: Arquitetos Associados (2018).

Anexo 2 – Projeto Arquitetônico – Prancha 02/02

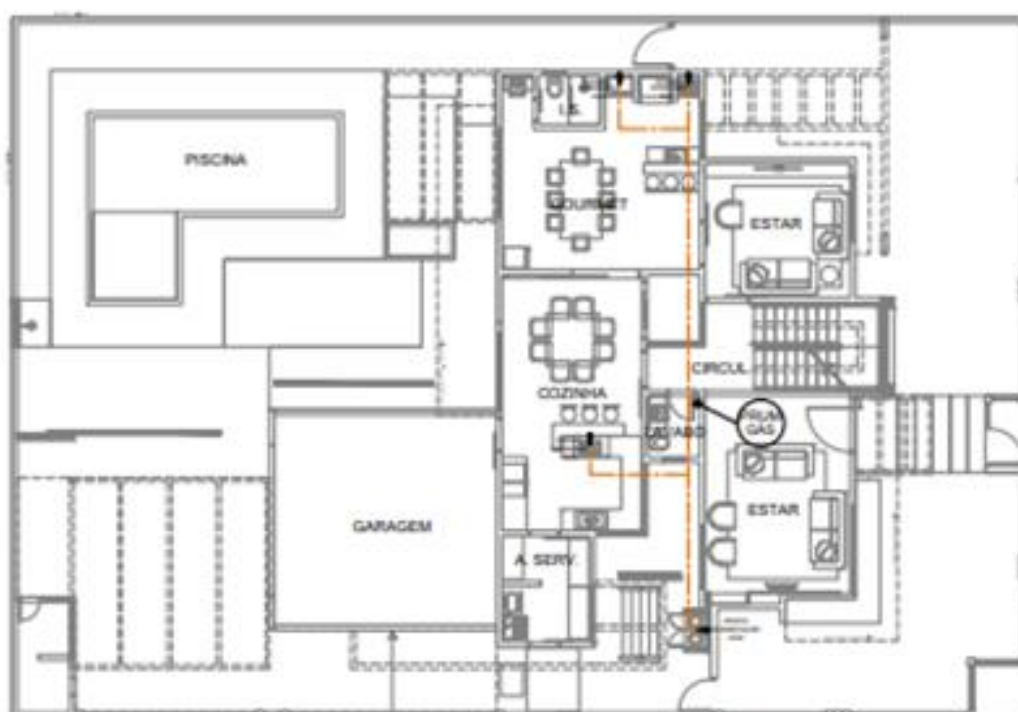
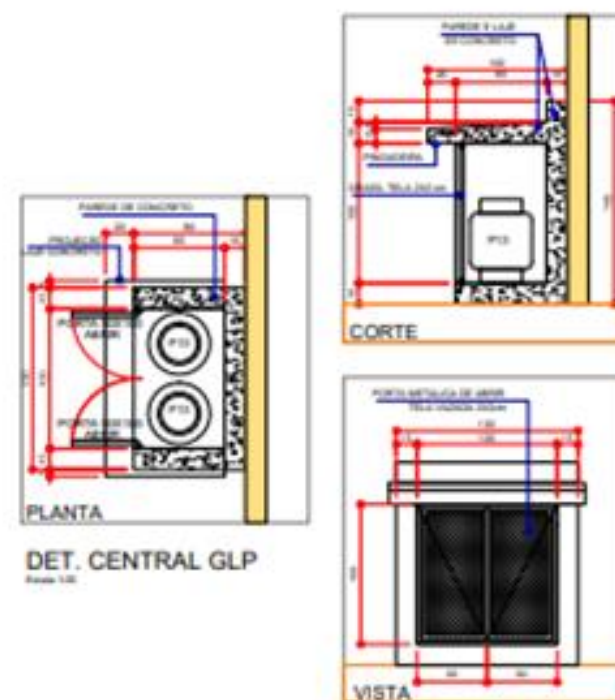


Fonte: Arquitetos Associados (2018).

Anexo 3 – Projeto Tubulação de Gás – Prancha 01/01



PLANTA BAIXA - PVTO SUPERIOR



PLANTA BAIXA - PVTO TÉRREO



CONVENÇÕES GRÁFICAS

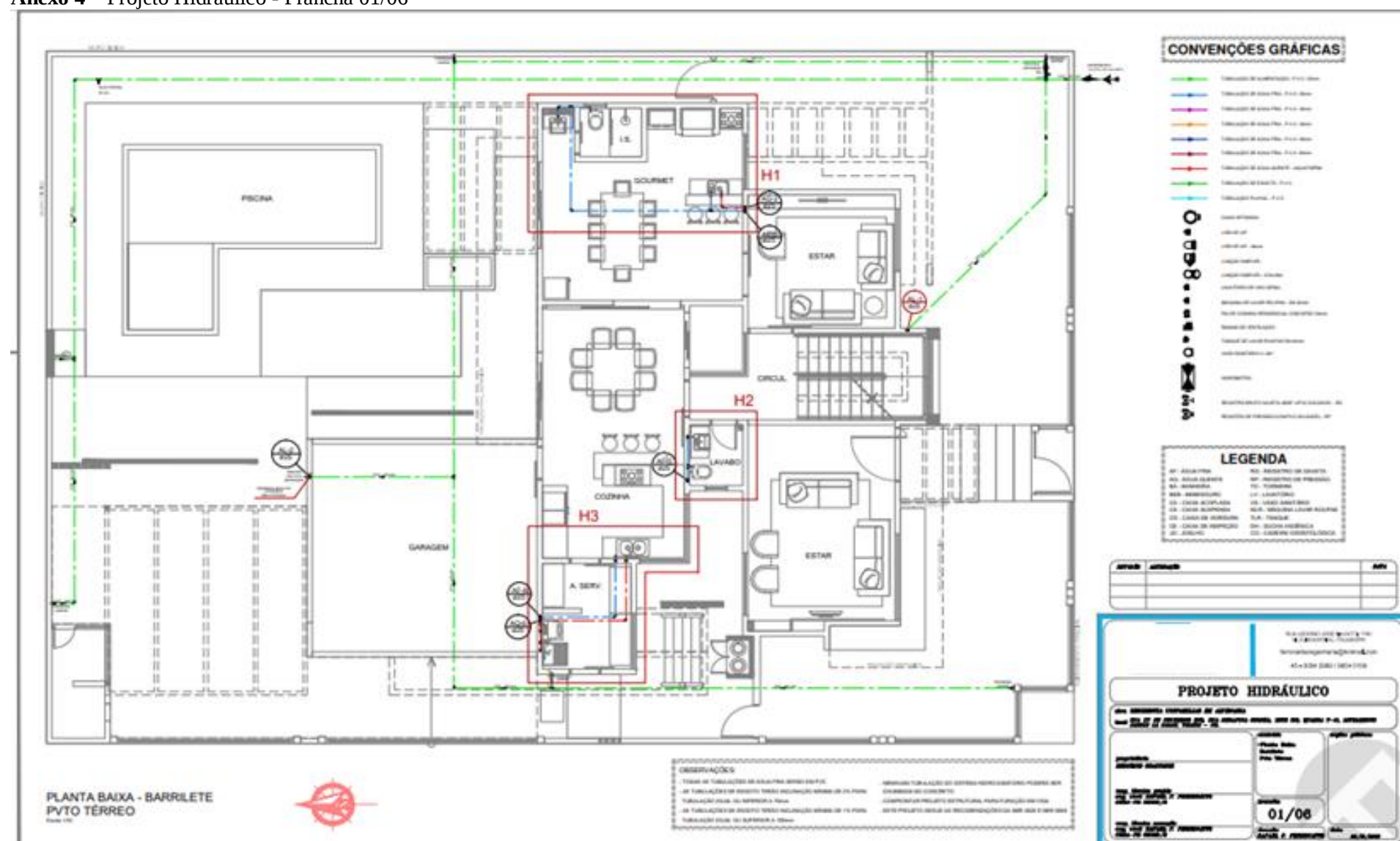


aviso	aviso	info

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO Avenida Getúlio Vargas, 333 - Vila Militar, Rio de Janeiro, RJ CEP: 22251-900	
PROJETO TUBULAÇÃO GÁS	
DATA DE RECEBIMENTO DO PROJETO: 10/01/2011 NOME DO PROJETO: TUBULAÇÃO GÁS, AV. G. VILAS, 333, VILA MILITAR, RJ	
PROJEÇÃO: ALINHAMENTO:	TUBULAÇÃO: - TUBULAÇÃO GÁS - TUBULAÇÃO GÁS - TUBULAÇÃO GÁS - TUBULAÇÃO GÁS
PROJETO: PROJETO PROJETO: PROJETO	DATA: 10/01/2011
PROJETO: PROJETO PROJETO: PROJETO	DATA: 10/01/2011

