



SÉRGIO EDUARDO VICENTINI

TIAGO MORAIS DE SENA CAMPOS

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM PLATAFORMA
BIM: ESTUDO DE CASO DE UMA EDIFICAÇÃO
UNIFAMILIAR**

LAVRAS – MG

2021

SÉRGIO EDUARDO VICENTINI

TIAGO MORAIS DE SENA CAMPOS

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM PLATAFORMA
BIM: ESTUDO DE CASO DE UMA EDIFICAÇÃO
UNIFAMILIAR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do curso de Engenharia Civil, para o
título de Bacharel.

Prof. Dr. Andréa Aparecida Ribeiro Corrêa

Orientador

LAVRAS – MG

2021

SÉRGIO EDUARDO VICENTINI
TIAGO MORAIS DE SENA CAMPOS

COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM PLATAFORMA
BIM: ESTUDO DE CASO DE UMA EDIFICAÇÃO
UNIFAMILIAR

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do curso de Engenharia Civil, para o
título de Bacharel.

Aprovada em 24 /11/2021

Profa. Dra. Andréa Aparecida Ribeiro Corrêa

Prof. Dr. Lucas Henrique Pedrozo Abreu

Profa. Dra. Luciana Barbosa de Abreu



Prof. Dra. Andréa Aparecida Ribeiro Corrêa

Orientador

LAVRAS – MG

2021

Primeiramente a Deus, e a todas as pessoas mais próximas, que nos apoiaram em todas as etapas, nos dando forças para continuarmos.

Dedicamos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus, por ter nos conduzido ao longo de toda nossa jornada, nos mantendo firme, dando força, saúde e paciência para superar todas as dificuldades e obstáculos, sobretudo por todas as bênçãos alcançadas.

Aos nossos familiares presentes e não presentes que fizeram parte dessa conquista. Pelo apoio e por sonhar junto conosco.

Às nossas namoradas, que acima de tudo são nossas companheiras de vida, pelo carinho, paciência e incentivo durante toda jornada.

Aos nossos amigos que fizemos durante o curso, que levaremos por toda vida.

A todos os mestres pelos ensinamentos passados a nós, em especial, a nossa orientadora Prof. Dra. Andréa Aparecida Ribeiro Corrêa pelo apoio e por todo aprendizado.

E a todas as pessoas, que estiveram ao nosso lado durante esse período.

RESUMO

O setor da construção civil necessita de evolução, agilidade nas estratégias dos processos, execução da obra, inovação nos materiais e adequação ao novo mercado. Estes, exigem cada vez mais do futuro profissional, principalmente quanto a qualidade e compatibilização dos projetos. Portanto uma equipe eficiente, que compartilha e ajusta os projetos em harmonia, verificando a interação entre os mesmos em ambiente multidisciplinar, e com isso obter possibilidades de sucesso no planejamento e custo do empreendimento. A compatibilização de projetos, ainda na fase de concepção inicial identifica falhas, aponta novas possibilidades, e também soluções, melhorando assim a eficiência da obra. Posto isto, o presente trabalho tem como objetivo, apresentar a modelagem e o processo de compatibilização de projetos de uma edificação unifamiliar, buscando testar a aplicabilidade da metodologia BIM na adequação entre o projeto arquitetônico e os projetos complementares na plataforma Revit®. Diante dos resultados apresentados ficou comprovada a eficiência das plataformas BIM em obter maior vantagem competitiva, identificando conflitos na busca para a melhor solução antes da execução da obra.

Palavras chave: Parametrização. Compatibilização. BIM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Influência da valorização do projeto na execução da obra.....	17
Figura 3.2 – Como é a vista da planta baixa.....	19
Figura 3.3 – Esquema de uma estrutura com laje convencional.....	22
Figura 3.4 - Sistema Predial de Esgoto	25
Figura 3.5 – Interoperabilidade do modelo BIM.....	29
Figura 3.6 – Dimensões BIM.	30
Figura 3.7 - Efeito do uso dos <i>softwares</i> x esforço de uso.....	33
Figura 3.8 - Visão Sistêmica do Processo de Projeto	34
Figura 3.9 - Modelo 3D de um projeto Hidrossanitário.....	36
Figura 3.10 – Modelo 3D de um projeto Elétrico.....	37
Figura 4.1 - Fluxograma com as etapas de pesquisa.....	41
Figura 4.2 – Localização da Edificação	42
Figura 4.3 – Vista da Edificação em estudo.	43
Figura 5.1 – Modelagem da edificação.	44
Figura 5.2 – Renderização do Modelo da edificação.....	44
Figura 5.3 – Planta baixa pavimento Térreo	45
Figura 5.4 – Planta baixa Pavimento Superior.	45
Figura 5.5 – Vista 3D da Estrutura da Edificação em estudo.....	46
Figura 5.6 – Simulador de pressão Qibuilder para o chuveiro Detalhe H5.....	47
Figura 5.7 – Detalhe isométrico (H5) e corte frontal (C5).....	47
Figura 5.8 – Representação tridimensional da malha hidrossanitária.....	48
Figura 5.9 – Representação tridimensional dos elementos elétricos	49
Figura 5.10 – Modelo arquitetônico e estrutural	50
Figura 5.11 – Elementos estruturais com a malha hidrossanitário	51
Figura 5.12 – Tubulação de alimentação passando diretamente pela viga	52
Figura 5.13 -. Tubulação de água fria e quente passando pela viga	53
Figura 5.14 – Tubulação de esgoto passando pela viga	53
Figura 5.15 – Tubulação de esgoto cozinha passando pela viga.....	54
Figura 5.16 - Tubulação de esgoto banheiro passando pela viga	55
Figura 5.17 – Modelo arquitetônico com a malha elétrica.....	56
Figura 5.18 – Modelo estrutural com a malha elétrica.....	56
Figura 5.19 – Sobreposição de pontos elétricos e pilares	57

Figura 5.20 – Conflito entre conduítes e tubulação na laje	58
Figura 5.21 – Modelo estrutural com malha hidrossanitário e elétrica.....	58
Figura 5.22 – Sobreposição do conduíte na tubulação hidráulica e pilar.....	59
Figura 5.23 – Sobreposição do conduíte com tubulação hidráulica.	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Distribuição dos custos e falhas.....	17
Tabela 3.2 – Etapas do processo do projeto	21

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BIM	Modelagem da Informação da Construção
CAD	Desenho Assistido por Computador
CPVC	Cloreto de Polivinil Clorado
NBR	Norma Brasileira
PVC	Policloreto de Vinila
2D	Duas dimensões
3D	Três dimensões
4D	Quatro dimensões
5D	Cinco dimensões
6D	Seis dimensões
7D	Sete dimensões
8D	Oito dimensões
9D	Nove dimensões
10D	Dez dimensões

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	11
1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVO GERAL.....	15
2.1 Objetivos Específicos.....	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1 Projetos.....	16
3.1.1 Projeto Arquitetônico.....	18
3.1.2 Projeto Estrutural	21
3.1.3 Projeto Hidrossanitário	23
3.1.4 Projeto Elétrico	26
3.2 BIM/ <i>Softwares</i>	27
3.2.1 AutoDesk Revit	31
3.2.2 AutoDesk Autocad.....	34
3.2.3 QiHidrossanitário.....	35
3.2.4 QiElétrico	36
3.3 Compatibilização de Projeto	37
4 METODOLOGIA	39
4.1 Método Da Pesquisa	39
4.1.1 Estruturação do Estudo	39
4.2 Desenvolvimento do Estudo de Caso	42
4.2.1 Do objeto de estudo	42
4.2.2 Visita ao local	42
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
5.1 Modelagem do Projeto Arquitetônico.....	44
5.2 Modelagem do Projeto Estrutural.....	46
5.3 Projeto Hidrossanitário	46

5.4	Projeto Elétrico.....	48
5.5	Compatibilização	50
5.5.1	Arquitetônico x Estrutural.....	50
5.5.2	Arquitetônico e Estrutural x Hidrossanitário.....	51
5.5.3	Arquitetônico x Elétrico.....	55
5.5.4	Estrutural x Elétrico.....	56
5.5.5	Elétrico x Elétrico	57
5.5.6	Arquitetônico, Estrutural e Hidráulico x Elétrico.....	58
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
	REFERÊNCIAS.....	601
	ANEXOS.....	607

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos setores com maior investimento da economia brasileira. Apesar dos grandes progressos tecnológicos e inúmeras transformações, muitos profissionais dispensam o uso dessas tecnologias que propiciam a diminuição de custos e fornecem projetos de melhor qualidade, contudo, acabam optando pelo método tradicional, seguindo com vícios construtivos.

O processo de elaboração de projetos tem suma importância quanto a eficiência, o desempenho, a qualidade na entrega do produto e no prazo de execução da obra. Além disso, Fabrício (2002) afirma que, a concepção e o projeto também estão atrelados a sustentabilidade do produto. A falta de interação entre os projetos/projetista com a execução da obra, favorece o aparecimento de falhas em projetos, provocando custo desnecessários e atraso no cronograma.

Possíveis erros gerados na etapa de elaboração do projeto, como por exemplo (...), são citados por Maciel e Melhado (1996), estes são responsáveis por 60% das patologias na construção. Solano (2005) afirma que, tais erros podem ser evitados na fase de desenvolvimento de projeto ou mesmo resolvidos durante a execução da obra.

Com o intuito de conter gastos inesperados e reduzir a imprevisibilidade e o retrabalho, bem como, obter produtividade ajustando-se aos parâmetros normativos, as empresas utilizam de técnicas e procedimentos como a compatibilização.

A compatibilização de projetos, gerencia e integra os vários projetos de determinada obra, visando o perfeito ajuste entre os mesmos, com o objetivo de minimizar os conflitos, simplificar a execução, otimizar os materiais, o tempo, a mão de obra e pôr fim a manutenção (CALLEGARI, 2007).

Essa técnica inicialmente se baseava na sobreposição de plantas em duas dimensões (2D), buscando encontrar as interferências, bem como, uma boa forma de estudar e analisar os possíveis erros, porém, pode ser um processo desgastante. Com a evolução dos programas computacionais, surgiram os *softwares* responsáveis pela tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) isto é, Modelagem de Informação da Construção. Este conceito, possibilita a geração de um modelo virtual da edificação, antes mesmo da sua execução, gerando elementos inteligentes e totalmente compatíveis com o real. Sobretudo, é um processo menos susceptível a erro, facilitando a percepção de incompatibilidades entre os projetos, e uma

redução de gastos, gerando uma maior produtividade por meio de um único modelo virtual (MIKALDO JR; SCHEER, 2008).

A crescente evolução desses *softwares*, abriu uma gama de melhoria nas áreas de planejamento, gerenciamento, orçamento e compatibilização de projetos (RODRIGUES et al, 2017). Observa-se em lugares como Estados Unidos e Europa, há um crescimento exponencial na formulação de modelos virtuais tridimensionais (FIESP, 2008a).

Apesar de todos esses anos de evolução, ainda se encontra uma grande rejeição para a implantação do BIM no Brasil. O fato de haver um alto custo dos *softwares*, implica na necessidade de empresas possuírem profissionais qualificados que saibam manuseá-los, e, com isto, acabam por provocar mudanças no atual sistema.

Visando edificações mais eficientes e uma possível minimização de erros durante execução da obra, além de recapitular conceitos, o presente trabalho explorou as vantagens referente ao uso da ferramenta BIM na compatibilização de projetos. Trata-se de um estudo de caso de uma edificação unifamiliar, observando os possíveis conflitos gerados pelo projeto arquitetônico, juntamente com os projetos complementares (Estrutural, Hidrossanitário e Elétrico), com o propósito de investigar os retrabalhos que por ventura existiriam, caso a compatibilização não fosse realizada.

2 OBJETIVO GERAL

Este trabalho teve como objetivo verificar a importância da compatibilização de projetos pelo sistema BIM utilizando *software* Revit®.

2.1 Objetivos Específicos

- Desenvolver a modelagem arquitetônica e a modelagem estrutural.
- Elaborar o projeto hidrossanitário e projeto elétrico sem nenhuma integração entre o modelo estrutural.
- Realizar a compatibilização entre os projetos complementares e o projeto arquitetônico através do *software* Revit®.
- Apresentar propostas de modificações para os conflitos encontrados.
- Emitir projetos finais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta conceitos fundamentais para o completo entendimento dos objetivos propostos e da metodologia. A primeira parte refere-se aos projetos desenvolvidos nas disciplinas da matriz curricular do curso. A segunda parte trata do Sistema BIM e seus conceitos/processos básicos, assim como os *softwares* usados para a elaboração desse trabalho. E por fim, a terceira e última parte aborda a compatibilização de projetos.

3.1 Projetos

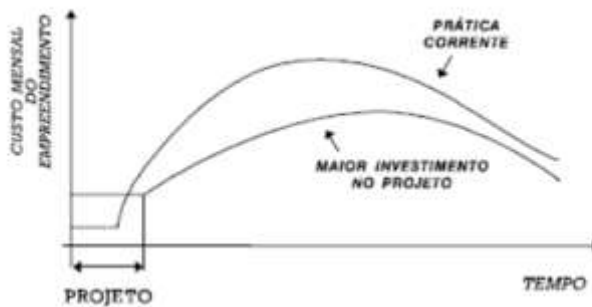
A norma NBR 5674 (ABNT, 2012), conceitua projeto como uma forma gráfica ou textual de apresentar as características de um serviço ou obra nas áreas de Engenharia e Arquitetura, definindo suas propriedades técnicas, econômicas, financeira, assim como, a sua legalidade. De acordo com Melhado (1994), projeto é também definido como atividade ou trabalho do processo construtivo, responsável pelas características físicas e tecnológicas especificadas em obra na fase de execução, bem como pelo desenvolvimento, registro e organização.

Conforme descrito na NBR 16636-1 (ABNT, 2017), elaboração de projeto é a especificação e representação prévias do objeto (urbanização, edificação, instalação predial, componente construtivo, material para construção), respeitando os princípios e técnicas. Ela descreve as etapas necessárias para um o projeto, desde o levantamento topográfico até a execução propriamente dita.

Na construção civil, o termo representa o estudo (pranchas, desenhos, gráficos, textos, especificações, etc), o planejamento e levantamento prévio de um empreendimento, afim de viabilizar e realizar a construção (NASCIMENTO; SANTOS, 2001).

A Figura 3.1 a seguir, representa o custo mensal do empreendimento através do tempo, evidenciando a economia ao investir na fase de projeto.

Figura 3.1 –Influência da valorização do projeto na execução da obra



Fonte: Melhado e Barros (1993).

Assim, a fase de projeto se apresenta de forma necessária, pois é essencial na construção civil, visto que, com sua correta execução é possível reduzir desperdícios, maximizar lucro, detectar problemas, patologias, falhas e aprimorar os métodos construtivos (SOUSA JUNIOR; MAIA; CORREIO, 2014). A fase de projetos é a primeira onde se iniciam os possíveis erros e patologias das construções (MOTTEU; CNUdde, 1989).

Os dados apresentados na Tabela 3.1 indicam que a qualidade final do produto está relacionada com a correta execução da obra em campo, alinhada também ao que foi previsto e trabalhado na fase de concepção e de projeto.

Tabela 3.1 – Distribuição dos custos e falhas.

Origens da falha	Internas (% relativa)	Externas (% relativa)
Cliente	3%	
Projeto	20%	51%
Gerenciamento	34%	
Execução	20%	26%
Materiais	20%	10%
Equipamentos	1%	
Pós-ocupações		9%
Outros	2%	4%
Total	6%	4%

(face aos custos de produção)

Fonte: Hammalund e Josephson (1992).

3.1.1 Projeto Arquitetônico

É no projeto arquitetônico, que se estuda a melhor solução para atender as necessidades do cliente e futuros usuários da edificação. O projeto visa garantir que a construção seja executada como previsto, antevendo possíveis problemas futuros (SOUZA et. al., 2018).

O mesmo autor também afirma que, o projeto é um trabalho complexo que objetiva alcançar soluções engenhosas, funcionais e econômicas, posto que é de atribuição do engenheiro ou arquiteto avaliar os conceitos técnicos que abordam a edificação. Além de responder às necessidades de seus clientes e se ajustarem coerentemente ao meio ambiente. O projeto exige também conhecimento de elementos, técnicas e estilos, para combinar forma, função e atingir os efeitos desejado.