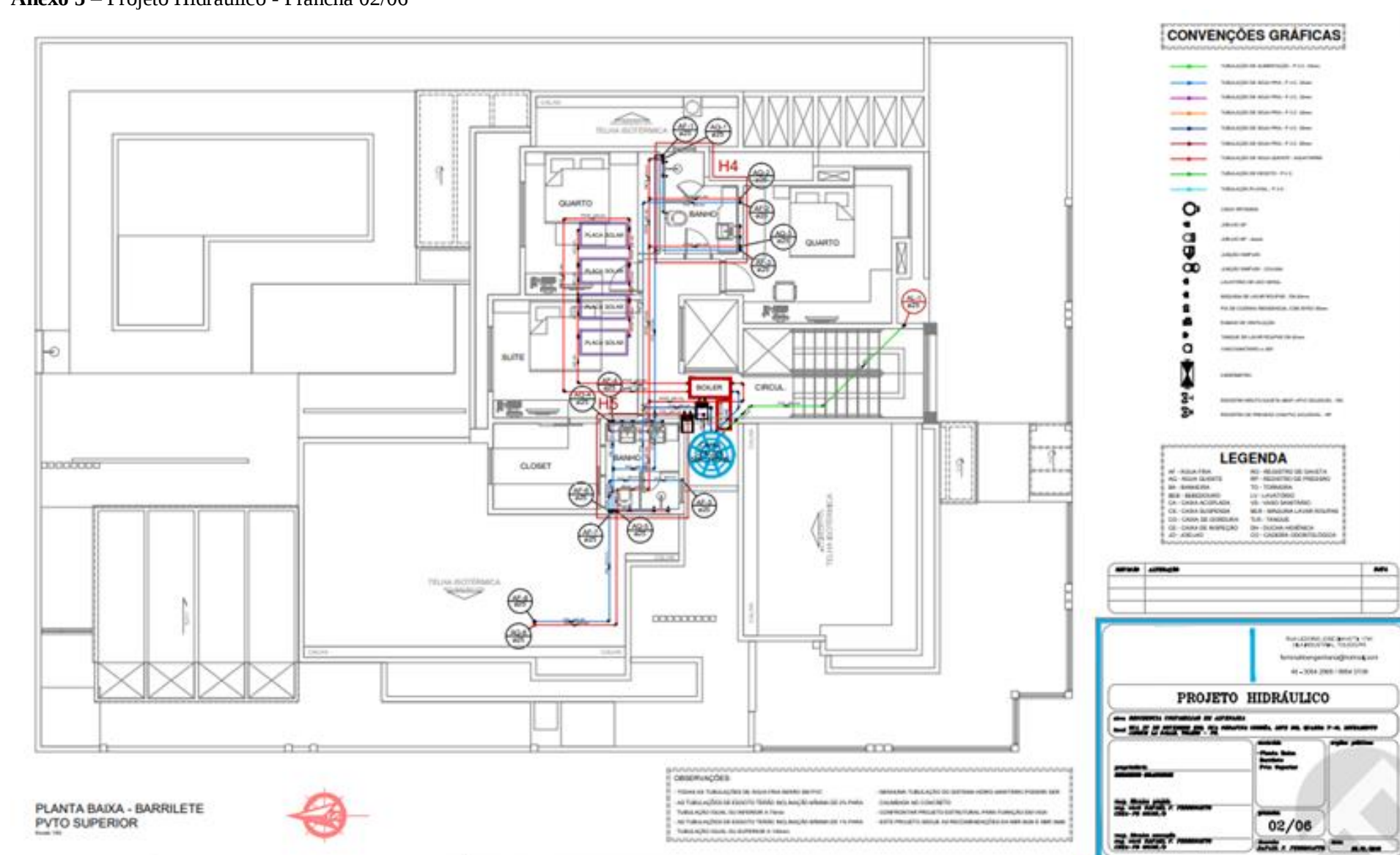
Fonte: Construtora (2018).

Anexo 4 – Projeto Hidráulico - Prancha 01/06



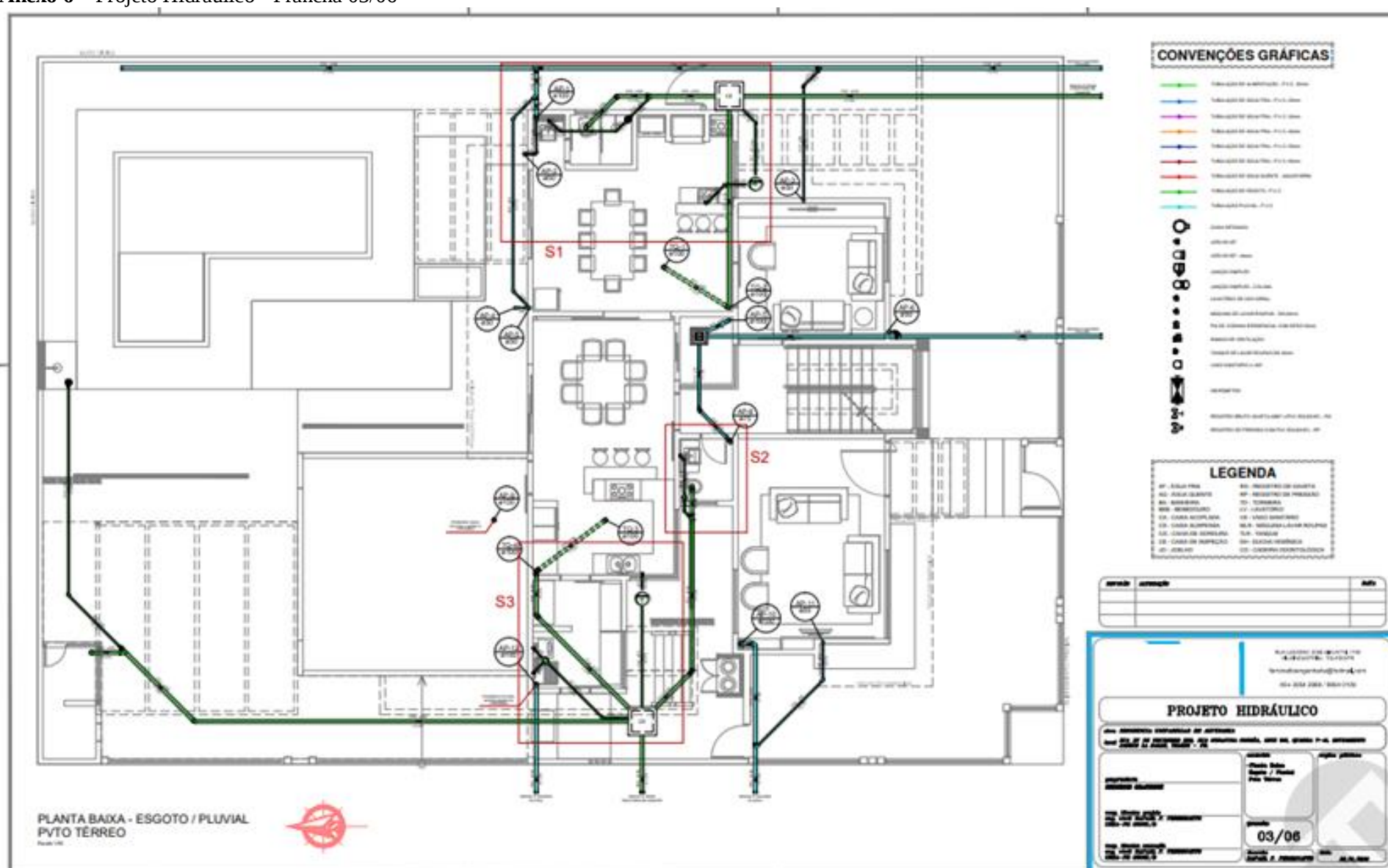
Fonte: Construtora (2018).