Entretanto, o profissional necessita de conhecimentos básicos dos projetos complementares para obter premissas necessárias para a elaboração dos mesmos, visto que, são dependentes da qualidade do projeto arquitetônico. Assim, possibilitará que o responsável realize o projeto arquitetônico de forma harmônica aos projetos complementares.

Pode-se definir Projeto Arquitetônico como produção da ideia, do ambiente idealizado. Através deste é possível prevenir problemas de elaboração dos projetos e garantir que a execução da edificação saia como planejada (MIKALDO, 2006).

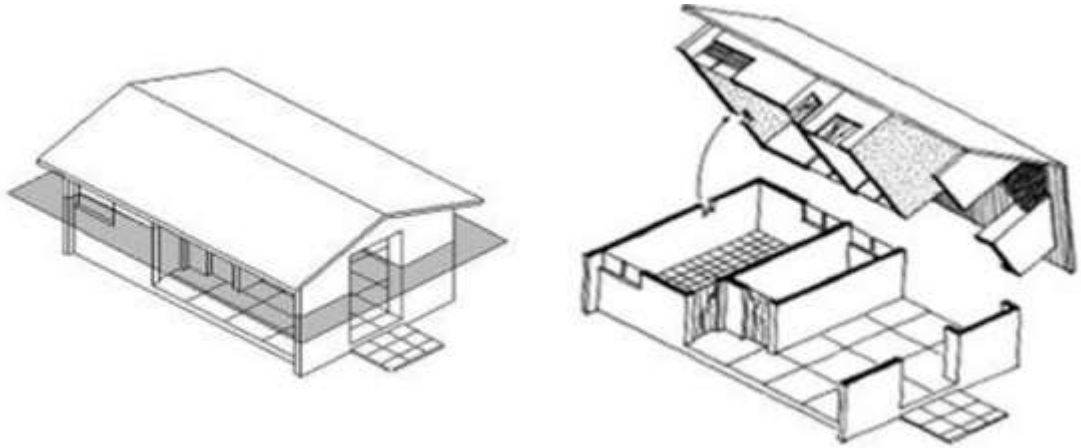
O avanço da tecnologia contribuiu para a criação de excelentes representações, como as imagens e modelagem em três dimensões através de maquete eletrônica. Diversos *softwares* permitem que o cliente tenha uma visão mais realista do seu produto, antes mesmo de iniciar as obras (RAUBER, 2005).

Conforme a NBR 6492 (ABNT, 2021), para a representação de projetos arquitetônicos, são necessários os seguintes documentos gráficos: i) planta de situação; ii) planta de implantação e cobertura; iii) planta baixa; iv) plantas de cortes; v) planta de elevações.

A planta baixa cotada dos pavimentos da edificação a ser construída, corresponde à vista superior de um corte horizontal de 1,50 metros de altura como consta na Figura 3.2. De acordo com a NBR 6492 (ABNT, 2021) deve conter também o nome dos ambientes, bem como suas dimensões, elevação frontal (fachada), corte transversal e longitudinal, detalhe de escadas e degraus, como também a dimensão do piso e espelho, se houver. Já na planta de cobertura, deve indicar as direções das águas dos telhados, implantação, contendo as distâncias dos limites do

lote. Além desses, é de suma importância conter a planta de layout, que apresenta a disposição prévia dos móveis a serem utilizados na residência.

Figura 3.2 – Como é a vista da planta baixa.



Fonte: Montenegro (1997).

De acordo com a NBR 16636-2 (ABNT, 2017) as fases de um projeto arquitetônico contemplam: levantamento de dados, programa de necessidades, estudo de viabilidade, estudo preliminar, anteprojeto, projeto para licenciamento e projeto executivo arquitetônico.

A primeira etapa é a definida como Programa de Necessidades, em que o cliente informa os seus anseios e objetivos, criando condições iniciais para sua elaboração. Logo após será definida a quantidade e dimensões dos pavimentos e ambientes, bem como também sobre orçamento destinado a obra e o prazo de entrega. E por fim, é acordado o que é viável fazer dentro do que o cliente deseja.

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

No Estudo Preliminar, é feito um esboço inicial da residência para que o projetista tenha um parecer do cliente quanto ao caminho a ser seguido no desenho. São levados em conta os principais desejos contidos no programa de necessidades. É realizado o lançamento das ideias

através de croquis e plantas. Ao se chegar a uma planta final, definida pelo projetista, essa deve ser aprovada pelo cliente para que se possa prosseguir às etapas seguintes.

Posteriormente tem-se o Anteprojeto arquitetônico, onde as dimensões e disposição dos ambientes são finalmente definidas. Será elaborado a planta-baixa de cada pavimento, com suas devidas informações, considerando todas as exigências do estudo preliminar aprovado pelo cliente. Todas as alterações devem ser feitas nesse nível de projeto, onde deve receber a aprovação final do cliente. Caso houver alterações após essa etapa, será gerado retrabalho e, portanto, custo adicional na execução. Após o término dessa etapa, inicia-se os projetos complementares feitos pelas equipes responsáveis.

O Projeto para licenciamento é o processo de aprovação junto à prefeitura local, respeitando as exigências contidas no programa de necessidades, as restrições do estado, município e condomínio, quando lhes convém. As folhas de rosto deveram seguir os padrões da prefeitura do município, que estão em vigor, para que o projeto seja aprovado e possa ser iniciado sua execução.

Por fim, tem-se o projeto executivo arquitetônico que engloba o desenvolvimento detalhado de todo o projeto, dando plena condições à execução da obra. Em outras palavras, significa tornar real o que está no papel. Trata-se de uma coleção de desenhos técnicos necessários à execução (construção, montagem, fabricação) dos elementos prediais. É nessa fase que o profissional especifica acabamentos, sistemas construtivos, materiais utilizados, pontos hidráulicos e estruturas gerais.

Sobretudo, não há um padrão entre os autores a respeito do processo de desenvolvimento de projetos, existem algumas diferenças devido ao tipo de empreendimento ou de suas dimensões. Na Tabela 3.2 estão as etapas do processo de projeto, de acordo com diferentes fontes.

Tabela 3.2 – Etapas do processo do projeto.

ETAPAS DO PROCESSO DO PROJETO			
Melhado	NBR 13531	Tzortopoulos	Rodriguez e Heineck
Idealização	Levantamento Programa de Necessidades Estudo de Viabilidade	Planejamento e concepção do empreendimento	Planejamento e concepção do empreendimento
Estudo Preliminar	Estudo Preliminar	Estudo Preliminar	Estudo Preliminar
Anteprojeto	Anteprojeto	Anteprojeto	Anteprojeto
Projeto Legal	Projeto Legal	Projeto Legal	Projeto Legal
Projeto para Produção	Projeto para Produção	Projeto para Produção	Projeto para Produção
Acompanhamento do planejamento e execução	Acompanhamento de obra	Acompanhamento de obra	Acompanhamento execução e uso
Retroalimentação a partir da entrega e uso do produto	Acompanhamento do uso	Acompanhamento do uso	

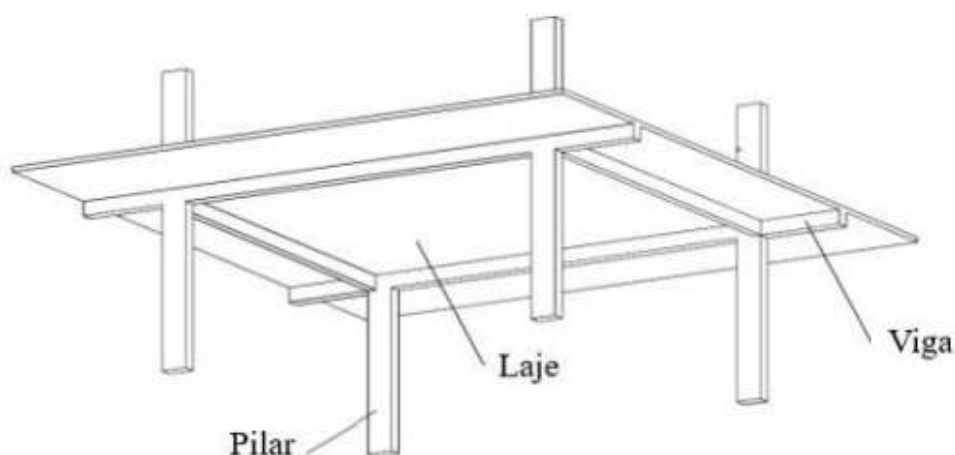
Fonte: Adaptado de Mikaldo (2006).

3.1.2 Projeto Estrutural

O projeto estrutural possui a finalidade de fornecer de forma eficaz, econômica e segura o correto dimensionamento do empreendimento, ou seja, o projeto estrutural deve concretizar a ideia inicial proposta pelo projeto arquitetônico. O profissional responsável pelo projeto estrutural deve se inteirar das particularidades apresentadas pelas normas, afim de garantir os padrões estabelecidos, visto que esse é o principal projeto que garante a integridade física da obra. Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), as estruturas de concreto devem atender aos requisitos mínimos de qualidade, sendo classificadas como capacidade resistente, ou seja, fornecer segurança quanto a ruptura, garantindo o desempenho em serviço, e se mantendo em condições usuais de trabalho durante sua vida útil, sem que venha a apresentar danos que possam comprometer parcial ou total o uso da edificação projetada, bem como a durabilidade que consiste na capacidade de resistir as influencias ambientais previstas, desde o início dos trabalhos para a elaboração do projeto. A qualidade das soluções empregadas, devem estar de acordo com os demais projetos (elétrico, hidráulico, sanitário e outros) e estarem garantidas por cada um dos profissionais responsáveis pelos mesmos.

Quanto a determinação do sistema estrutural mais adequado, deve-se levar em conta vários fatores, como a estética, a resistência e a funcionalidade. Os elementos estruturais são um conjunto de peças com a finalidade de fornecer ao empreendimento estabilidade durabilidade e segurança. Os elementos que acabam por compor um sistema estrutural convencional em concreto armado são as lajes, as vigas e os pilares, estes ilustrados na Figura 3.3.

Figura 3.3 – Esquema de uma estrutura com laje convencional.



Fonte: Adaptado de Silva (2005).

As lajes são estruturas planas bidimensionais que possuem largura e comprimento muito superiores à sua espessura, que recebem as cargas e as transferem para as vigas, que lhes servem de apoio. Já as vigas são os elementos lineares, dispostos horizontalmente ou inclinados, estas são responsáveis por receber e resistir as ações advindas das lajes, pelo peso próprio e demais cargas, tais como paredes, e com isso transmitem aos pilares, sendo sujeitas predominantemente a flexão. E os pilares, são definidos como elementos lineares de eixo reto, dispostos na vertical e sujeitos a esforços de compressão, além de receberem as ações das vigas, também resistem as ações laterais, como as provenientes do vento, e as transmitem para as estruturas de fundação.

O projeto elaborado pelo engenheiro de estruturas tem como resultado desenhos, critérios de projetos e especificações, estas informações devem estar apresentadas no próprio desenho ou em forma de memorial de cálculo. Possui como etapas a criação de um esquema ou modelo estrutural, seguidas pelas cargas presentes na estrutura e nos cálculos de esforços com possíveis deformações, já para a execução do dimensionamento deve-se atentar aos fatores de segurança e por fim apresentar os detalhes do projeto para a correta execução.

3.1.3 Projeto Hidrossanitário

O projeto de instalação hidrossanitário, tem função de fornecer as condições básicas da vida humana que é a água potável e o saneamento básico. Tal projeto pode ser dividido em projeto hidráulico e projeto sanitário. O primeiro é formado pela ramificação de redes de água fria e quente, e se divide em vários ramais com alguns ambientes distintos. Também está presente nesse projeto a alimentação que advém do alimentador predial. O segundo, corresponde a destinar os efluentes, estes são popularmente chamados de esgoto e águas pluviais, para coletor urbano ou unidade de tratamento individual.

A NBR 5626 (ABNT, 2020) e a NBR 8160 (ABNT, 2017) estabelecem que para o controle de qualidade do projeto, são necessários alguns requisitos fundamentais tais como: estudo das alternativas de traçado, atendimento às necessidades do cliente, atendimento às normas, compatibilização com os demais sistemas, análise detalhada do dimensionamento, manutenção do projeto, adequação ao detalhamento da documentação e desenhos no sentido de facilitar a execução do sistema.

O projeto hidráulico contém sistema de tubulações, equipamentos, reservatórios e dispositivos para abastecimento dos aparelhos e pontos de utilização de água da edificação, conservando a qualidade da água que o sistema de abastecimento fornece.

A elaboração do projeto de instalações hidráulicas, se baseia em premissas como: o consumo de água, os volumes, as vazões e a oferta de água. Sempre conscientizando o uso racional da água. No cenário atual com a escassez de água, ocorre a necessidade de se projetar um sistema de captações e reuso de água para amenizar o problema (BERNARDO, 1981).

As instalações hídricas e sanitárias que compõem uma edificação são projetadas e dimensionadas seguindo o projeto estabelecido pelo arquiteto/engenheiro, podendo ou não pré-estabelecer o traçado de tubos de quedas, colunas de ventilação e outros, pela posição do *shaft* que corresponde a um local específico para passagem de tubulações (CARVALHO, 2017a).

Bernardo (1981), define que o sistema de fornecimento de água pode ser direto, indireto ou misto. A escolha do tipo de sistema é de total responsabilidade do projetista.

Quando o sistema for direto, a alimentação de aparelhos, torneiras e peças são feitas diretamente através da rede de distribuição, o que apresenta maior pressão e menores gastos

com equipamentos devido à desnecessidade de uma torre de caixa d'água. Porém em caso de interrupção do sistema de abastecimento, o usuário ficará sem água.

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

O projeto hidráulico, regido pela NBR 5626 (ABNT, 2020), assim como o sanitário, devem apresentar projeto o executivo, memoriais descritivos, especificações técnicas e quantitativos. O projeto executivo deve ser composto por:

Plantas baixas de todos os níveis, inclusive cobertura, indicando as colunas de água e seus respectivos diâmetros; Detalhes como perspectivas e cortes, para melhor compreensão do sistema, contendo informações como distribuição do sistema de água, diâmetros, peças de utilização, cotas e comprimento das tubulações; alimentador predial e seu caminho até o barrilete e a distribuição do barrilete para as colunas e dispositivos necessários NBR 8160 (ABNT, 1999).

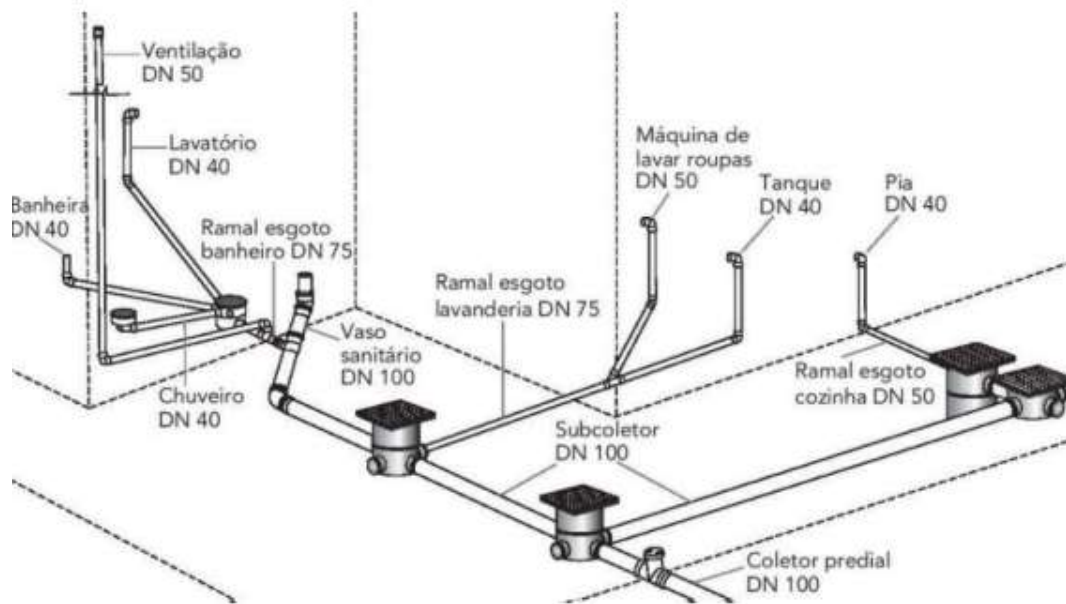
O projeto sanitário, conforme a NBR 8160 (ABNT, 2017), tem como função coletar e conduzir os dejetos provenientes do uso correto dos aparelhos sanitário a um destino adequado.