Anexo 5 – Projeto Hidráulico - Prancha 02/06



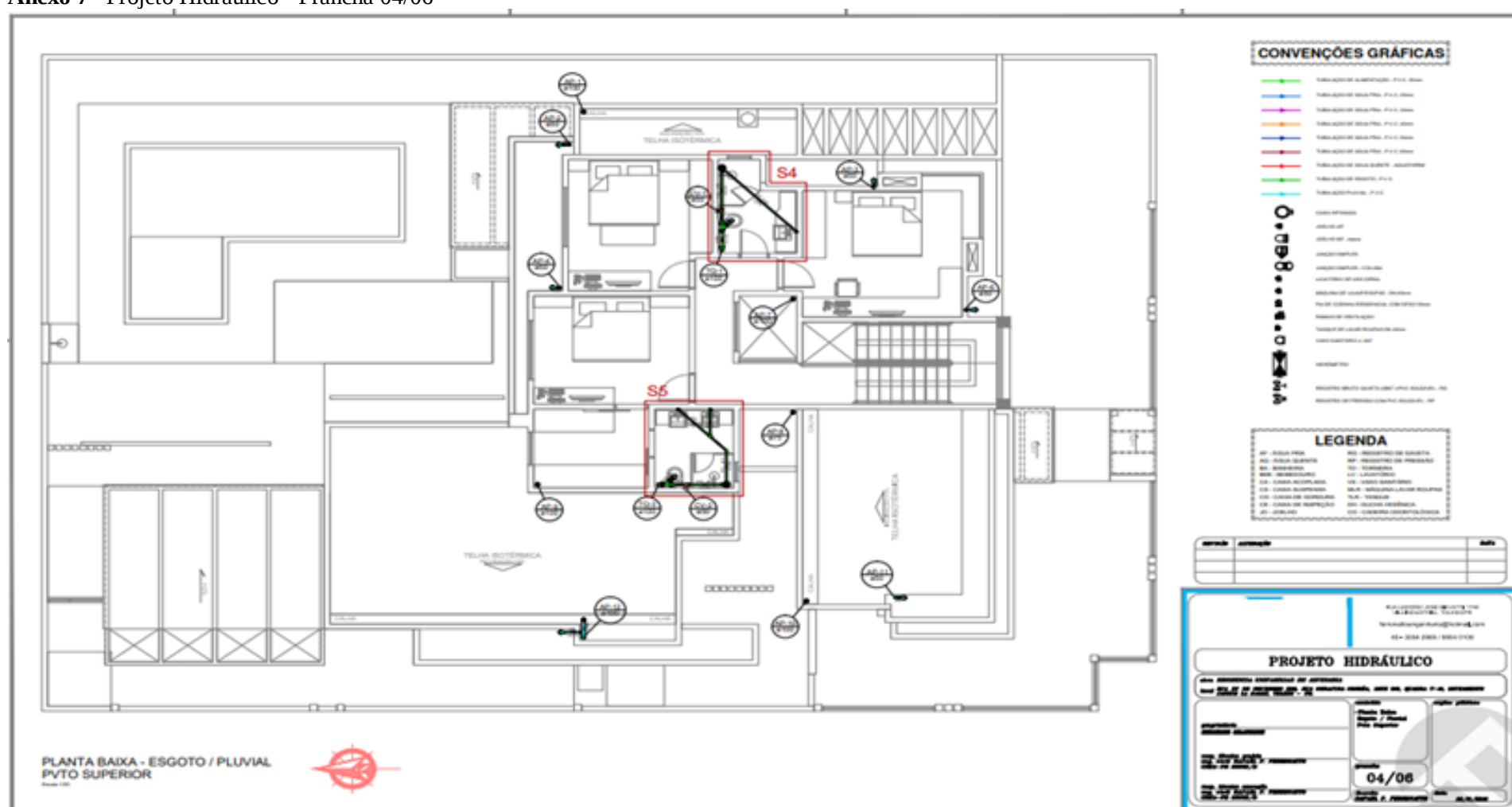
Fonte Construtora (2018).

Anexo 6 – Projeto Hidráulico - Prancha 03/06



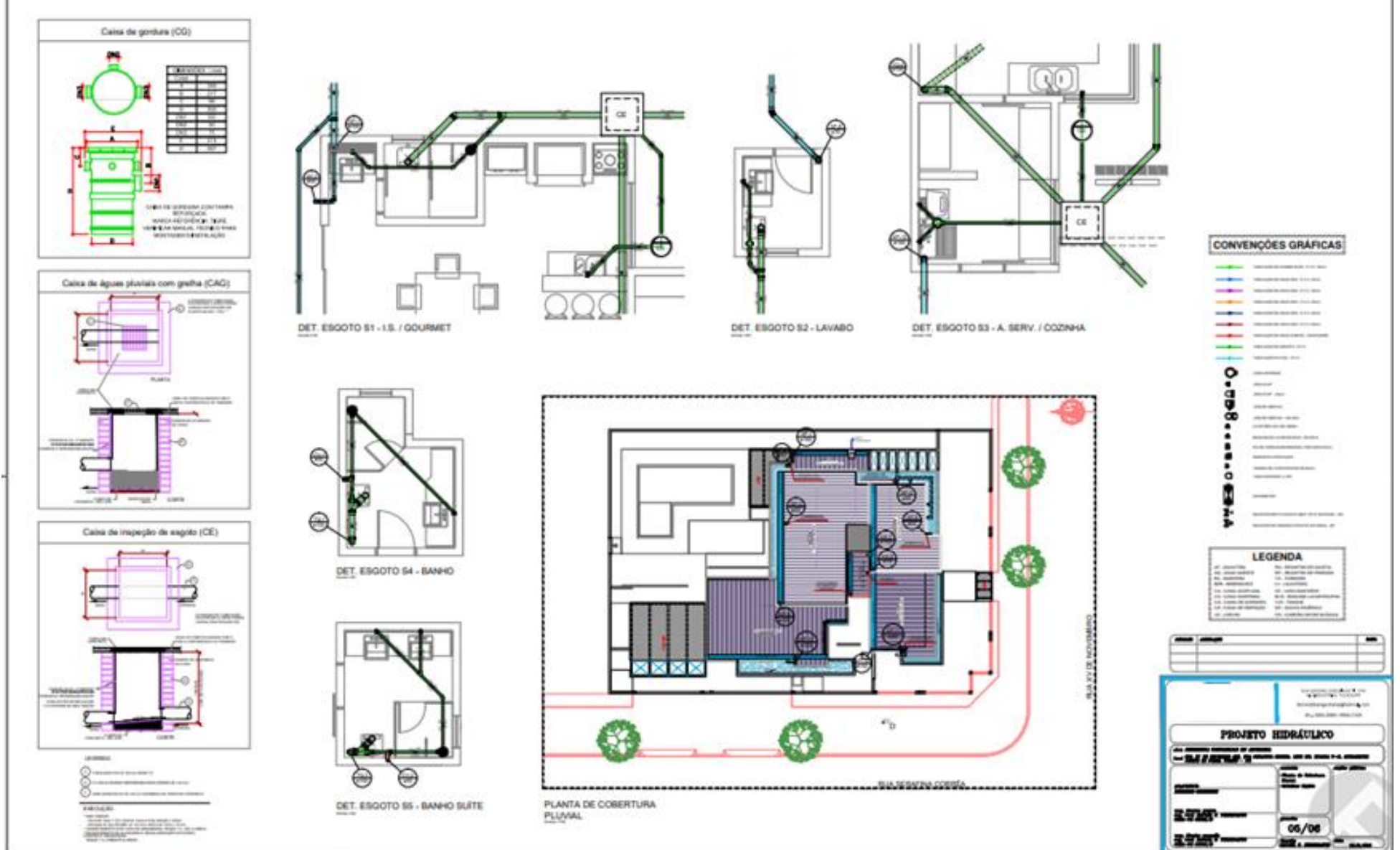
Fonte: Construtora (2018).