A norma ainda sugere que um sistema de esgoto sanitário deve:

- evitar a contaminação da água, de forma a garantir a sua qualidade de consumo;
- permitir o rápido escoamento dos despejos, evitando vazamentos ou formação de depósitos e acesso de corpos estranhos nas tubulações;
- impossibilitar o acesso do esgoto ao subsistema de ventilação;
- impedir que gases provenientes do interior do sistema predial de esgoto atinjam áreas de utilização;
- fixar os elementos de modo que sejam facilitadas suas eventuais inspeções e manutenções.

Os sistemas prediais de esgotos são basicamente constituídos por peças sanitárias, sifões, ralos, caixas sifonadas, ramais de esgoto, tubos de queda e de ventilação, subcoletores, caixas de inspeção, de gordura, coletores prediais e válvulas de retenção (CARVALHO, 2017a). A Figura 3.4 ilustra esse sistema.

Figura 3.4 – Sistema Predial de Esgoto.



Fonte: Carvalho (2017a).

O projeto sanitário, conforme a NBR 8160 (ABNT, 2017), é composto pelo projeto executivo, memoriais descritivos e especificações técnicas, assim como pelos quantitativos. O projeto executivo deve apresentar:

As plantas baixas dos diferentes níveis, com a indicação dos tubos de quedas, ramais e desvios, colunas de ventilação e dispositivos em geral; Planta baixa do pavimento inferior, com traçado e localização dos subcoletores, coletores prediais, dispositivos de inspeção, local de lançamento do esgoto sanitário e as suas respectivas cotas; Esquema vertical ou fluxograma geral podendo ser apresentado junto com o sistema predial de águas pluviais, sem escala, indicando os componentes do sistema e suas interligações; Plantas dos ambientes sanitários, em escala adequada, contendo também a indicação do encaminhamento das tubulações NBR 8160 (ABNT, 1999).

3.1.4 Projeto Elétrico

O projeto elétrico é elaborado com base na arquitetura na fase do projeto legal, definindo a demanda de energia elétrica que seus clientes necessitam para seu bem estar. Portanto, a planta baixa deverá possuir *layout*, ou seja, deverá contar com os possíveis aparelhos elétricos domésticos, para que o responsável pelo projeto estabeleça os pontos de tomadas, pontos de luz, quadro de distribuição, e rede de eletrodutos para distribuir os circuitos a todas as partes da edificação.

O engenheiro civil poderá desenvolver um projeto elétrico dependendo da carga demanda. A NBR 5410 (ABNT, 2008) estabelece que, a norma usada em questão, deve ser utilizada em projetos com tensão nominal a 1000 V em corrente alternada e frequência inferior a 400 Hz ou 1500 V em corrente contínua (DELESDERRIER, 2015). Caso a obra requerer propriedades superiores, o recomendado é a contratação de um engenheiro eletricista que dará todo o suporte técnico necessário à elaboração e execução do projeto.

Para Macintyre e Niskier (2000), o profissional deve estar inteirado com as normas, premissas e regulamentos que incluam informações pertinentes sobre o fornecimento de energia elétrica pela concessionária que é responsável nessa região em que a edificação será construída. Deste modo, o projeto garante a segurança, resguardando os usuários do imóvel, através do correto funcionamento do sistema.

Macintyre e Niskier (2000) e Rauber (2005), destacam que o projeto elétrico é composto pelo cálculo das cargas instaladas, dimensionamento da demanda, definição da entrada de serviço, posição de quadros medidores e caixas de passagem, a marcação dos pontos de utilização, prumadas posições de tomadas e interruptores, o sistema de recepção de TV, sistema de segurança e seção de condutores.

Segundo Creder (2016), o projeto elétrico é a representação esquematizada e detalhada da instalação elétrica, contendo a localização dos pontos de energia, o trajeto e seção dos condutores, divisão e carga de cada circuito, etc. O mesmo autor também salienta que esse projeto é composto basicamente por quatro partes: i) memorial, no qual é descrita e justificada as soluções apresentadas; ii) documentação, como plantas, detalhamentos e similares, nos quais se encontram todas as orientações para execução correta do projeto; iii) especificações,

apresentando as características técnicas do projeto, bem como as normas utilizadas; iv) orçamentação, na qual é previsto as quantidades dos materiais, custos e mão de obra.

De acordo com a NBR 5410 (ABNT, 2008), o projeto de instalações elétricas deve ser composto por: a) Plantas; b) Esquemas unifilares e multifilares; c) Detalhes de montagem, quando necessário; memoriais descritivos da instalação; d) Especificação dos componentes, como descrição, características nominais e as normas correspondentes que cada item deve atender; e) Parâmetros de projeto, conforme correntes de curto-circuito; f) Queda de tensão; g) Fatores de demanda considerados, entre outros.

Se dimensionado com as boas práticas e harmonicamente com os demais projetos complementares e com o arquitetônico, irão gerar economia e redução de possíveis problemas nas instalações (incêndios, perda de equipamentos, choques elétricos, etc.) (CARVALHO, 2017b). É essencial que o projeto elétrico seja desenvolvido juntamente com a elaboração do projeto arquitetônico, pois dessa forma obterá a compatibilização entre esses dois projetos (CARVALHO, 2017b).

3.2 BIM/Softwares

Até o presente momento não há um único conceito de BIM amplamente aceito pelos estudiosos do assunto. Entretanto, esses conceitos são semelhantes ou se complementam. O BIM também é conhecido no Brasil por Modelagem da Informação da Construção ou modelo paramétrico da construção virtual, é uma plataforma criada com o objetivo de reunir todas as informações necessárias para a elaboração de um projeto, permitindo organizar em um mesmo arquivo todos os dados, afim de possibilitar que todos os projetistas envolvidos, sejam eles, arquitetos ou engenheiros tenham acesso a esse mesmo arquivo (SILVA, 2020).

A modelagem em BIM é paramétrica, ou seja, os componentes do modelo (paredes, esquadrias, portas, etc.) não são apenas representações tridimensionais fixas ou imutáveis, mas sim dotados de parâmetros e regras editáveis, capazes de interagir uns com os outros (EASTMAN et al., 2014). Como exemplo dessa parametrização, cita-se uma parede, que pode ter sua espessura, seu comprimento, sua altura ou até suas camadas editáveis, de acordo com as necessidades do projeto.

Com esse método de modelagem, se permite trabalhar não somente com a geometria, mas também com especificidades de materiais, detalhamentos construtivos, quantitativos, fornecedores e preços entre outros, já que trabalha com materiais parametrizados.

O modelo tradicional 2D vem aos poucos sendo substituído pelo modelo 3D, visto que esse modelo economiza tempo, gastos e materiais, podendo visualizar qualquer detalhe da construção em tempo real, e permite verificar qualquer tipo de interferência. Com a tecnologia BIM é possível reunir todos os projetistas em um único espaço, diminuindo erros e visualizando a obra antes mesmo da sua execução. (GBCAD, 2017).

A utilização do BIM otimiza grande parte do tempo de trabalho, com poucos cliques podem ser gerados, plantas, detalhes, elevações e especificações. Todo o planejamento da construção deve ser sincronizado para sua visualização em tempo real.

Segundo Eastman et al. (2014), para que a adoção da metodologia BIM tenha sucesso é preciso que haja fundamentação na modelagem paramétrica e na interoperabilidade. Essa última, é necessária para que possa haver um compartilhamento mútuo de informações e modelos de projetos mesmo que feitos em diferentes *softwares*.

Seguindo essa premissa de interoperabilidade, foi criado um formato de arquivo digital aberto, denominado de IFC, que traz a proposta de poder ser lido por todos os *softwares* que se baseiam no conceito BIM, sem que haja perdas de informação de dados na conversão para este formato (BUILDING SMART, 2019).

A interoperabilidade é definida como a possibilidade de alterar e transferir informações de um mesmo modelo e de maneira transparente (SINFIC, 2006).

Os arquivos no formato IFC utilizam a linguagem XML com o propósito de representação de dados, sendo de suma importância para restauração, armazenamento e transferência de informação de dados, possibilitando a troca de documentos de diferentes programas usando estrutura comum (JACOSKI, 2002).

Na Figura 3.5 podemos ver que a interoperabilidade garante que as informações sejam compartilhadas entre os diferentes colaboradores do projeto em todas as fases da edificação.

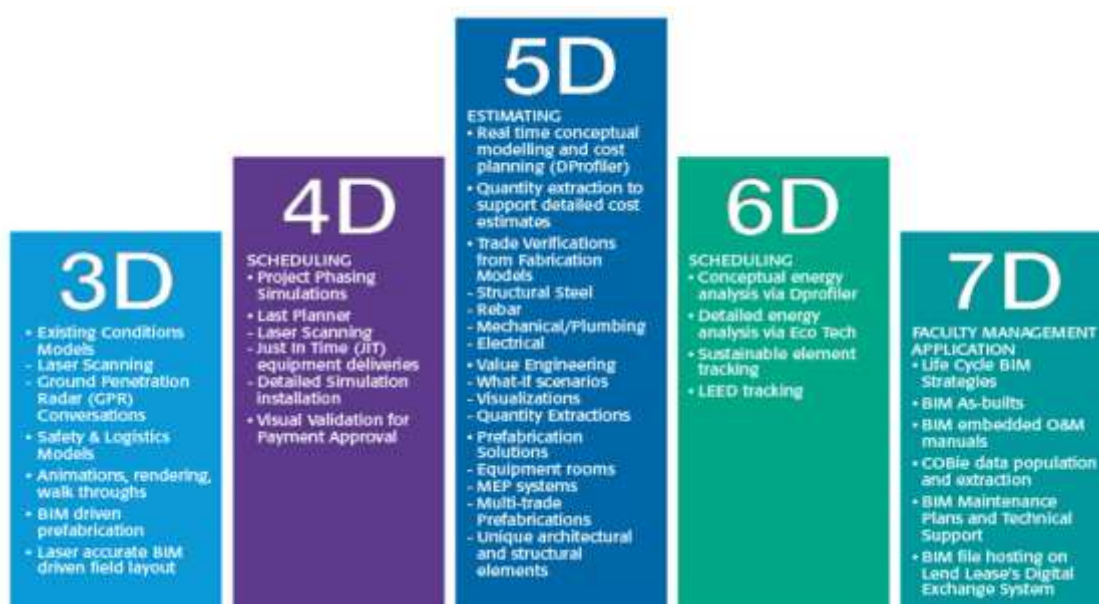
Figura 3.5 – Interoperabilidade do modelo BIM.



Fonte: Lima (2014).

Com o BIM, é possível criar sistemas que propiciam a interação de todos os envolvidos em cada etapa do ciclo de vida da edificação. Assim, o BIM é dividido em dimensões, de acordo com a etapa da construção (SILVA, 2020). Ainda não se sabe o número limite de dimensões, por isso, normalmente, refere-se ao número de dimensões como “nD”, ou seja, um número “n”, ainda desconhecido, de dimensões (SILVA, 2020). A dimensão 2D não é exclusiva do BIM, pois trata-se de representações planimétricas, como plantas baixas (TEIXEIRA, 2020). É comum afirmar que as dimensões do BIM são: a 3D (modelagem), 4D (cronograma), 5D (orçamentação), 6D (sustentabilidade), 7D (gestão das instalações), 8D (segurança no trabalho), 9D (*lean construction*) e 10D (construção industrializada) (DARÓS, 2019).

Figura 3.6 – Dimensões BIM



Fonte: Hamed (2015)

A dimensão 3D possibilita a criação de um modelo tridimensional da edificação, proporcionando a integração entre as diversas disciplinas (hidrossanitária, elétrica, estruturas, etc.) e, portanto, viabiliza a compatibilização dos projetos, pois é possível detectar incompatibilidades entre eles (DARÓS, 2019).

No 4D, tem-se as características do 3D, contudo é adicionada a variável “tempo”. Assim, consegue-se acompanhar o cronograma, simular o estágio no qual a obra estaria em um determinado dia, conforme o cronograma (SILVA, 2020).

O 5D é a fase orçamentária, que é definida ainda no modelo inicial, com a obtenção de custos aproximados que, sendo atualizados com o desenvolvimento do projeto, tornam-se o orçamento real do empreendimento (SILVA, 2020).

O 6D são todos os processos e tecnologias, presentes no modelo, que contribuem com a sustentabilidade (DARÓS, 2019).

O 7D trata da gestão das instalações, e essa dimensão só poderá atingida após o término da construção, sendo uma representação exata da mesma.

Já o modelo BIM 8D, é adicionada a variável segurança, com o intuito de prevenir acidentes na obra, apontando os elementos de riscos presentes no modelo (DARÓS, 2019).

Nas dimensões 9D e 10D ainda estão sendo estudadas, portanto não se sabe o limite de suas aplicações. A 9D trata do *Lean construction*, (para o português, construção enxuta), no qual procura-se evitar desperdícios e retrabalhos nos processos construtivos. Entretanto, a 10D trata-se de todos os dados gerados em todas as dimensões, visando otimizar, durante todo ciclo de vida do ativo, os processos construtivos (DARÓS, 2019; SILVA, 2020).

Apesar de todos os benefícios, o CAD bidimensional ainda é o tipo de ferramenta mais comum quando se trata no desenvolvimento de projetos, tanto nos arquitetônicos quanto nos complementares, visando obter a documentação final do projeto, em que representa todo o conteúdo técnico final das disciplinas. (FERREIRA; SANTOS, 2007 apud GOES, 2011).

Este trabalho apenas utilizará a dimensão 3D, pois é nessa dimensão que se aborda a compatibilização de projetos.

3.2.1 AutoDesk Revit

Os primeiros esboços sobre o *software* surgiram na década 90, por dois engenheiros, Leonid Raiz e Irwin Jungreis, na empresa Charles River *Software*, situada em Massachussets, EUA. Em 2000, a Charles River *Software* foi renomeada para *Revit Technology Corporation*, apresentando a primeira versão comercial, e em 2002 foi vendido para a Autodesk® (DRC, 2017).

O Revit® é o mais promissor entre os *softwares* do segmento BIM. Esse mesmo dispensa a criação de diversos desenhos, imagens e tabelas, como nos *softwares* CAD para execução de um projeto, mas sim, um modelo digital central único, no qual se extrai todas as informações pertinentes para execução e manutenção da obra (BRAMANTE, 2013).

Essa ferramenta tem a finalidade de possibilitar aos profissionais projetar e documentar construções por meio da criação de um modelo tridimensional paramétrico, que apresente informações geométricas ou não, do desenho e da construção. É possível elaborar modelos com recursos para modelagem, levantamento de quantitativos, geração de legendas e tabelas, também é possível renderizar e realizar passeios interativos, chamados de *walkthroughs* (CBIC, 2016). Todas as informações de qualquer modelo são arquivadas num único banco de dados, possibilitando que as alterações sejam refletidas automaticamente em todo o modelo.

O Revit é dividido em três disciplinas, *Revit Architecture*, *Revit Structure*, *Revit MEP* (mecânico, elétrico e hidráulico).

No *Revit Architecture* é possível desenvolver projetos arquitetônicos, de maneira que o engenheiro ou arquiteto responsável pelo projeto possa elaborar um modelo arquitetônico de maneira intuitiva com base em famílias paramétricas. É nessa versão que é gerada a compatibilização, criando e otimizando um modelo 3D com opção de exportar e importar.

O *Revit Structure* busca a modelagem e o detalhamento dos elementos estruturais, como sapatas, pilares, vigas, entre outros. É importante salientar que tal processo não realiza o dimensionamento estrutural, essa função fica a cargo de *softwares* específicos.

O Revit® MEP oferece recursos para a modelagem de instalações Mecânicas, Elétricas e Hidráulicas (AUTODESK, 2018).

Duarte (2016) afirma que, uma das principais utilidades que o Revit possui está associada à rapidez na elaboração do projeto, obtenção de quantitativos e gerenciamento de custos. Em termos de elaboração do projeto, por exemplo, pode-se obter automaticamente os cortes, elevações e visualizações 3D renderizada.