Anexo 7– Projeto Hidráulico - Prancha 04/06



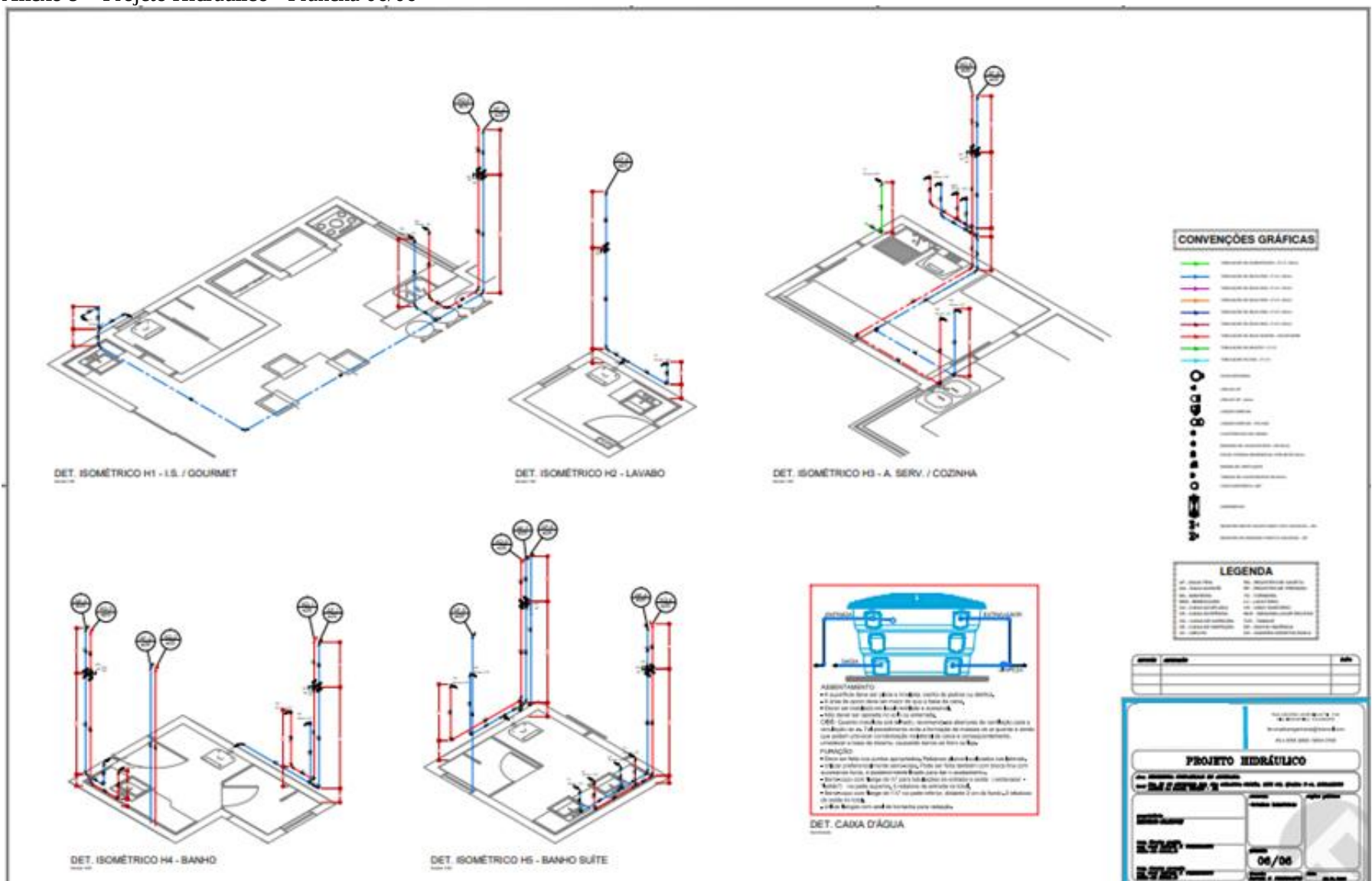
Fonte: Construtora (2018).

Anexo 8 – Projeto Hidráulico - Prancha 05/06



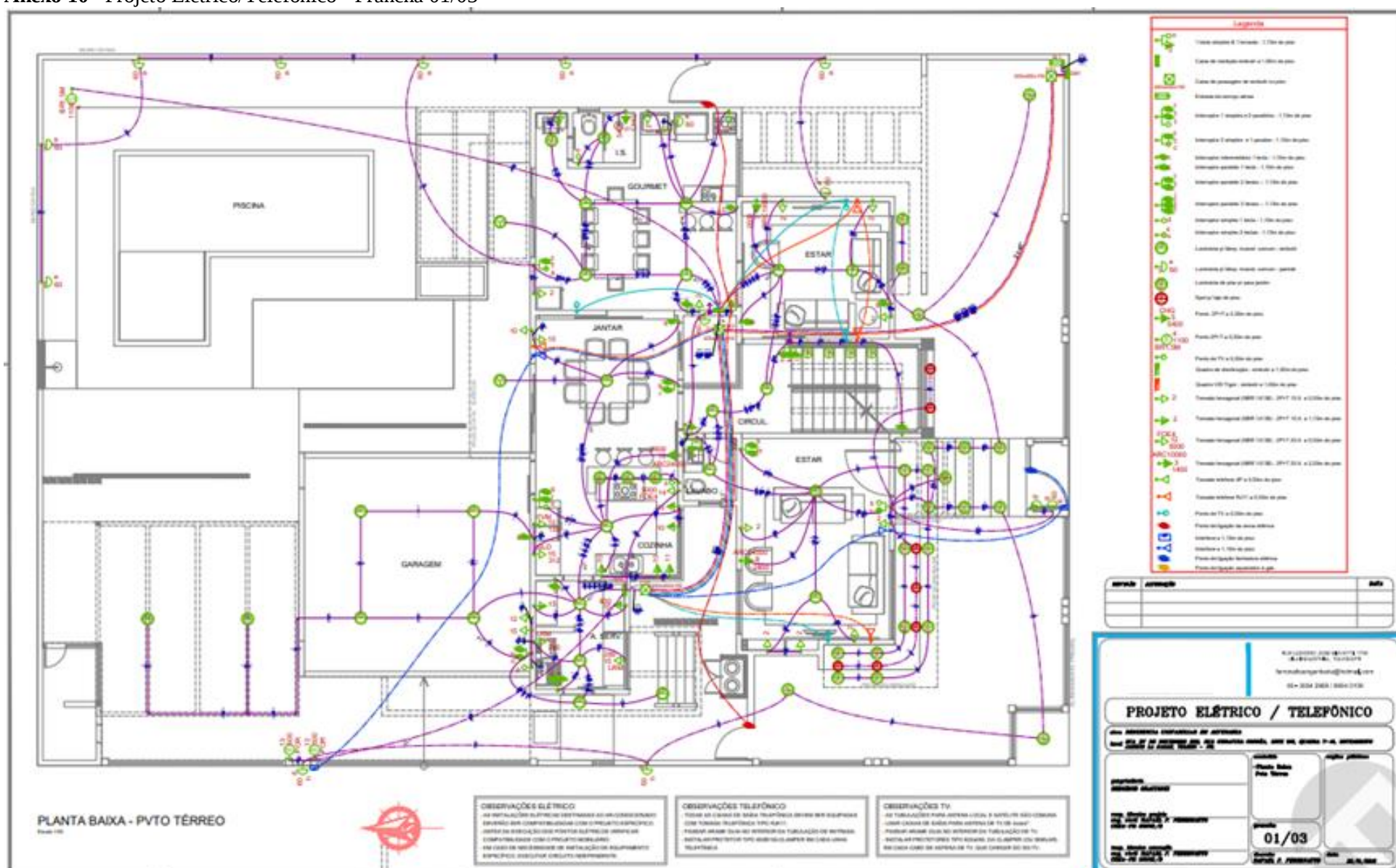
Fonte: Construtora (2018).