O mesmo autor salienta que uma outra grande vantagem do Revit é trabalhar com componentes paramétricos:

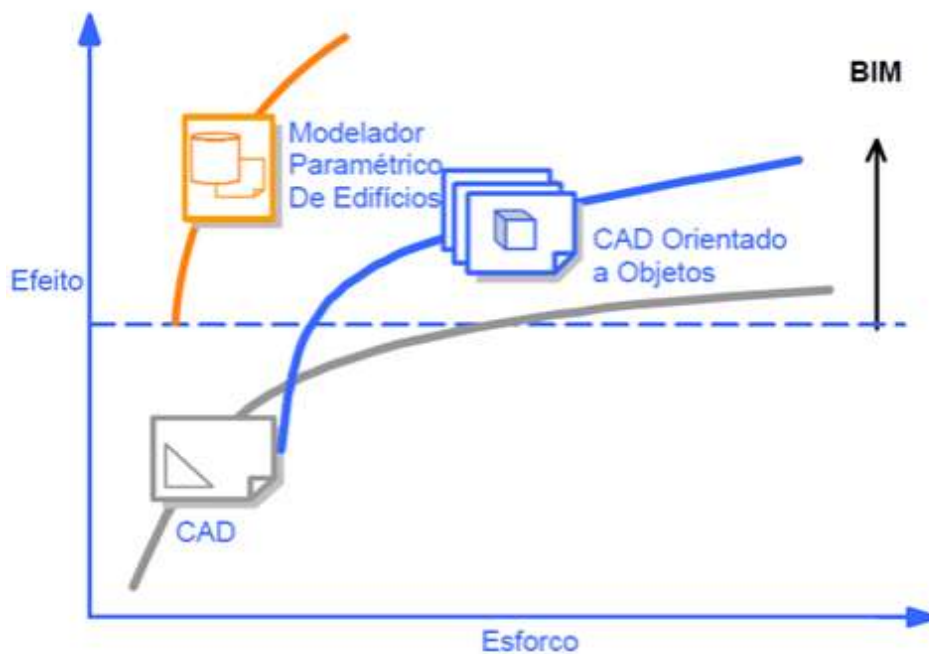
Todos os elementos construtivos projetados no Autodesk Revit Architecture, têm parâmetros associados aos mesmos. Num programa que roda numa plataforma BIM, os objetos passam a conter informações anexadas aos mesmos (alguns chamam de objetos inteligentes), informações estas usadas por outros projetistas que estão envolvidos no projeto. Estes objetos carregam anexadas as informações necessárias para a execução de um projeto, através de tabelas e vistas perspectivadas (vistas em 3D), e não apenas vistas em projeção (ou vistas 2D). Modificações feitas em uma tabela, ou em qualquer prancha ou partes do desenho, são automaticamente atualizadas em tudo que se relaciona ao projeto. (DUARTE, 2016).

Mesmo com inúmeras vantagens, o elevado custo do *software*, torna-o laborioso para empresas e autônomos da área, o que acaba por dificultar a implementação devido ao alto custo, além do tempo de aprendizado. A cultura estabelecida da utilização do autoCAD também

contribuiu para a não disseminação do Revit, entretanto, o investimento no *software* é resposto em pouco tempo (JUSTI, 2008).

A Figura 3.7 representa o resultado do uso dos *softwares* versus o esforço do seu uso. Dentre eles o Revit se sobressai com mais retorno e menos trabalho, em outras palavras, os resultados serão mais rápidos após a sua implantação, mesmo que o tempo para adaptação dos usuários seja prolongado (JUSTI, 2008).

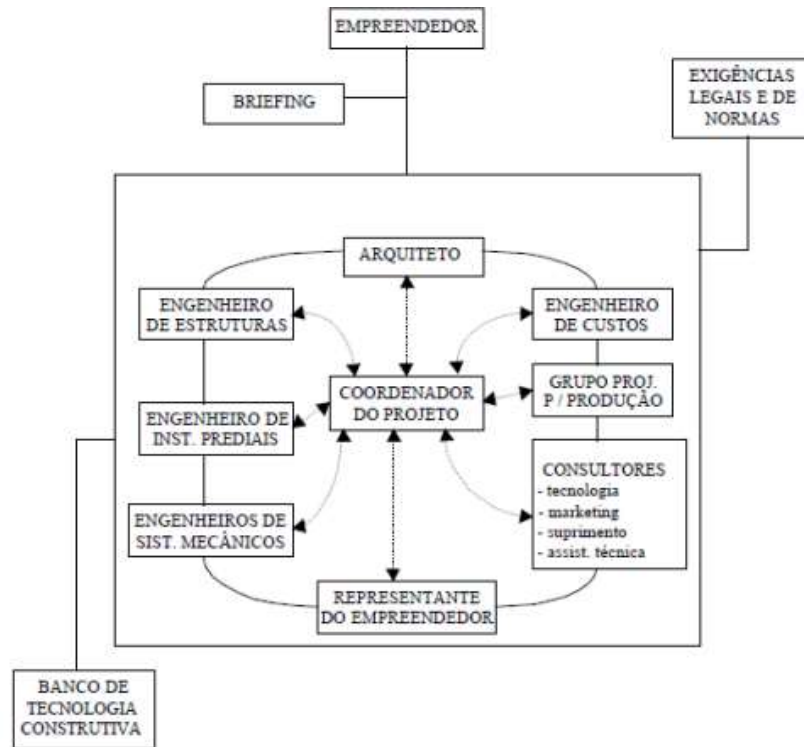
Figura 3.7 – Efeito do uso dos *softwares* x esforço de uso



Fonte: Justi (2008)

A representação de como uma equipe multidisciplinar, formada por todos os agentes participantes do processo de elaboração de uma edificação, devem se relacionar, baseando em uma perspectiva sistêmica do projeto, como reproduzida na Figura 3.8.

Figura 3.8 – Visão Sistêmica do Processo de Projeto



Fonte: Melhado et al. (2005)

3.2.2 AutoDesk Autocad

O sistema CAD é caracterizado pelo uso da tecnologia para o desenvolvimento de projetos, substituindo o rascunho manual. A Autodesk, empresa responsável pelo AutoCad®, foi criada em 1982 ao lançar o AutoCad® R1, este foi o *software* pioneiro na plataforma CAD, além de ser o programa em CAD com maior uso pelos profissionais de engenharia e arquitetura atualmente (AUTODESK, 2021).

Segundo Ayres Filho e Scheer (2007), o AutoCad® foi o que melhor se adaptou à essa época, por demandar uma menor quantidade de processamento, o que favorecia devido aos computadores da época possuírem capacidade de processamento baixa, e este *software* permitia representação de informações através de linhas, arcos, pontos e outras geometrias primitivas.

De acordo com Scheer, et al (2007), o CAD foi uma das inovações tecnológicas mais importantes, pois tornou possível a visualização de projetos através de modelagem geométrica. Souza et al (2009), destaca o surgimento do sistema, que ocorreu na década de 1980, e se deu

a partir de códigos de programação de sistemas para a criação de projetos, que foram inseridos em uma calculadora.

O AutoCad® permite ao usuário a elaboração de desenhos planimétricos (2D), com a utilização de gráficos vetoriais e em 3D com modelagem de superfícies sólidas. No AutoCAD também é possível realizar customizações de funções, programáveis em “*AutoLISP*”, que é uma variação do Visual Basic. (VOLPATO, 2015).

Esse *software* é fundamental para a concepção do projeto arquitetônico, na medida em que são estudados os volumes e formas, posteriormente para o detalhamento do projeto. Dessa forma, vários *softwares* utilizados para projetos complementares recaem no AutoCad® para os ajustes finais.

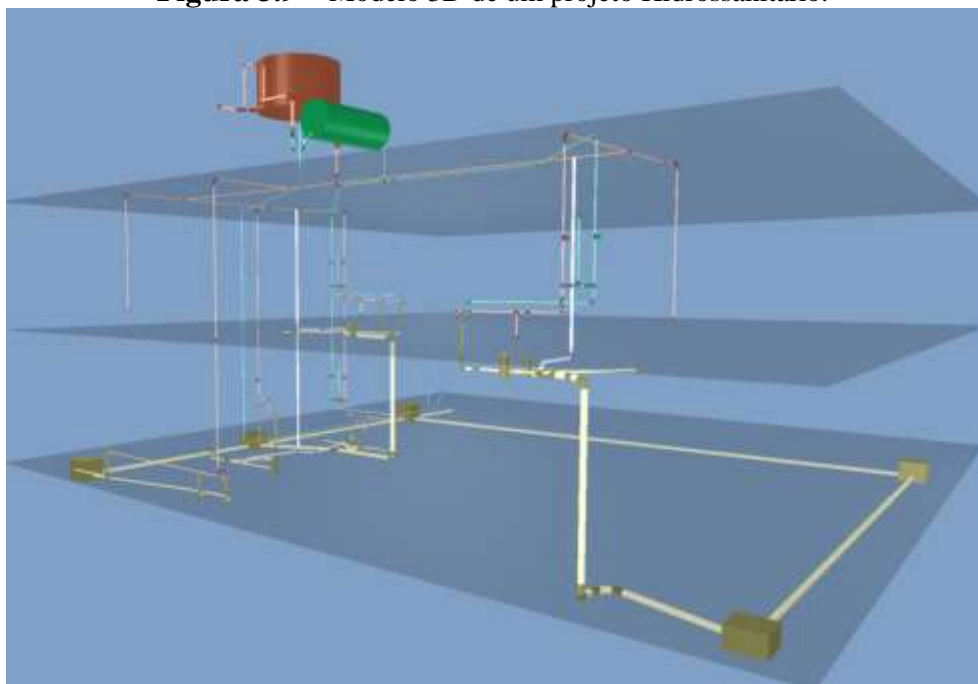
3.2.3 QiHidrossanitário

Para o desenvolvimento do projeto hidráulico e sanitário a empresa Alto Qi fornece o *software* QiHidrossanitário®. Esse programa é o aperfeiçoamento do Hidros® V4, o primeiro da plataforma QiBuilder®. Foi desenvolvido pela empresa justamente para integração entre os projetos, utilizando a plataforma BIM, com a finalidade de desenvolver projetos de instalações hidráulicas e sanitárias. O dimensionamento da rede hidráulica atende os critérios das normas NBR 5626 (ABNT, 1998) e NBR 7198 (ABNT, 1993) e o da rede sanitária basea-se nas prescrições da NBR 8160 (ABNT, 1999) e NBR 7229 (ABNT/1993).

Ele apresenta o lançamento dos componentes hidráulicos como um todo, abrangendo todos os pavimentos, possibilitando a visualização em 3D do conjunto, além de possuir um ambiente CAD integrado. Contudo, permite o lançamento, dimensionamento e detalhamento das tubulações e instalações hidráulicas e sanitárias. Através dos tubos e conexões o programa identifica o fluxo, o cálculo das vazões e as perdas de cargas nos trechos. Este possui a função de cadastro de peças, agrupando dados de simbologia, dimensionamento e listagem de materiais. O programa gera plantas, detalhamentos isométricos, cortes para o projeto hidráulico e plantas de detalhamentos para o sanitário, além das listas de materiais e simbologias para ambos (ALTOQI, 2021)

Modelo 3D de um projeto hidrossanitário de uma edificação representada pela Figura a seguir.

Figura 3.9 – Modelo 3D de um projeto Hidrossanitário.



Fonte: dos Autores (2021).

3.2.4 QiElétrico

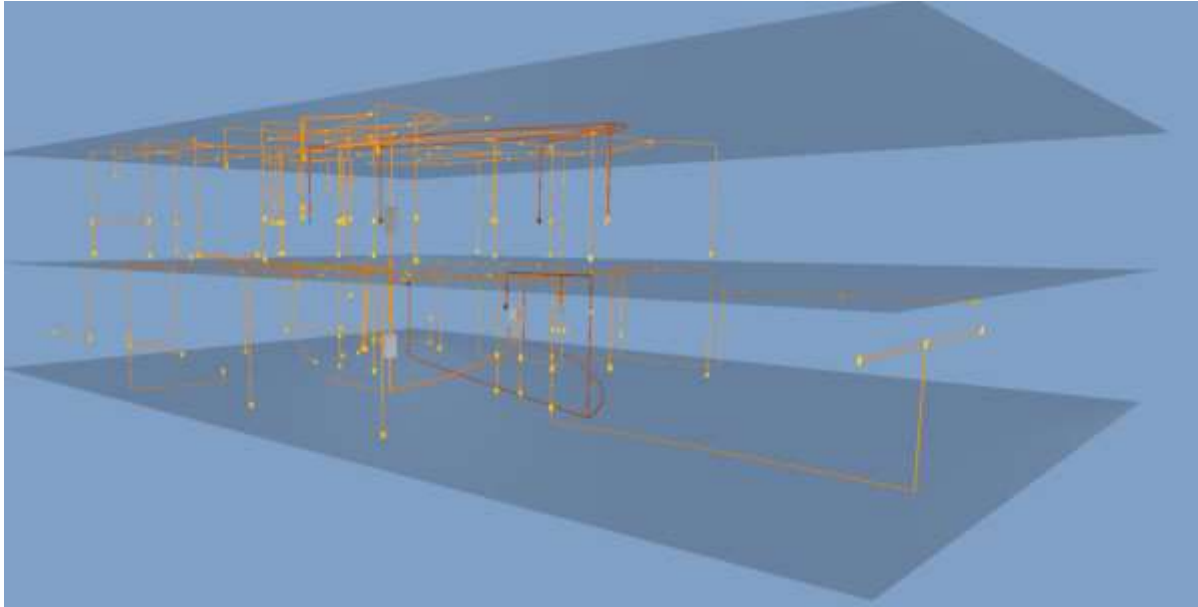
Para o desenvolvimento do projeto elétrico a empresa Alto Qi fornece o *software* QiElétrico®. Esse programa é o aperfeiçoamento do Lumine® V4, e também pertence plataforma QiBuilder®. É utilizado para a concepção de projetos elétricos de baixa tensão, seguindo as premissas das normas brasileiras NBR 5410 (ABNT, 2008).

O QiElétrico® permite a contemplação do lançamento de elementos elétricos, interruptores, quadros, conduítes e fiação. Este *software*, após o lançamento de todos os elementos, insere e dimensiona em uma única aplicação, os condutores de todos os pontos do projeto. Dispõe de recursos de modelagem, dimensionamento, compatibilização e detalhamento do projeto na parte elétrica. Possui a função de cadastro de peças, agrupando dados de simbologia, dimensionamento e listagem de materiais.

O programa ainda concebe plantas da edificação, desenhos atualizados automaticamente a qualquer modificação, como a lista de materiais, diagramas unifilares e multifilares, quadro de cargas, assim como os detalhamentos necessários para a execução do projeto, todos a partir das plantas lançadas (ALTOQI, 2021).

A Figura 3.10 representa o modelo 3D de um projeto elétrico de uma edificação.

Figura 3.10 – Modelo 3D de um projeto Elétrico.



Fonte: dos Autores (2021).

3.3 Compatibilização de Projeto

De acordo com Mikaldo e Scheer (2008) a compatibilização de projetos possibilita soluções integradas entre diversos sistemas de uma edificação, fazendo com que os projetos de disciplinas diferentes sejam compatíveis. A Compatibilização pode ser definida como a integração harmônica dos sistemas que ocupam um mesmo espaço, isto é, sem conflitos entre si, e que possuam dados confiáveis compartilhados até a finalização da obra (GRAZIANO, 2003).

Para Callegari e Barth (2007), a compatibilização de projetos representa à minimização de possíveis falhas que ocorrem na fase de concepção, até a fase de execução da edificação.

Entretanto, entende-se que a compatibilização, é a uma atividade que incorpora os projetos de uma edificação de forma que todos tenham um padrão e ajuste perfeito sem falhas, garantindo a qualidade do empreendimento.

Mikaldo (2006), afirma que um dos principais motivos para que surgisse a necessidade da compatibilização de projetos, foi a dissociação das disciplinas que compõem as atividades de projetos ao longo dos anos.

O custo para elaborar uma compatibilização de projetos em uma edificação, representa de 1% a 1,5% da sua construção. No entanto, a economia em gastos é de 5% a 10%, deste mesmo custo. Essa economia é provocada pela minimização de conflitos entre os projetos inerentes à obra, simplificando a execução e otimizando a utilização de materiais e da mão-de-obra, bem como o retrabalho (SANTOS, 2013).