Anexo 9 – Projeto Hidráulico - Prancha 06/06



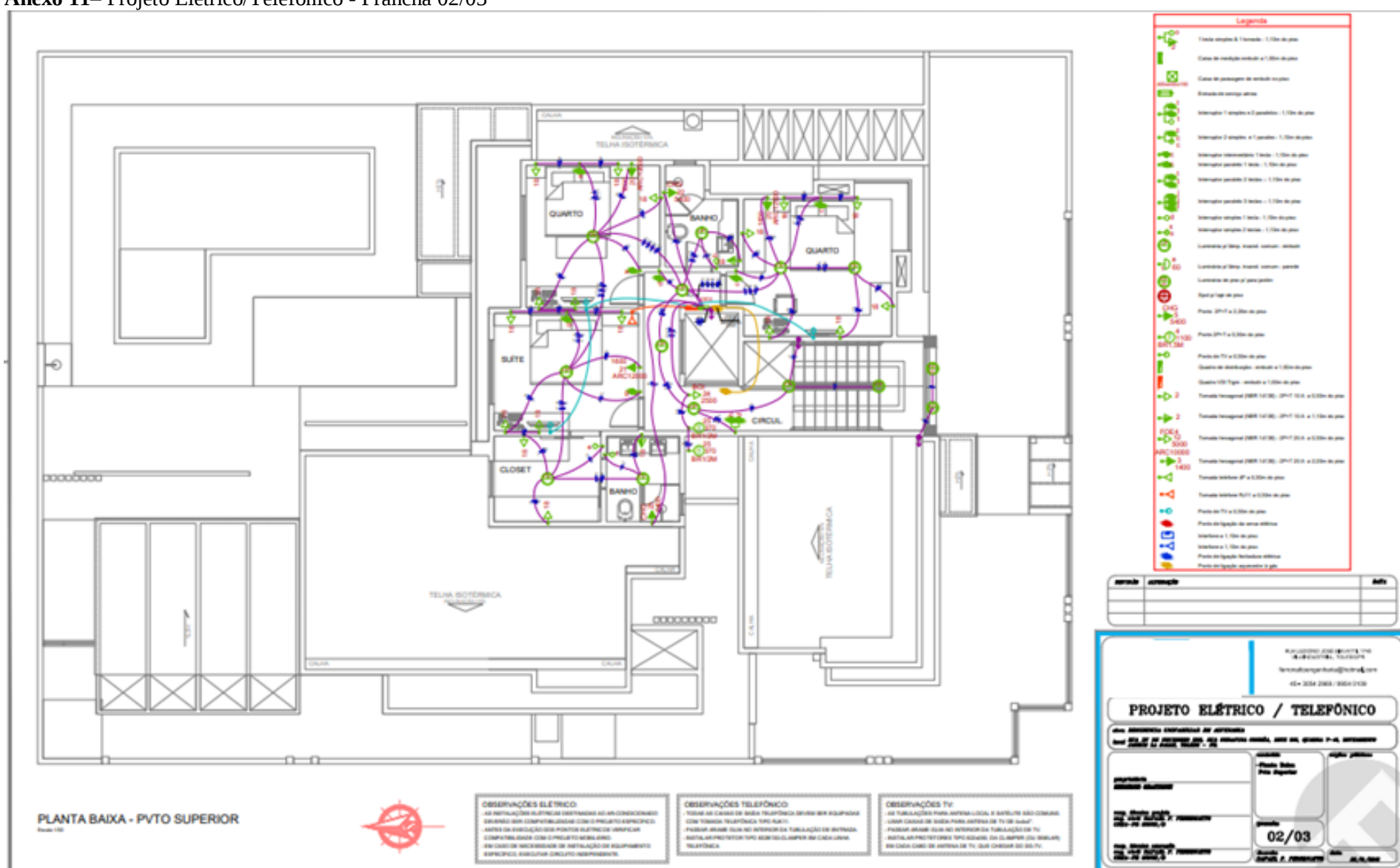
Fonte: Construtora (2018).

Anexo 10– Projeto Elétrico/Telefônico - Prancha 01/03



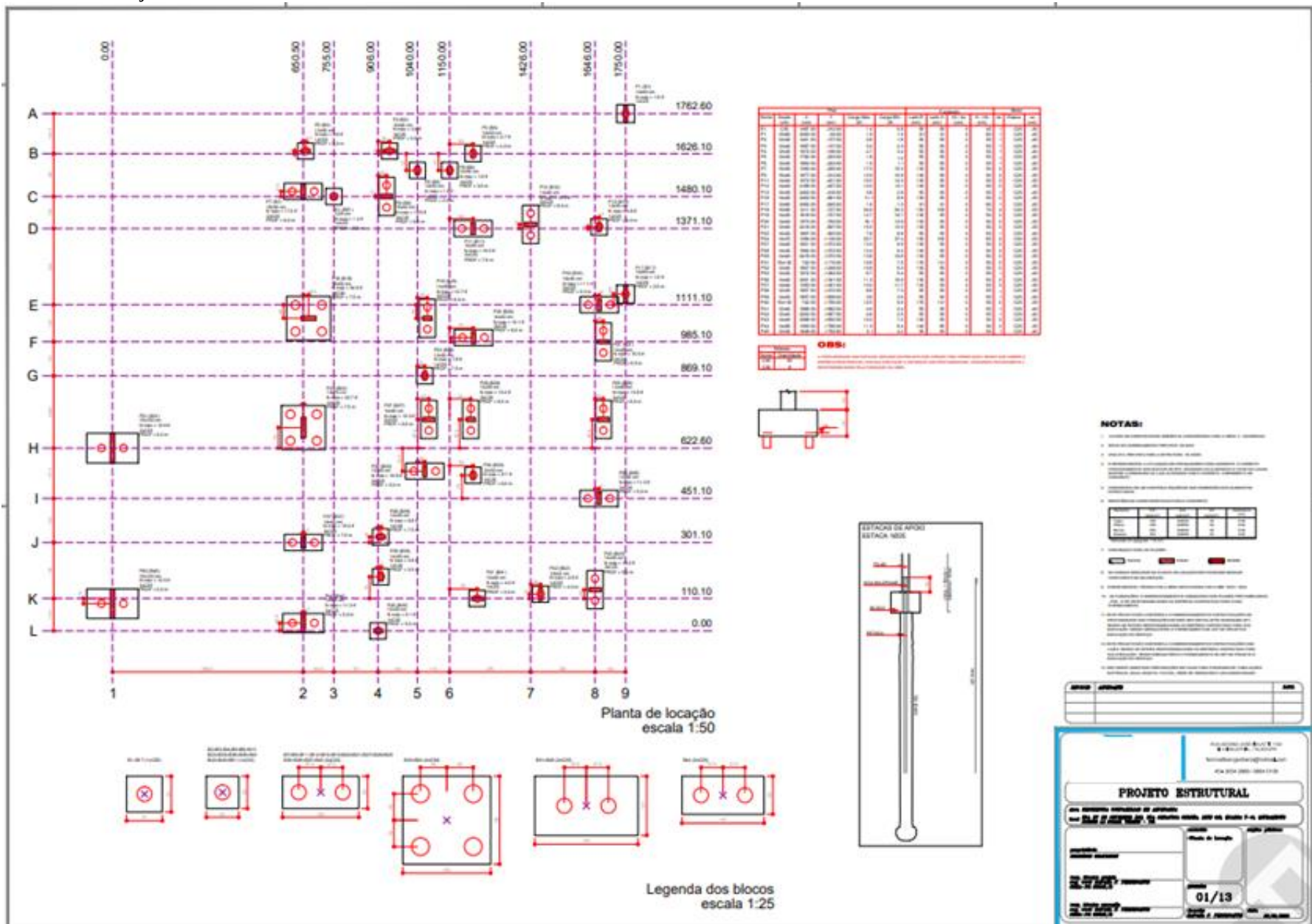
Fonte: Construtora (2018).