A compatibilização pode ser elaborada de maneira convencional (em 2D sobrepondo os desenhos), modelagem 3D, ou pela plataforma BIM.

O procedimento convencional utiliza de projetos em 2D, sem vínculos entre si, sobrepondo os projetos e tentando visualizar o conjunto, identificando possíveis falhas. Desses projetos em 2D extraem informações para a montagem e modelagem de um modelo em 3D, conhecido também como maquete eletrônica (SPERLING, 2002).

Entretanto, Mikaldo (2006) diz que, as análises da modelagem em 3D são mais detalhadas, visto que os elementos possuem volumetria. Esse tipo de compatibilização, pode ser feita, assim como a 2D, mas há uma demanda de tempo considerável modelando todos elementos, bem como sua aplicação limitada.

O mesmo autor, afirma que para corrigir essas incompatibilidades encontradas nos projetos, a plataforma BIM é o método mais recomendado. Nessa plataforma há integralização entre projetistas e os projetos, trabalhando em um projeto base.

A compatibilização demonstra vantagens, não só para a apresentação das qualidades do sistema BIM, como também para demonstrar as dificuldades que ocorrem no processo de elaboração e execução dos projetos. Portanto, é necessária uma mudança cultural, organizacional e de planejamento, direcionada aos escritórios responsáveis pela elaboração dos projetos (RIBEIRO, 2010).

4 METODOLOGIA

A metodologia do trabalho compreende, a formação do problema, a estruturação de hipóteses e a identificação das relações entre variáveis (GIL, 1994), e por sua vez, estarão fundamentadas por uma referência teórica ou um conceito de pesquisa.

4.1 Método Da Pesquisa

A abordagem do presente estudo pode ser classificada como uma pesquisa qualitativa. Segundo Gerhardt e Silveira (2009), é caracterizada como pesquisa qualitativa, quando não há pretensões com a representatividade numérica. Também é citado pelos mesmos autores que os métodos qualitativos procuram uma explicação para o acontecido, ao mostrar o que precisa ser feito, porém, sem quantificar valores.

Em relação quanto aos procedimentos técnicos, pode-se classificar a pesquisa como bibliográfica e estudo de caso. Gil (1994) afirma que, o início dos trabalhos científicos é delimitado por uma pesquisa bibliográfica, dado que há embasamento em referências teóricas como livros, artigos e meios eletrônicos. O mesmo autor ainda cita que a definição do estudo de caso é uma pesquisa mais aprofundada de um ou mais objetos, com o intuito de obter um conhecimento amplo e detalhado.

Por fim, quanto aos objetivos, o estudo é exploratório, definido por Gil (2002) como uma pesquisa que visa proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o mais claro e possibilitando a formulação de hipóteses. Na maioria dos casos, a pesquisa exploratória assume a forma de pesquisa bibliográfica e/ou estudo de caso.

A seguir, estão elencadas as etapas de estruturação do estudo e desenvolvimento do estudo de caso.

4.1.1 Estruturação do Estudo

Visando definir conceitos e buscar informações pertinentes que possibilitem definir o que são os projetos que envolvem uma edificação, a pesquisa bibliográfica é também encarregada de mostrar o funcionamento do processo projetual e as tecnologias de informação

utilizadas. Levando em conta adquiriu-se conhecimentos a fim de determinar diretrizes que seriam capazes de realizar a elaboração e compatibilização dos projetos.

Em seguida, partiu-se para o estudo de caso, o qual é composto pela elaboração dos projetos e a compatibilização dos mesmos na forma macro, ou seja, sem se ater nos detalhes como instalações de revestimento, acabamento, esquadrias, entre outros.

a) Modelagem Arquitetônica

Em um primeiro momento, foram levantados todos as informações e dados obtidos diretamente na referida obra, em forma de croqui. O passo seguinte foi a materialização da modelagem arquitetônica, utilizando o *software* Autodesk Revit® versão estudante 2020 e as especificações contidas na norma NBR 6492 (ABNT, 1994).

b) Modelagem Estrutural

Com a utilização do *software* Autodesk Revit®, foi realizada a modelagem da estrutura da obra, pois a mesma já se encontrava em fase avançada de execução. Sendo este, modelado de acordo com o apresentado na obra, para que fosse possível realizar a compatibilização dos demais projetos, foram lançados todos os componentes estruturais da edificação, partindo-se com o lançamento dos pilares, seguidos pelas vigas e lajes, que fornecem a estabilidade da estrutura.

c) Projeto Hidrossanitário

Com base nas informações provenientes do projeto arquitetônico, elaborou-se o projeto hidrossanitário utilizando o *software* Qibuilder®, no qual foi especificado todos os aparelhos sanitários e hidráulicos, assim como todas as conexões e tubulações de acordo com a NBR 5626 (ABNT, 1998) e NBR 8160 (ABNT, 1999).

d) Projeto Elétrico

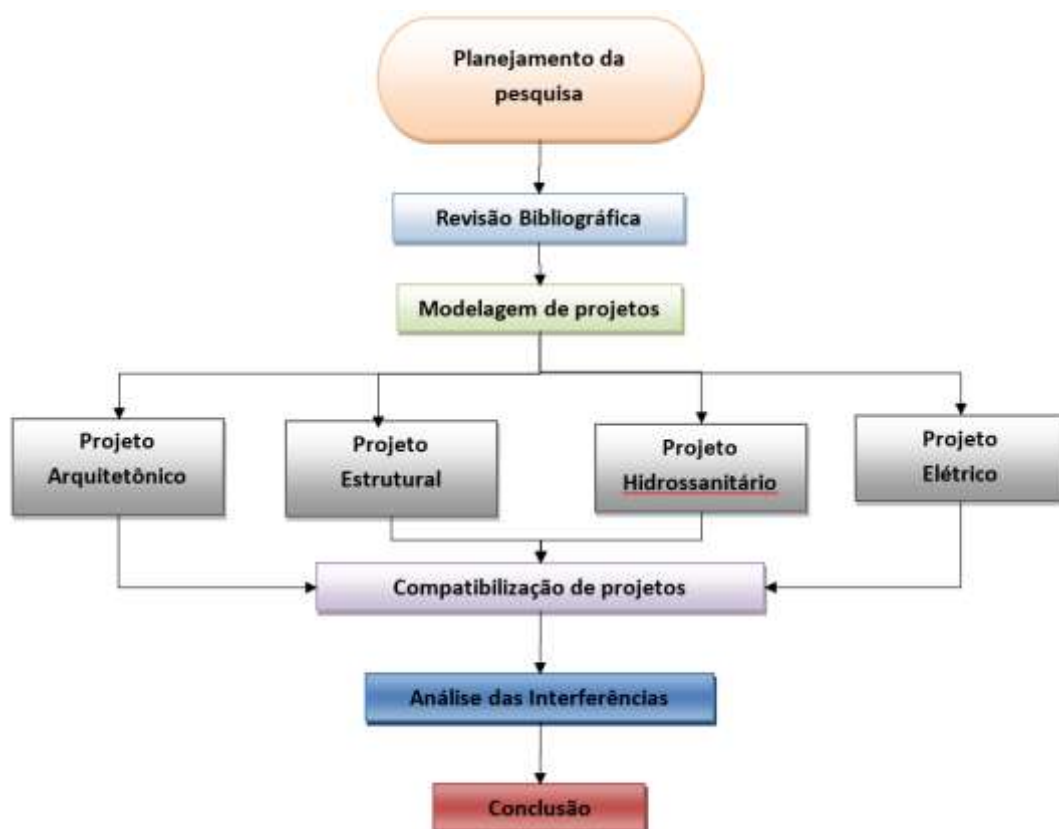
O projeto elétrico foi iniciado com base no *layout* do projeto arquitetônico, inserindo todos os componentes elétricos. Para esse projeto, foi utilizado também o *software* Qibuilder®, para a elaboração de projetos elétricos de baixa tensão, seguindo as premissas da norma brasileira NBR 5410 (ABNT, 2008).

e) Compatibilização dos Projetos

A compatibilização dos projetos se deu através do Autodesk Revit®, com o qual foi possível criar vínculos entre os projetos, e por meio desses vínculos foi possível criar vistas dinâmicas, onde os elementos dos projetos se interagem, revelando dessa forma algumas possíveis incompatibilidades. Foi analisada tais interferências e após estudada uma maneira de corrigi-las. Após essa análise, verificou-se novamente, até que não houvessem mais interferências graves entre os projetos da edificação. Após sanar todas as modificações e readequações, os projetos foram perfeitamente compatibilizados.

A Figura 4.1 tem o propósito de esboçar as etapas seguidas para a elaboração do estudo, atendendo os quesitos necessários para a elaboração do processo de compatibilidade, fazendo uso do sistema BIM, facilitando os lançamentos e análises de incompatibilidades.

Figura 4.1 – Fluxograma com as etapas de pesquisa.



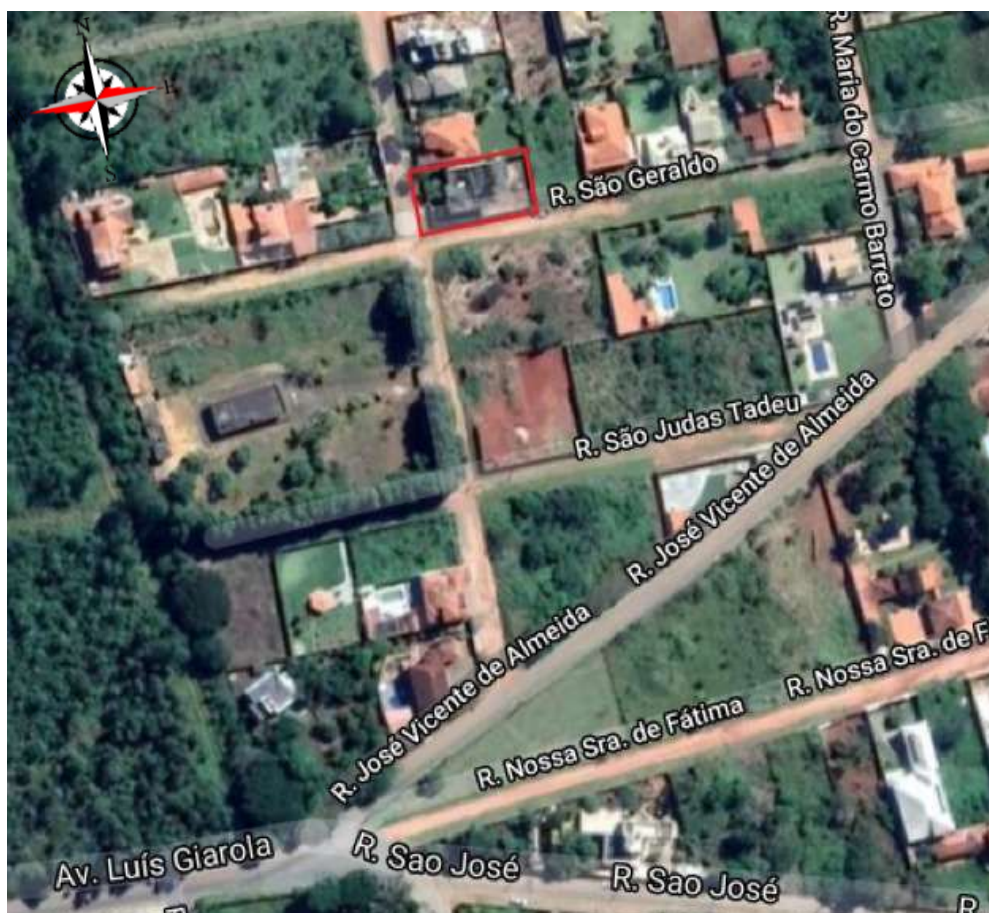
Fonte: dos autores (2021).

4.2 Desenvolvimento do Estudo de Caso

4.2.1 Do objeto de estudo

A edificação do presente estudo de caso, se trata de uma residência unifamiliar que está situada na cidade de São João del Rei – MG, localizada na Rua São Geraldo, Bairro Alto das Águas nas proximidades da Avenida Luís Giarola, como apresentado na Figura 4.2.

Figura 4.2 – Localização da Edificação



Fonte: Google maps (2021)

4.2.2 Visita ao local

Foi realizada a visita ao local, afim de levantar as dimensões do terreno bem como da edificação. Verificou-se que o terreno possui 30,00 metros de frente, e em seu lado direito comprimento de 15,00 metros, sendo equivalente a uma área de 450,00m² de terreno, e área construída em torno de 300,90 m², ficando dividida em dois pavimentos, térreo e pavimento superior. A imagem do terreno e da residência podem ser observadas nas Figura 4.3.

Figura 4.3 – Vista da Edificação em estudo.



Fonte: dos Autores (2021).

Observa-se que no momento da foto, a edificação se encontrava em fase avançada de construção.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Modelagem do Projeto Arquitetônico

A modelagem do projeto arquitetônico foi iniciada após realizado o levantamento em campo das dimensões da edificação, posteriormente foram inseridas ao *software* Autodesk Revit 2020 (versão estudante), obtendo o modelo em 3D representado pela Figura 5.1.

Figura 5.1 – Modelagem da edificação.



Fonte: dos Autores (2021).

Após a modelagem utilizou-se o plugin V-ray para renderizar (Figura 5.2).

Figura 5.2 – Renderização do Modelo da edificação.

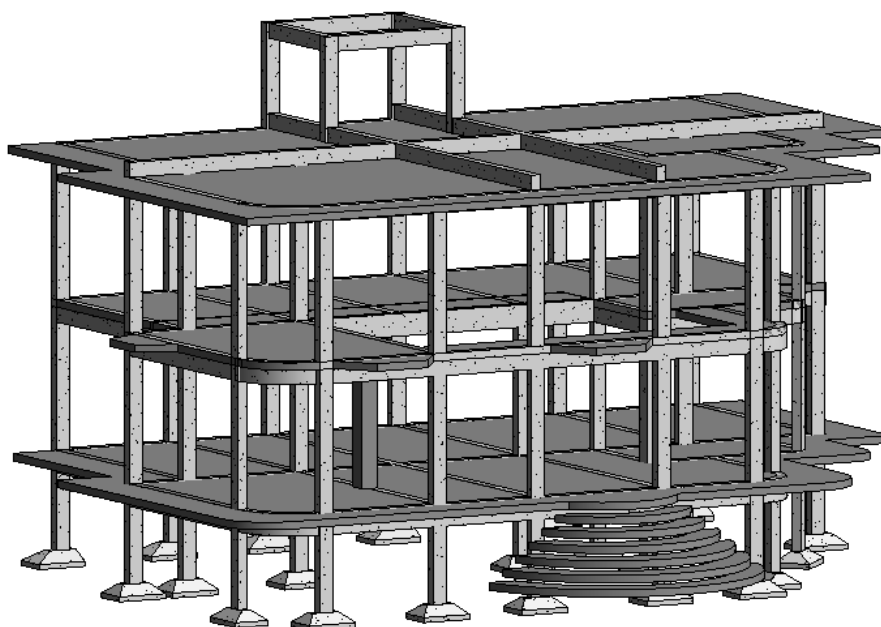


Fonte: dos Autores (2021).

5.2 Modelagem do Projeto Estrutural

A modelagem do projeto estrutural se deu de forma a acompanhar o que já havia sido executado em campo. Visto que, o referido projeto é necessário para a devida realização da compatibilização, junto aos demais projetos. As lajes, vigas e pilares foram lançados em suas reais dimensões e de acordo com o posicionamento na edificação. A imagem da disposição do projeto estrutural da residência, pode ser observada na Figura 5.5.

Figura 5.5 – Vista 3D da Estrutura da Edificação em estudo.



Fonte: dos Autores (2021).

5.3 Projeto Hidrossanitário

Na parte hidráulica, especificou-se todos os pontos hidráulicos de água fria (PVC rígido soldável) e de água quente (CPVC Aquatherm), assim como todas as conexões, o alimentador predial, o hidrômetro, os registros, as tubulações e o reservatório, sempre verificando se estava de acordo com a norma NBR 5626 (ABNT, 1998).