Anexo 11– Projeto Elétrico/Telefônico - Prancha 02/03



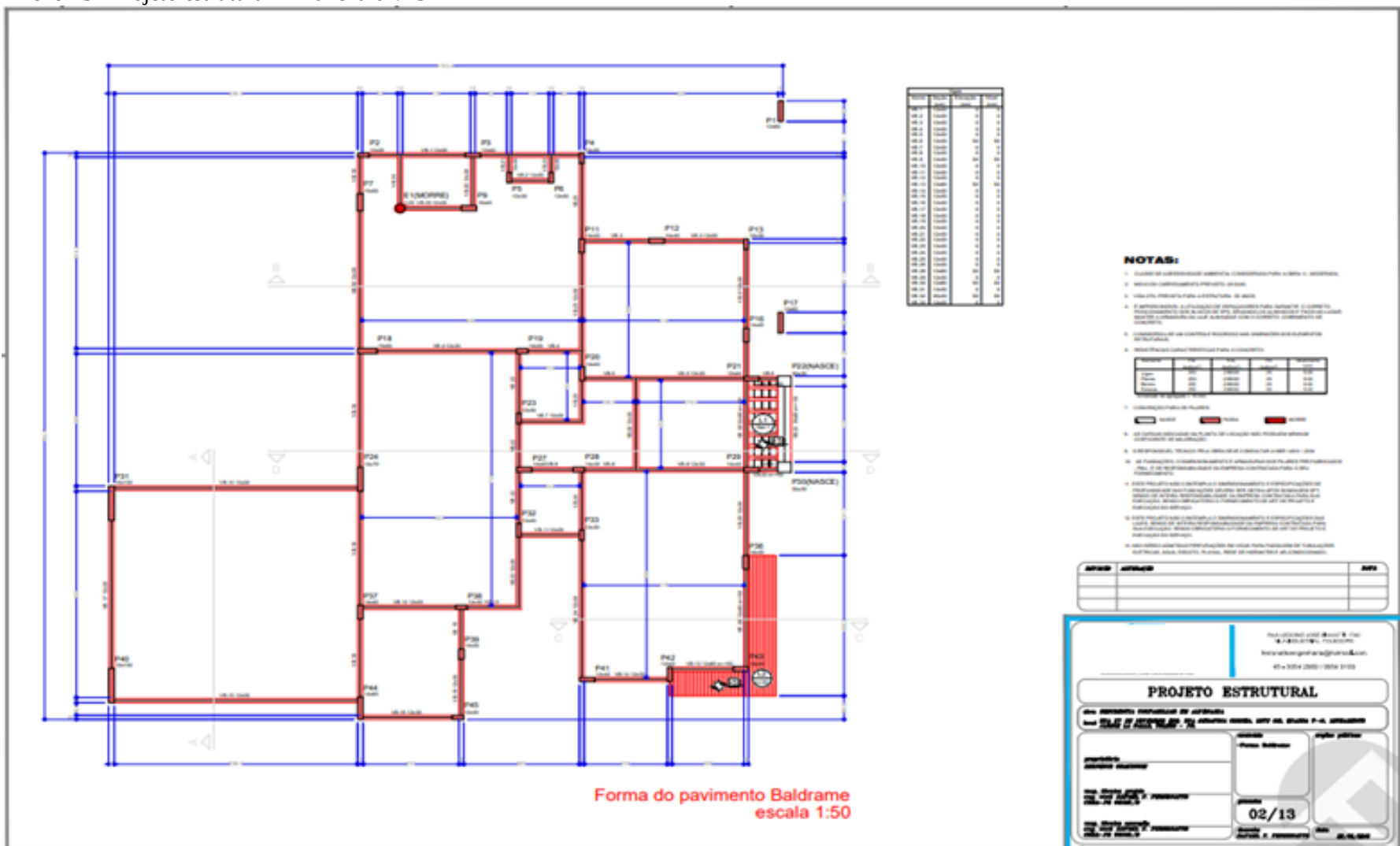
Fonte: Construtora (2018).

Anexo 12 – Projeto estrutural – Prancha 01/13



Fonte: Construtora (2018).

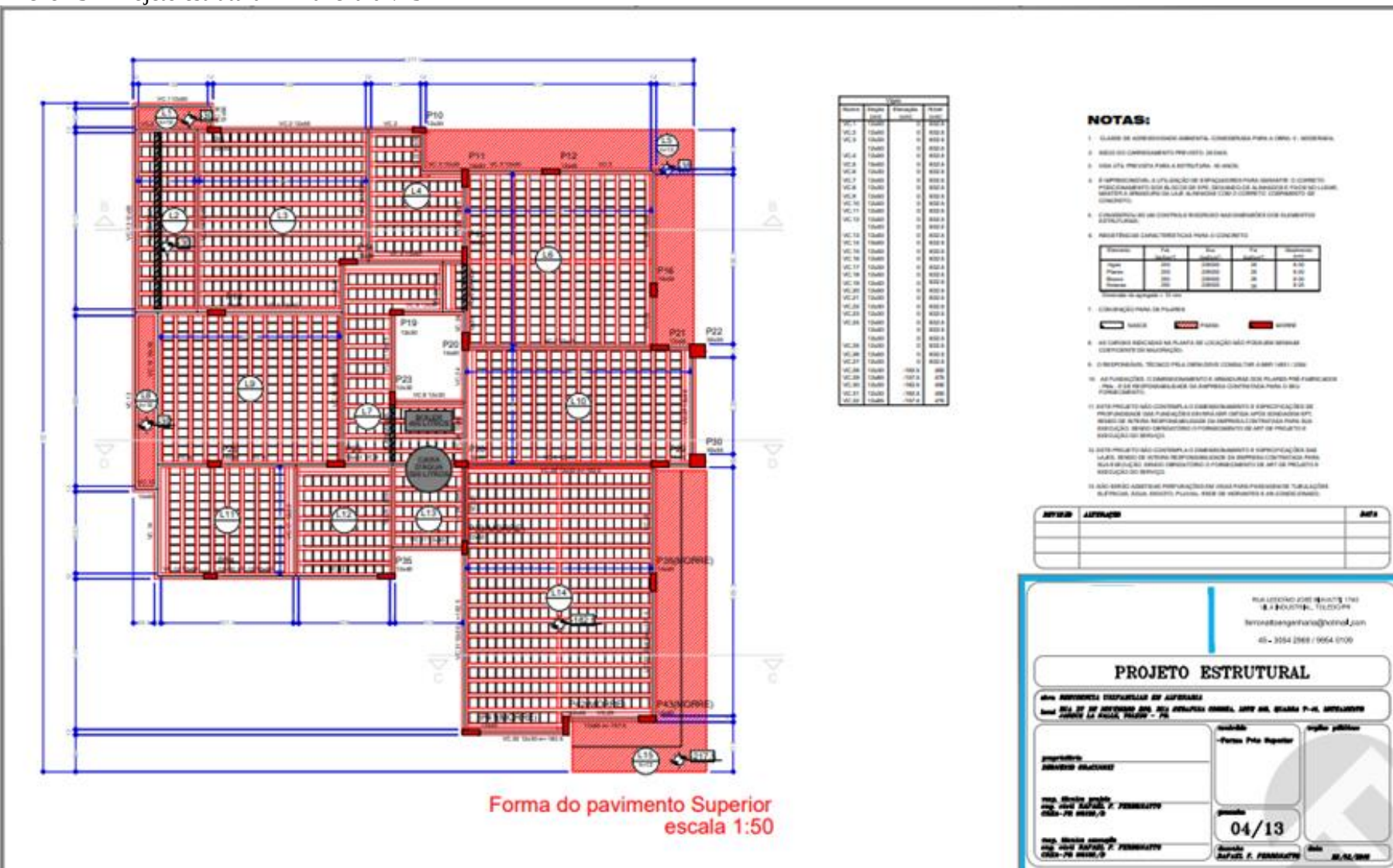
Anexo 13– Projeto estrutural – Prancha 02/13



Fonte: Construtora (2018).