O *software* oferece o simulador de pressão para analisar a pressão do aparelho mais crítico do detalhe. A Figura 5.6 representa dados do detalhe H5, mostrando que o valor da

pressão no aparelho mais crítico (chuveiro) é de 1,03 m.c.a. o valor mínimo normativo de pressão para o chuveiro é de 1,0 m.c.a. Essa verificação foi efetuada em todos os detalhes.

Figura 5.6 – Simulador de pressão Qibuilder para o chuveiro Detalhe H5.

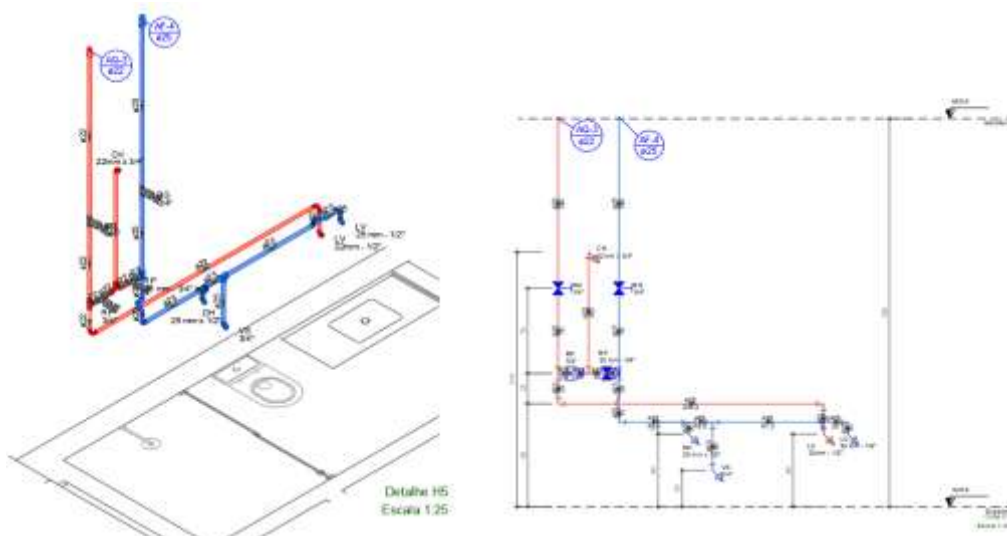
Simulador de pressões

Trecho	Vazão (l/s)	Tubo	ϕ (mm)	Veloc. (m/s)	L tubo (m)	L equiv. (m)	L total (m)	J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	P. inicial (m.c.a.)	P. final (m.c.a.)
1-2	1.34	50 mm	44	0.88	0.09	0.00	0.09	0.0198	0.00	7.85	0.00	1.00	1.00
2-3	1.34	50 mm	44	0.88	0.09	2.20	2.29	0.0198	0.05	7.85	0.00	1.00	0.95
3-4	1.34	50 mm	44	0.88	0.25	1.20	1.45	0.0198	0.03	7.85	0.25	1.20	1.17
4-5	0.79	50 mm	44	0.52	0.23	7.30	7.53	0.0077	0.06	7.60	0.00	1.17	1.12
5-6	0.79	50 mm	44	0.52	0.97	0.70	1.67	0.0077	0.01	7.60	0.00	1.12	1.10
6-7	0.79	50 mm	44	0.52	0.53	1.20	1.73	0.0077	0.01	7.60	0.00	1.10	1.09
7-8	0.79	50 mm	44	0.52	0.15	1.20	1.35	0.0077	0.01	7.60	0.00	1.09	1.08
8-9	0.79	32 mm	28	1.30	0.15	0.06	0.21	0.0688	0.01	7.60	0.65	1.73	1.72
9-10	0.79	28 mm	23	1.88	0.11	0.00	0.11	0.2214	0.02	6.95	0.00	1.72	1.69
10-11	0.79	35 mm	29	1.24	0.19	0.10	0.29			0.00	0.00	1.69	1.66
11-12	0.79	35 mm	29	1.24	0.15	2.00	2.15			0.15	0.15	1.81	1.68
12-13	0.79	35 mm	29	1.24	0.15	0.40	0.55			0.15	0.15	1.83	1.80
13-14	0.53	35 mm	29	0.83	0.28	4.60	4.88			0.00	0.00	1.80	1.65
14-15	0.46	28 mm	23	1.11	0.31	4.60	4.91			0.00	0.00	1.65	1.52
15-16	0.46	28 mm	23	1.11	6.94	0.70	7.64	0.0655	0.50	6.65		1.52	1.02
16-17	0.46	28 mm	23	1.11	0.28	0.70	0.98	0.0655	0.06	6.65		1.02	0.95
17-18	0.35	28 mm	23	0.85	0.05	3.10	3.15	0.0408	0.13	6.65		1.00	0.87
18-19	0.35	28 mm	23	0.85	1.40	0.01	1.41	0.0408	0.06	6.60			2.22
19-20	0.35	28 mm	23	0.85	0.70	0.30	1.00	0.0408	0.04	5.20	0.70		2.88
20-21	0.20	22 mm	18	0.79	0.10	3.10	3.20	0.0490	0.05	4.50	0.00		2.82
21-22	0.20	22 mm	18	0.79	0.15	11.40	11.55	0.0490	0.57	4.50	0.00		2.26
22-23	0.20	22 mm	18	0.79	1.00	2.40	3.40	0.0490	0.17	4.50	-1.00	1.26	1.09
23-24	0.20		18	0.79	0.00	1.20	1.20	0.0490	0.06	5.50	0.00	1.09	1.03

Fonte: Autor (2021).

Após todas as verificações, foi possível gerar os detalhes isométricos e cortes frontais, com cotas e comprimento das tubulações (Figura 5.7), sendo estes, uma ferramenta também oferecida pelo programa.

Figura 5.7 – Detalhe isométrico (H5) e corte frontal (C5)



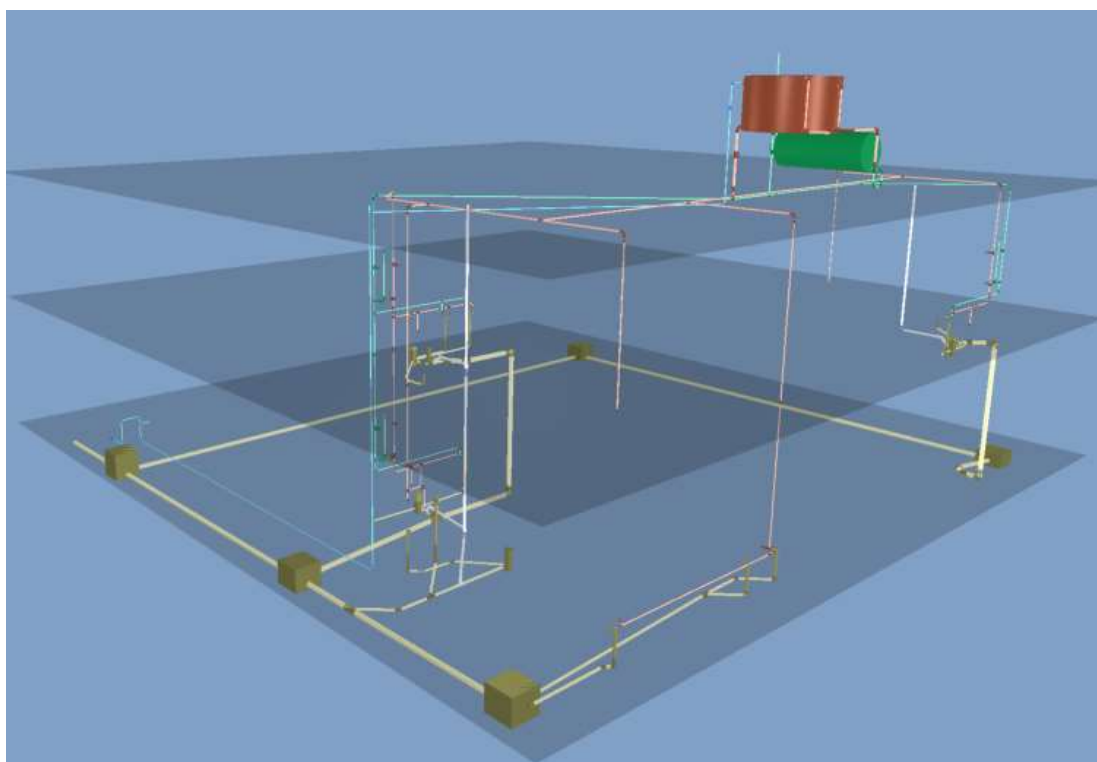
Fonte: dos Autores (2021)

Na parte sanitária, especificaram-se cada elemento de acordo com a biblioteca oferecida pelo *software* sendo eles: aparelhos sanitários, caixa de gordura, caixa de passagem, caixa sifonada e ramal de ventilação, tudo de acordo com a norma NBR 8160 (ABNT, 1999). Foram indicadas também, as tubulações, o material utilizado e a inclinação escolhida.

E por fim, depois do processamento de toda a edificação e correção de todos os erros apresentados, elaborou-se as pranchas (ANEXO B).

A malha com todos os elementos hidrossanitários calculados pelo Qibuilder®, podem ser visualizadas na Figura 5.8.

Figura 5.8 – Representação tridimensional da malha hidrossanitária.



Fonte: dos Autores (2021).

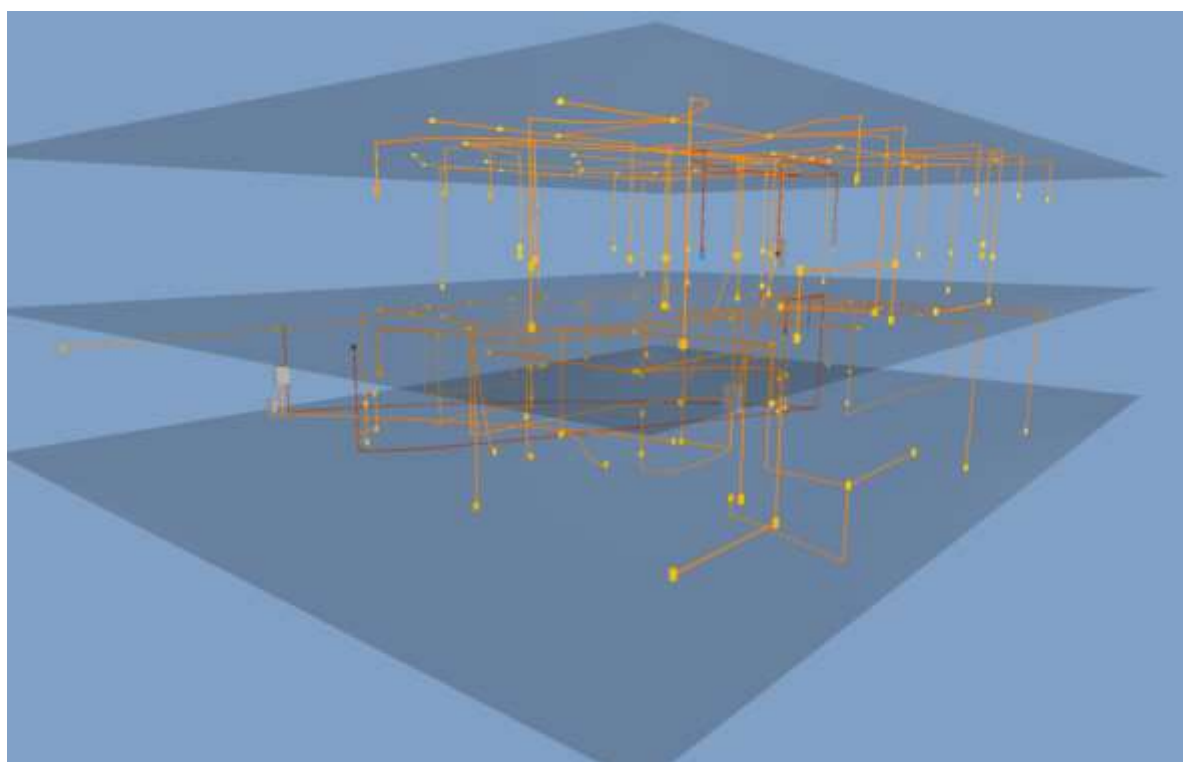
5.4 Projeto Elétrico

A princípio foram alocados somente os pontos elétricos (TUG e TUE), pontos de luz, interruptores e quadro de distribuição, seguindo os critérios da norma NBR 5410 (ABNT, 2008), prosseguiu-se na elaboração do projeto elétrico.

Com todos os pontos definidos pode-se traçar os eletrodutos para a alimentação dos pontos de consumo. Posteriormente definiu-se circuitos parciais, monofásicos ou bifásicos, que suprirão os diversos blocos de carga, nos quais a carga total será dividida entre as fases. Em seguida, determinou-se quais pontos de consumo pertencem a cada um dos circuitos pré-definidos, de forma que cada circuito seja dimensionado. Após a finalização da modelagem do projeto foi verificado se o lançamento realizado atende todos os requisitos exigidos pelo programa. A distribuição dos condutores e o dimensionamento do projeto são realizados com um único comando no Qibuilder[®]. Apesar do *software* otimizar o trabalho do engenheiro, ele não é capaz de substituir as considerações e o julgamento do engenheiro, sendo assim deve-se analisar os resultados obtidos pelo programa e verificar se estão de acordo com o esperado. Após a elaboração das plantas baixas, diagramas elétricos, quadro de carga e legendas, partiram-se para as pranchas (ANEXO C).

O modelo 3D das peças e condutos calculados pelo Qibuilder[®], podem ser exibidos pela Figura 5.9.

Figura 5.9 – Representação tridimensional dos elementos elétricos.



Fonte: dos Autores (2021).

5.5 Compatibilização

Para realizar a compatibilização, foi utilizado o *software* Revit®. Após a modelagem arquitetônica e estrutural, e a exportação dos projetos hidrossanitário e elétrico para o Revit®, realizaram-se as verificações das possíveis incompatibilidades existentes.

5.5.1 Arquitetônico x Estrutural

Como a residência já se encontrava em estado avançado de obra, foram levantadas as dimensões e a realização da modelagem arquitetônica e estrutural já compatibilizada *in loco*. Sendo assim entre os dois projetos não à conflitos. A Figura 5.10 apresenta o modelo estrutural sobreposto ao modelo arquitetônico.

Figura 5.10 – Modelo arquitetônico e estrutural.

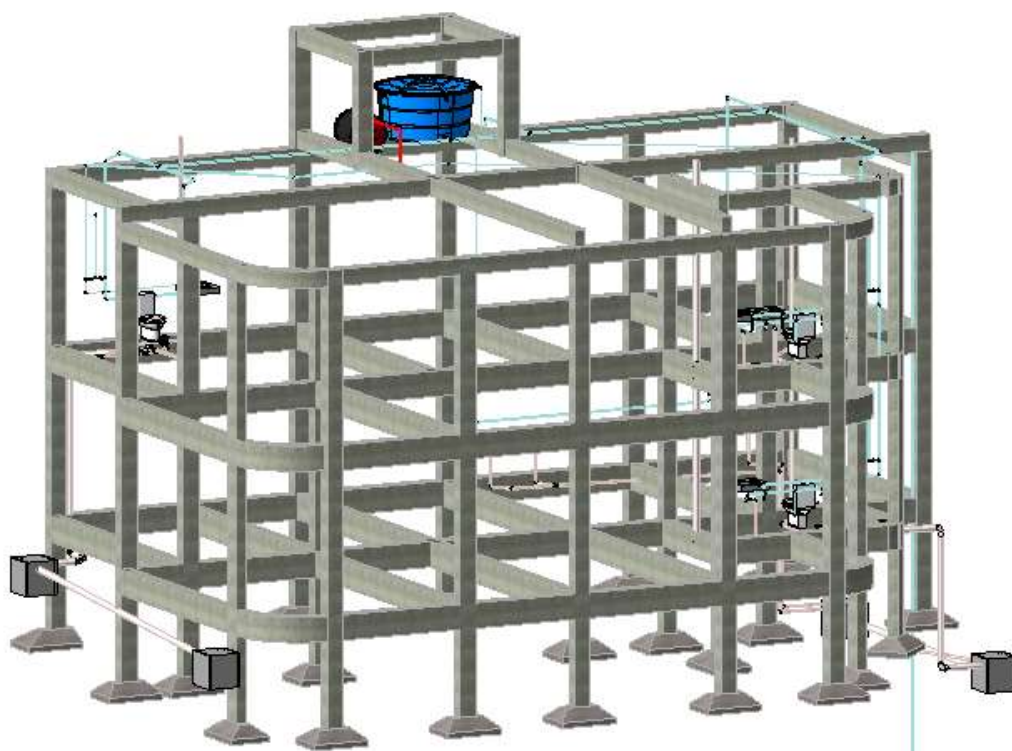


Fonte: dos Autores (2021).

5.5.2 Arquitetônico e Estrutural x Hidrossanitário

A modelagem arquitetônica foi sobreposta ao projeto estrutural, afim de verificar as inconformidades. A Figura 5.11 ilustra o modelo estrutural juntamente com projeto hidrossanitário.

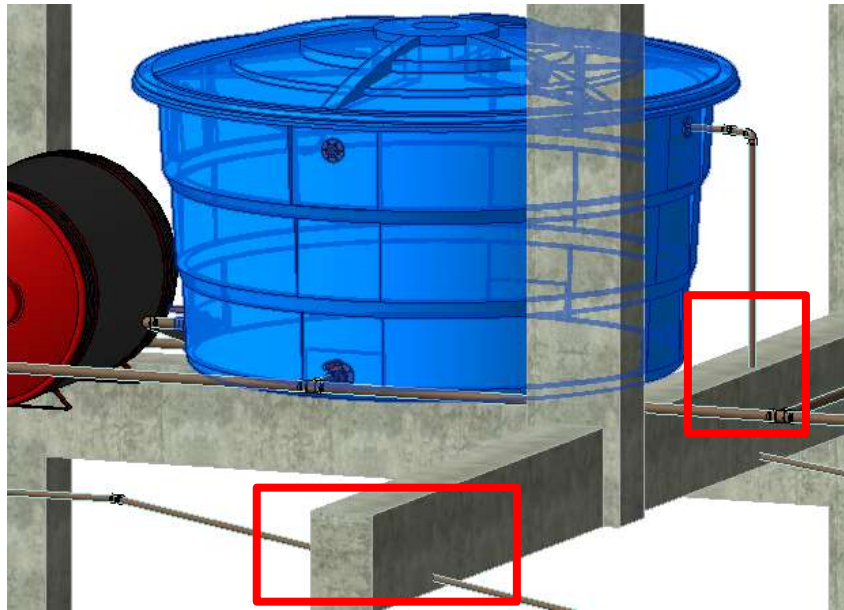
Figura 5.11 – Elementos estruturais com a malha hidrossanitária.



Fonte: dos Autores (2021).

A Figura 5.12 ilustra um conflito entre a tubulação de alimentação e a viga, e um outro conflito entre a tubulação de água quente com a viga. Como as tubulações de alimentação do reservatório e da edificação se encontram na cobertura, pode-se resolver esse problema alterando a cota da tubulação de forma que a passem por cima das vigas, sem a necessidade de perfurar a estrutura.

Figura 5.12 – Tubulação de alimentação passando diretamente pela viga.

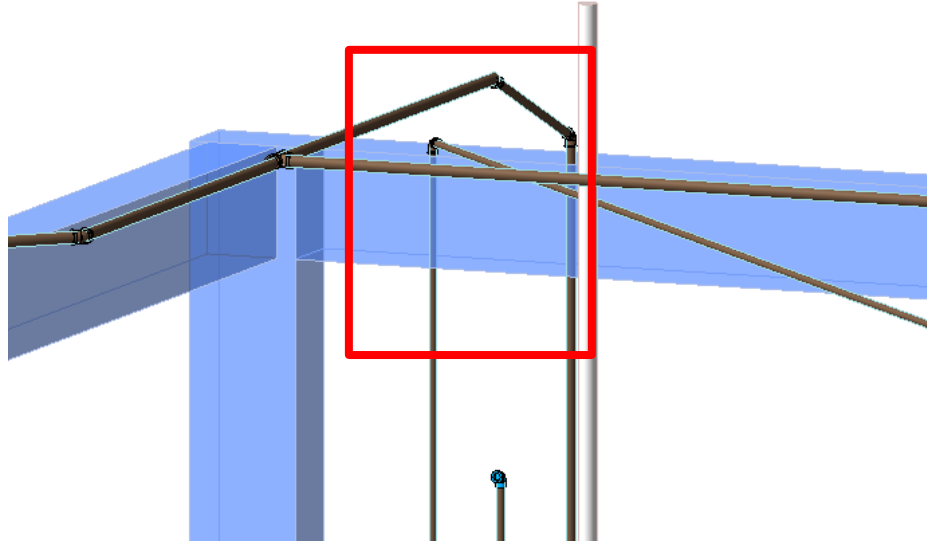


Fonte: dos Autores (2021).

Fazer uma abertura na viga é um erro grave e recorrente na prática. Na hipótese de necessidade de perfuração da viga, este deve ser calculado pelo engenheiro estrutural responsável pela obra. Uma possível solução é preparar uma base sobre a laje para que as tubulações fiquem totalmente apoiada.

O próximo conflito identificado está representado pela figura 5.13, entre as tubulações referentes as colunas de água fria, água quente e a viga. Como as tubulações possuem um diâmetro pequeno, podem permanecer passando pela viga, ou serem dispostas faceando a viga sendo embutidas no reboco.

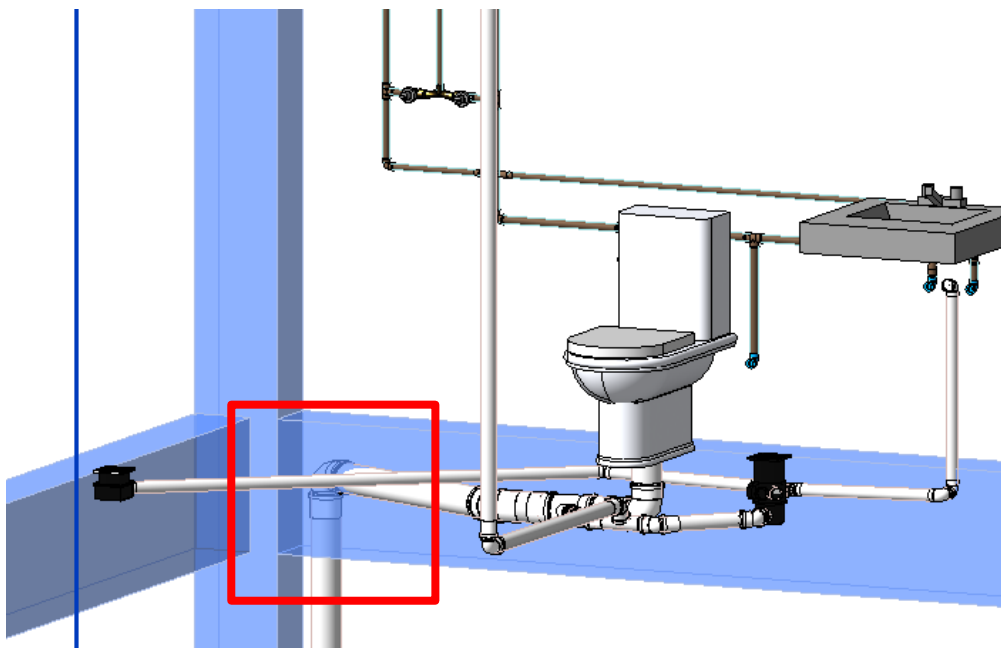
Figura 5.13 – Tubulação de água fria e quente passando pela viga.



Fonte: dos Autores (2021).

A Figura 5.14 ilustra o conflito entre a tubulação de esgoto com a viga. Assim é necessário mover o tubo de queda para a quina do pilar (canto do banheiro), prevendo então, uma abertura na laje em forma de *shaft*, para a descida da tubulação.

Figura 5.14 – Tubulação de esgoto passando pela viga.

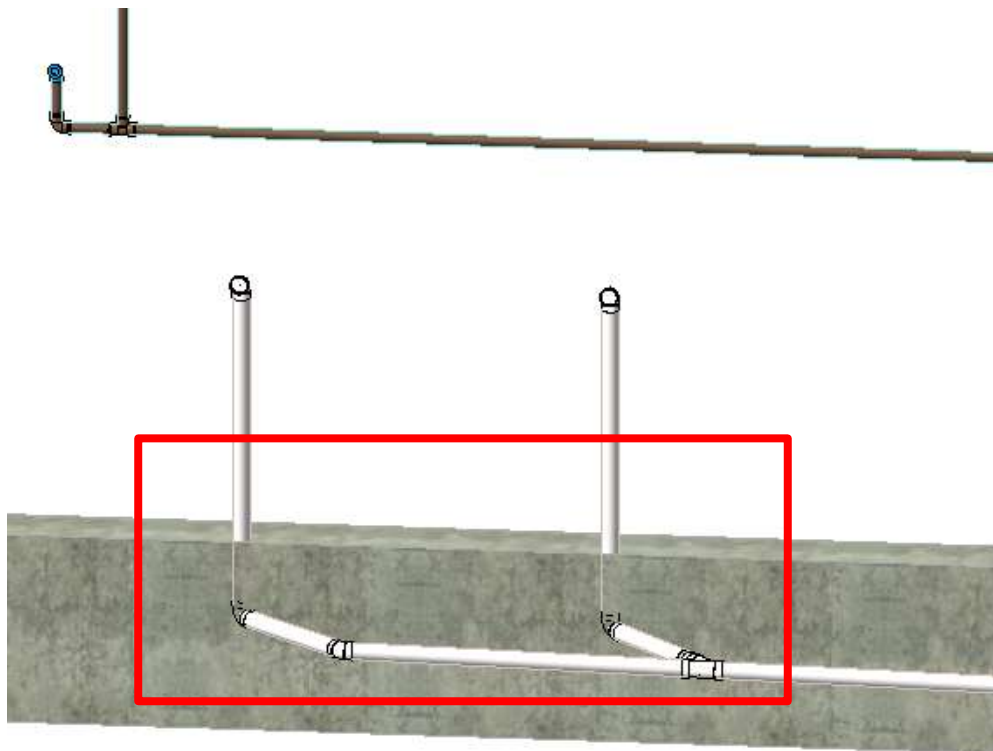


Fonte: dos Autores (2021).

Geralmente em edificações desse porte, quando as paredes do pavimento térreo estão no mesmo alinhamento que as paredes do pavimento superior, o engenheiro estrutural prevê uma das vigas com altura menor para facilitar o projeto sanitário, assim a tubulação de esgoto desce abaixo da viga, sendo embutida na parede evitando a necessidade de criar um shaft.

A Figura 5.15 ilustra as tubulações de esgoto da pia da cozinha em conflito com a viga, as tubulações devem então ser movidas para a face da viga, prevendo ou não uma carenagem para ocultar a tubulação.

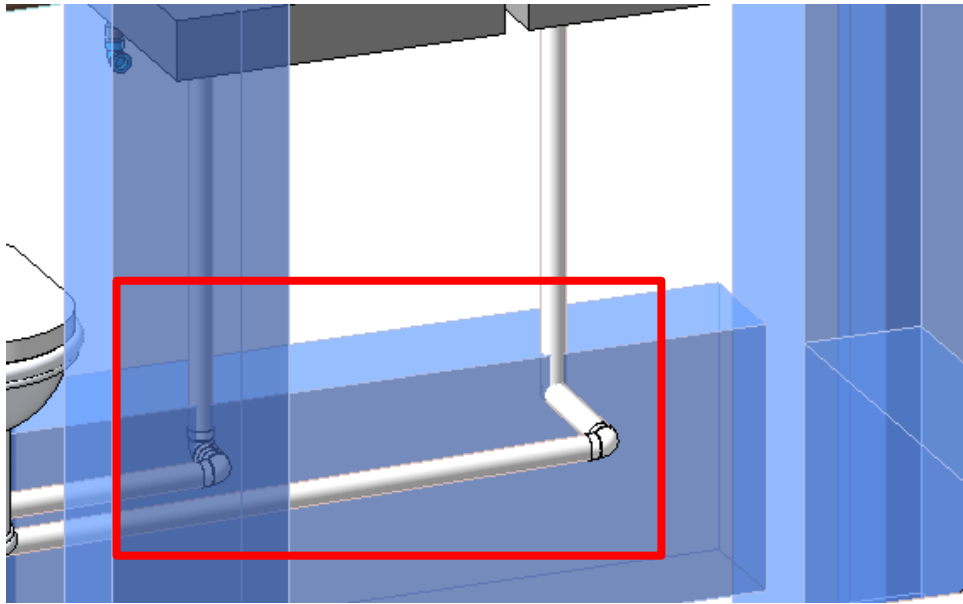
Figura 5.15 – Tubulação de esgoto passando pela viga.



Fonte: dos Autores (2021).

Assim como o conflito anterior a Figura 5.16 mostra as tubulações de esgoto conflitando com a viga. Devem ser movidas para frente (face da viga), sendo instalada uma carenagem ou não para ocultar a tubulação.

Figura 5.16 – Tubulação de esgoto passando pela viga.

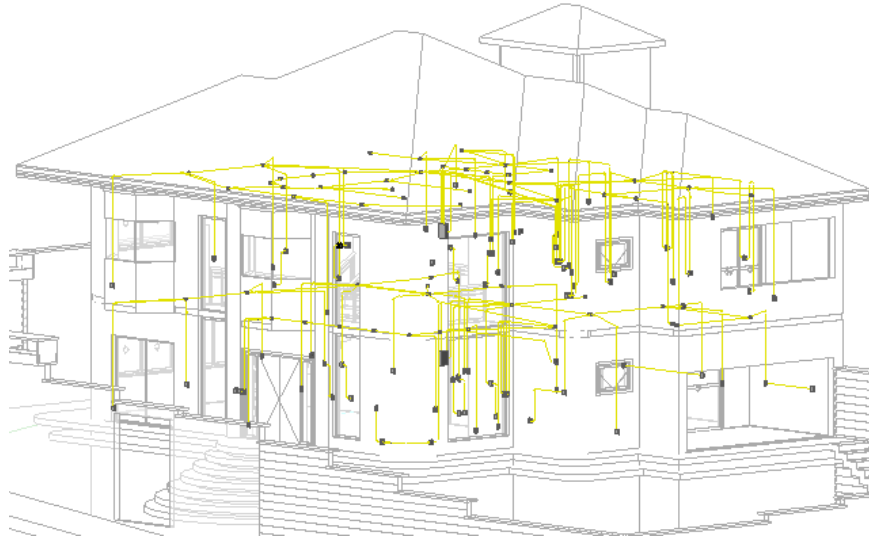


Fonte: dos Autores (2021).

5.5.3 Arquitetônico x Elétrico

Nessa etapa houve uma sobreposição do projeto elétrico com a modelagem arquitetônica. Nesse caso, não encontramos nenhum tipo de conflito, uma vez que o projeto elétrico foi elaborado com base na arquitetura. A Figura 5.17 apresenta a malha elétrica sobreposta ao modelo arquitetônico.

Figura 5.17 – Modelo arquitetônico com a malha elétrica.

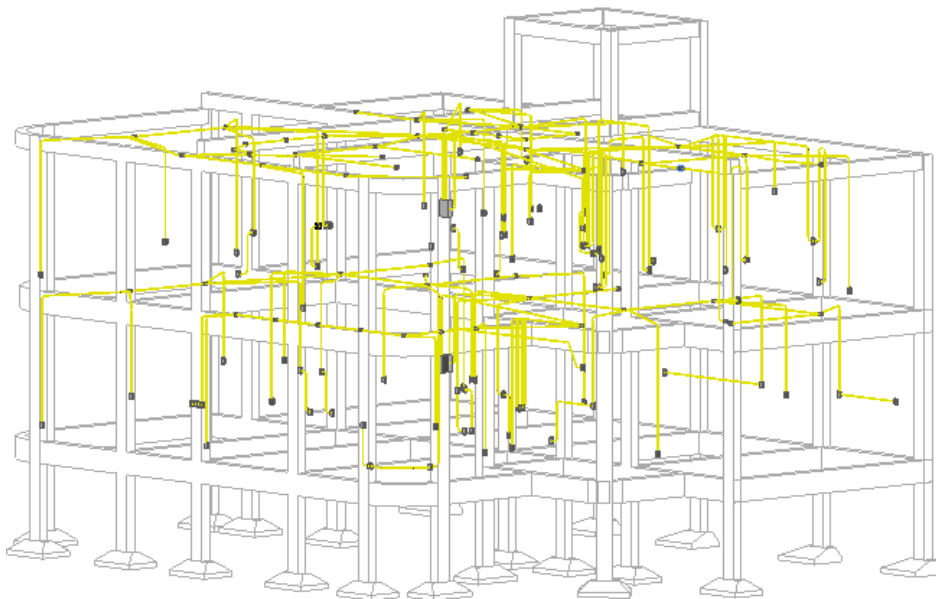


Fonte: dos Autores (2021).