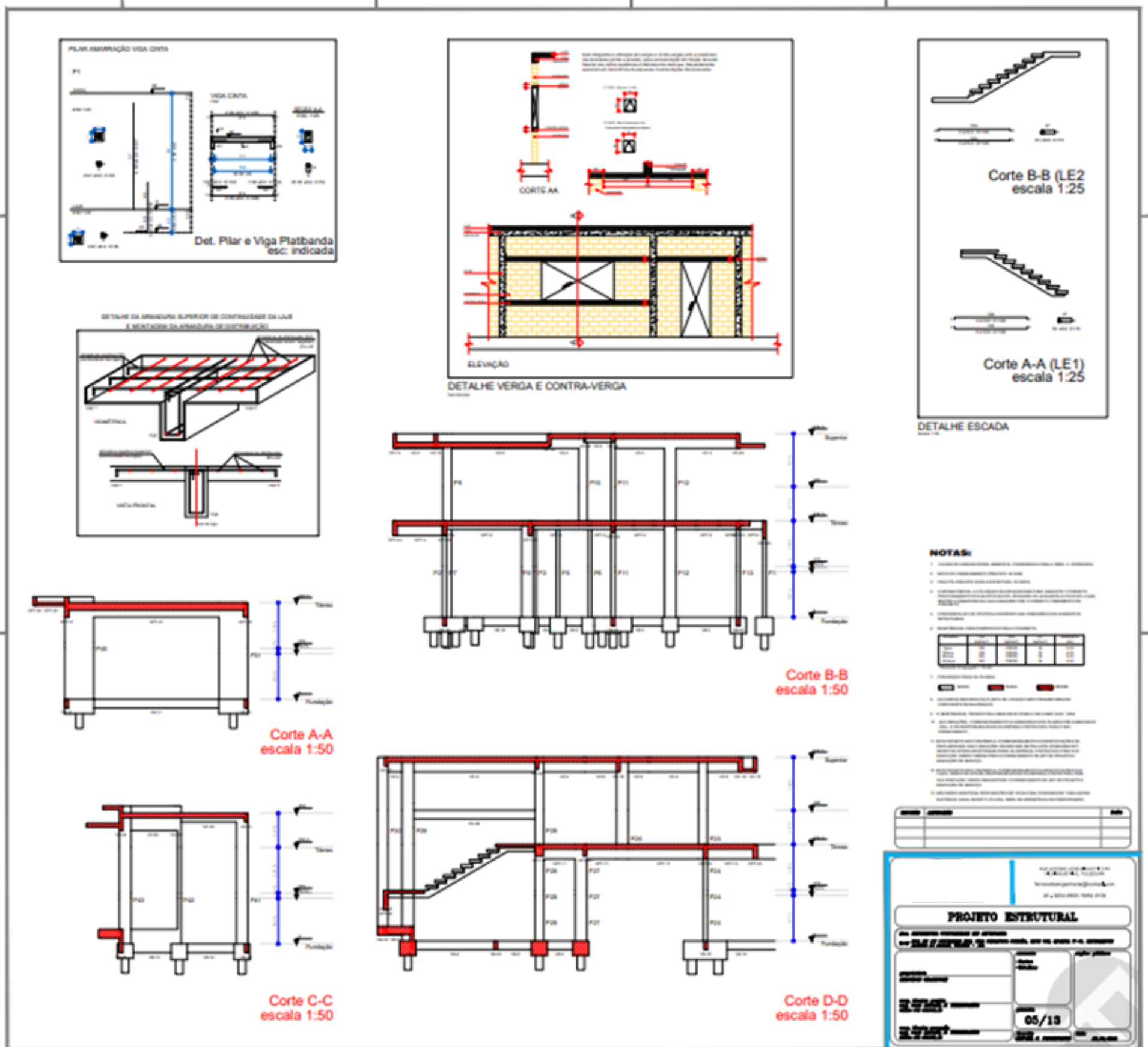
Forma do pavimento Térreo
escala 1:50

Anexo 15 – Projeto estrutural – Prancha 04/13



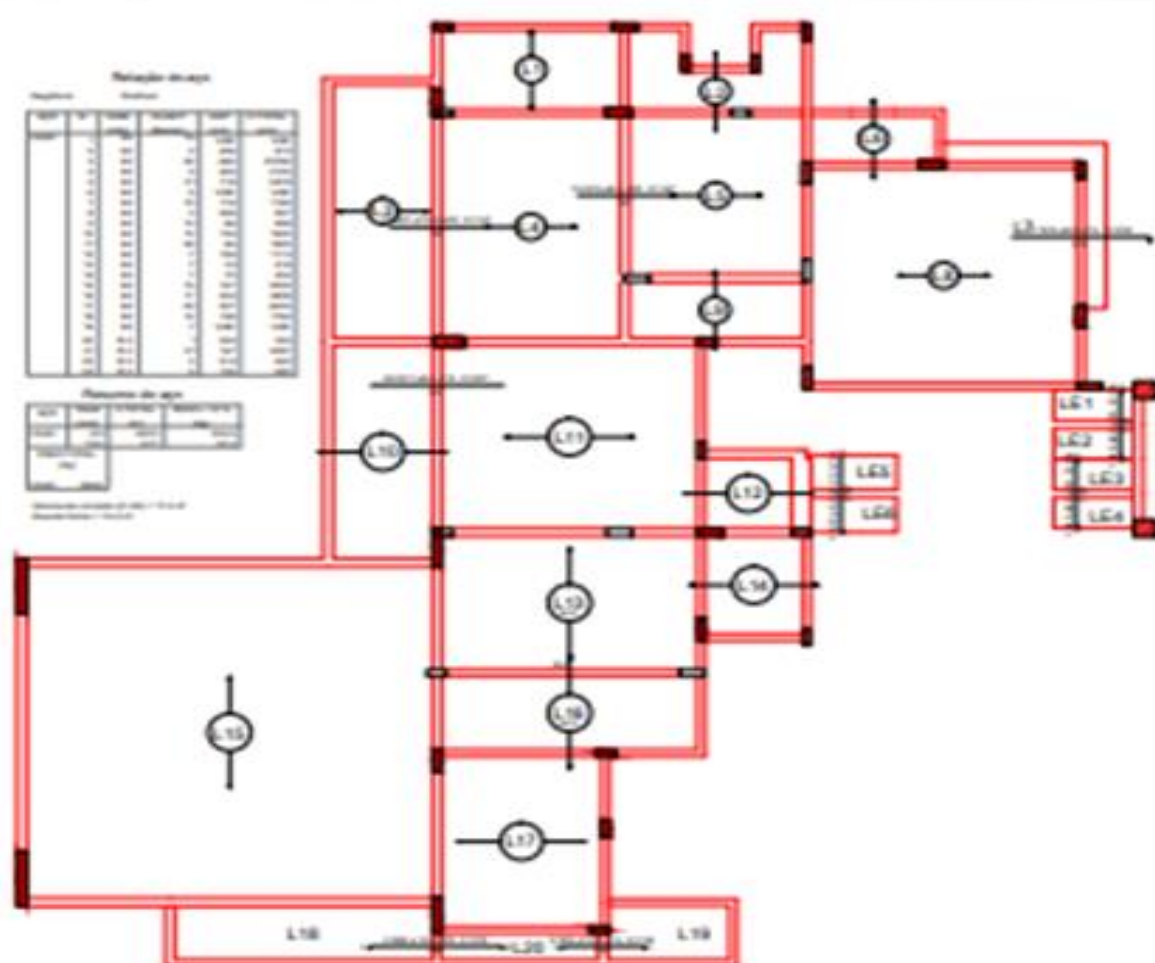
Fonte: Construtora (2018).

Anexo 16 – Projeto estrutural – Prancha 05/13

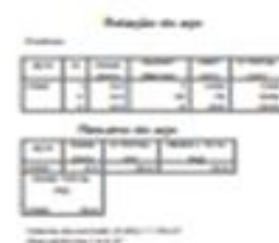


Fonte: Construtora (2018).

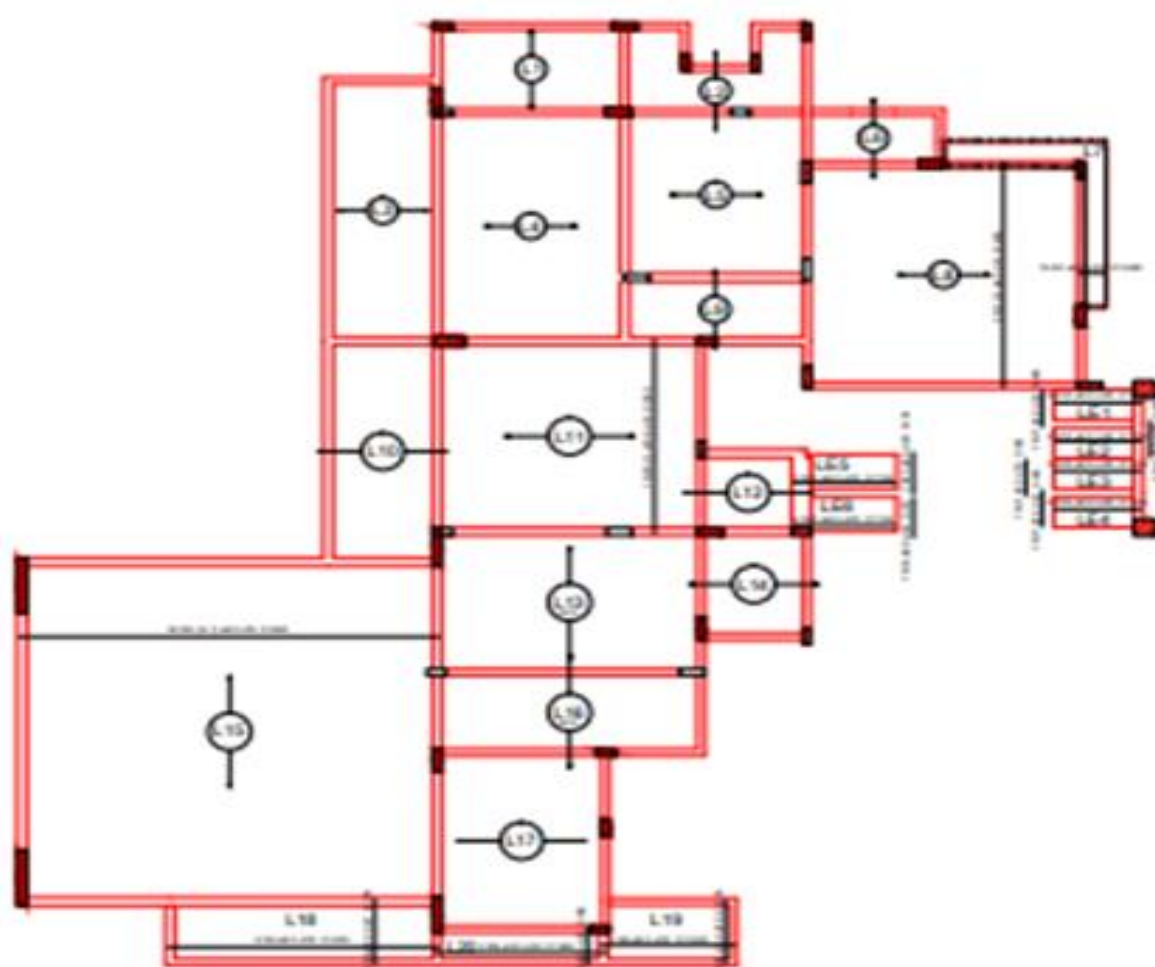
Anexo 17– Projeto estrutural – Prancha 12/13



Armação negativa das lajes do pavimento Térreo
escala 1:50



Armação positiva das lajes do pavimento Fundação escala 1:50



Armação positiva das lajes do pavimento Térreo
escala 1:50

NOTES

- [illegible]

Year	1990	1991	1992	1993	1994
1990	100	100	100	100	100
1991	100	100	100	100	100
1992	100	100	100	100	100
1993	100	100	100	100	100
1994	100	100	100	100	100

DATE	DESCRIPTION	AMOUNT

Projeto Estrutural

Projeto de Fundação

Projeto de Cobertura

Projeto de Fachada

Dados do Projeto

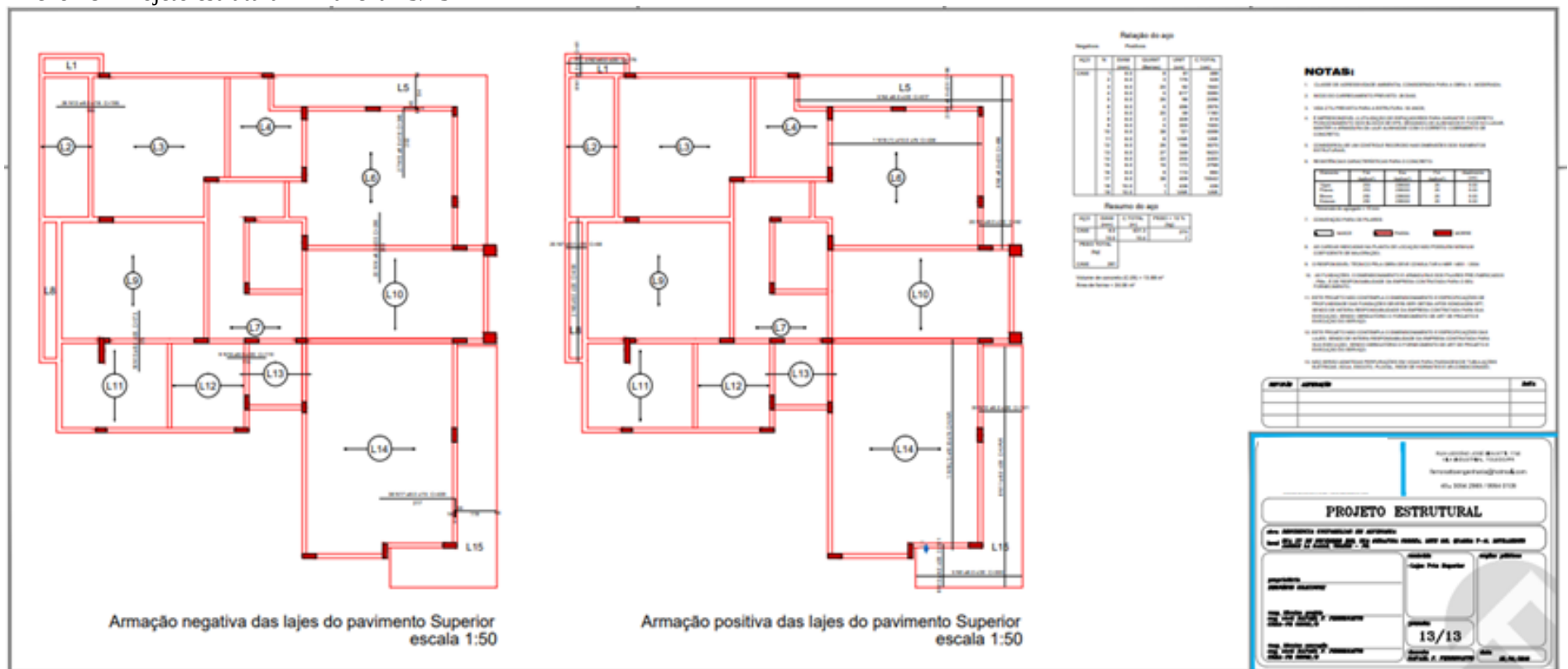
Número do Projeto

Data de Emissão

Data de Validade

12/18

Anexo 18– Projeto estrutural – Prancha 13/13



Fonte: Construtora (2018).