5.5.4 Estrutural x Elétrico

Da mesma maneira que etapa anterior, houve a sobreposição do modelo estrutural com a malha elétrica (Figura 5.18) para verificar os conflitos.

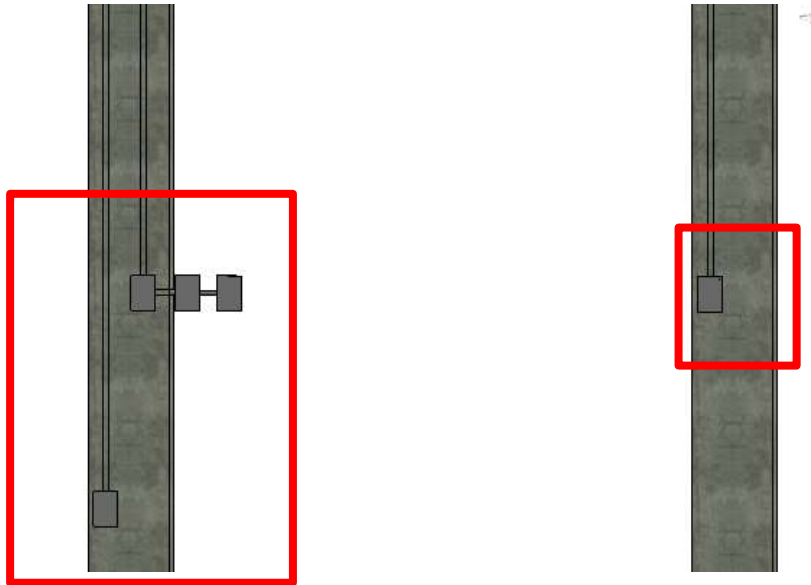
Figura 5.18 – Modelo estrutural com a malha elétrica.



Fonte: dos Autores (2021).

A Figura 5.19 ilustra os pontos de elétrica, bem como, as respectivas alimentações em conflito com os pilares. Como solução, os pontos de elétrica podem ser movidas para a região ao lado dos pilares, ou ainda, quando o ponto elétrico deve permanecer na região do pilar, o mais recomendado é trazer o ponto para a face do pilar e oculta-lo com gesso acartonado. Este tipo de erro ocorre quando o projeto elétrico é elaborado sem vínculo com o projeto estrutural.

Figura 5.19 – Sobreposição de pontos elétricos nos pilares.

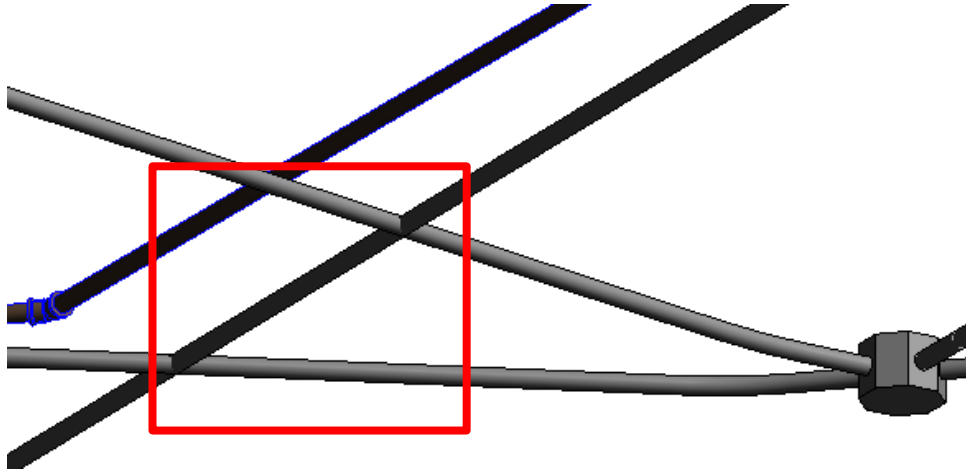


Fonte: dos Autores (2021).

5.5.5 Elétrico x Elétrico

Conflitos entre conduítes são recorrentes na prática, a Figura 5.20 mostra uma sobreposição entre conduítes no projeto elétrico. Essa incompatibilidade não precisa ser corrigida, já que o conduíte é flexível podendo se adaptar à diferentes posições, devendo somente estar atento para não os danificar no momento da concretagem.

Figura 5.20 – Conflito entre conduítes e tubulação na laje.

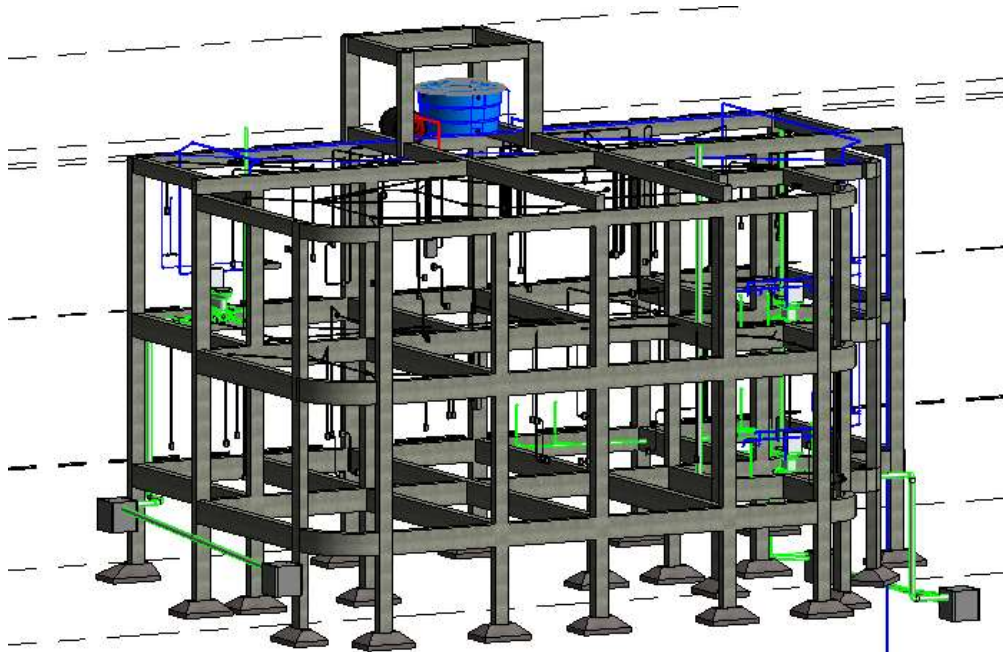


Fonte: dos Autores (2021).

5.5.6 Arquitetônico, Estrutural e Hidráulico x Elétrico

E para concluir o processo de compatibilização, foi sobreposto o projeto hidrossanitário aos demais projetos (Figura 5.21).

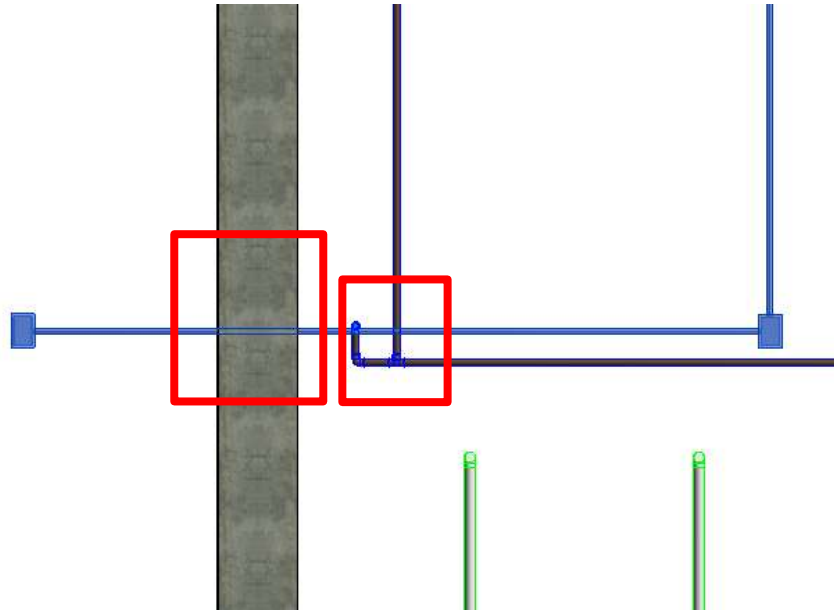
Figura 5.21 – Modelo estrutural com malha hidrossanitário e elétrica.



Fonte: dos Autores (2021).

A Figura 5.22 mostra conflitos entre o conduíte, tubulação de água fria e pilar, a ligação entre os pontos elétricos apresentados, estes podem ser passados diretamente pela laje, sem a necessidade de passar pelo pilar e pela tubulação hidráulica.

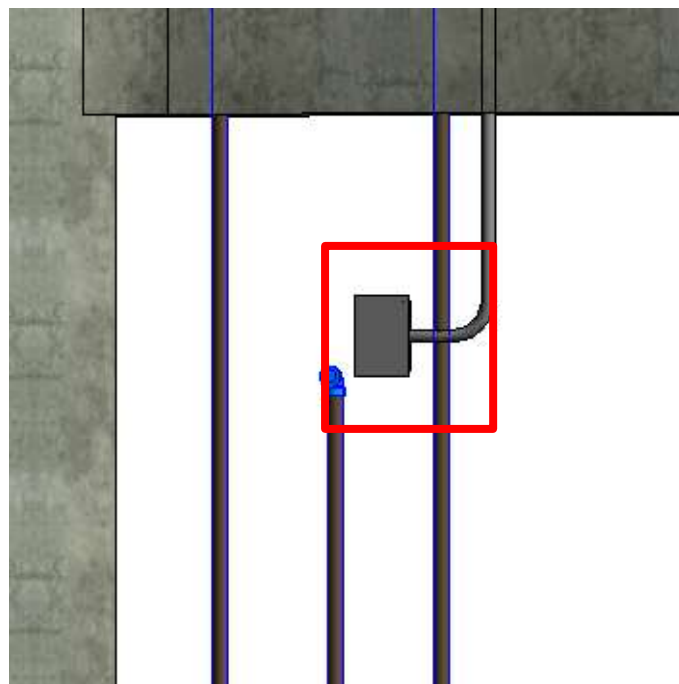
Figura 5.22 – Sobreposição do conduíte na tubulação hidráulica e pilar.



Fonte: dos Autores (2021).

A Figura 5.23 apresenta o conflito entre o conduíte e a tubulação de água quente. Para sanar essa incompatibilidade é necessário modificar a alimentação do ponto de elétrica, sendo movida para a parte de superior da caixinha, evitando o conflito.

Figura 5.23 – Sobreposição do conduíte com tubulação hidráulica.



Fonte: dos Autores (2021).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se que a compatibilização dos projetos na fase de concepção dos mesmos, podem ser responsáveis pela possibilidade de minimização dos erros e simplificação executiva, resultando na otimização de tempo, materiais e gastos. A partir desta compatibilização, observou-se que a obra pode ser facilitada na execução, garantindo à maior qualidade do empreendimento, reduzindo as possibilidades de retrabalho. Em outras palavras, torna a edificação mais eficiente e harmônica.

O uso do BIM proporcionou uma melhoria na gestão dos dados, permitindo a modelagem em 3D e uma melhor visualização do projeto, tornando o processo de compatibilização mais fácil, por permitir a integração entre os projetos. Essas características tornam o uso do BIM, uma ferramenta fundamental para compatibilização e para correção de erros não detectados nos métodos tradicionais.

Os projetos em BIM ainda não são comuns, o alto custo das licenças dos *softwares*, a baixa disponibilidade de profissionais capacitados para tal e o significativo tempo de treinamento necessário para utilizá-los, ainda são obstáculos para a implantação do BIM no Brasil.

Neste estudo de caso, ficou comprovado que a utilização do BIM no processo de compatibilização tem a possibilidade de evitar inúmeras falhas, retrabalhos e riscos na obra, deixando claro a importância e eficácia da ferramenta para o desenvolvimento de trabalhos.

REFERÊNCIAS

ALTOQI. **Tecnologia Aplicada a Engenharia**. Disponível em:

<<http://www.altoqi.com.br/software>> Acesso em: 22 set. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação Predial de Água Fria. Rio de Janeiro, 2020

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção de Edificações. Rio de Janeiro, 2012

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de Estrutura de Concreto - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492**: Representação de Projetos de Arquitetura, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7198**: Projeto e execução de instalações prediais de água quente. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160**: Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16636-1**: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanístico. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16636-2**: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanístico. Rio de Janeiro, 2017.

AUTODESK. **Revit. 2018**. Disponível em:

<<https://www.autodesk.com.br/products/revit/overview>>. Acesso em: 20 set. 2021.

AUTODESK. **Software CAD - Projetos 2D e 3D em CAD**. Disponível em:

<<http://www.autodesk.com.br/solutions/cad-software>>. Acesso em: 22 set. 2021.

BARROS, M.M.S.B., MELHADO, S.B. **Produção de estruturas de concreto armado de edifícios**. São Paulo: EPUSP, 1993. (Texto técnico da Escola Politécnica da USP).

Departamento de Engenharia de Construção Civil. (TT/PCC/04).

BERNARDO, L. **Instalações prediais de água fria**. São Carlos: Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 1981. 59 p. (apostila de curso).

BUILDING SMART (2019). **What is a BIM?** buildingSMART, 2010. Disponível em:

<<https://www.buildingsmart.org/>>. Acesso em: 19 set. 2021.

CALLEGARI, S; **Análise da Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares**.2007.160 f. Dissertação (Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

CARVALHO, Dayvson. **Plataforma BIM: tudo sobre a grande tendência da construção**.

Disponível em:< <https://www.sienge.com.br/blog/plataforma-bim/>>. Acesso em: 22 de set. 2021.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura**. 11. ed. rev. São Paulo: Blucher, 2017a.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Instalações elétricas e o projeto de arquitetura**. 8. ed. rev. São Paulo: Blucher, 2017b.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras**. Brasília, 2016.

CREDER, H.; **Instalações Elétricas**. Livros Técnicos e Científicos Editora. 16a ed. 2016.

DARÓS, J.; **Guia completo: BIM 10D construção industrializada**. 2019. Disponível em:

<<https://utilizandobim.com/blog/bim-10d-construcao-industrializada/>>.Acesso em: 21 set. 2021.

DELESDERRIER, Ariane Bonato. **Estudo de Falhas em Obras de Edificações Oriundas da Falta de Compatibilidade entre Projeto** / Ariane Bonato Delesderrier – Rio de Janeiro:

UFRJ / Escola Politécnica, 2015. Projeto de Graduação – UFRJ / Escola Politécnica / Curso de Engenharia Civil, 2015.

DRC. **Quem criou o Revit e para quê?** 2017.

Disponível em: <<https://drc.org.br/arquitetura/quem-criou-o-revit-e-para-que/>>. Acesso em: 19 set. 2021.

DUARTE, José Renato Aguiar. **Vantagens e dificuldades no uso do Revit.**

Disponível em: <<http://www.jrrio.com.br/software/vantagens-e-dificuldades-no-usodo-revit.html>>. Acesso em: 20 set. 2021.

EASTMAN, C. M.; LISTON, K.; SACKS, R.; TEICHOLZ, P. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** Tradução de C. G. Ayres Filho et al.; Revisão Técnica de E. T. Santos. Porto Alegre: Bookman, 2014.

et al. **Coordenação de projetos de edificações.** 1ª ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

FABRÍCIO, Márcio Minto. **Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios.** Tese de Doutorado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

FIESP. FEDERAÇÃO DAS INDUSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Subsídios para uma política industrial para a Construção Civil – edificações.** Relatório Final – (versão beta). 2008a.

GBCAD. **Active 3D.** 2017. Disponível em: <<http://www.gbcad.com.br/site/active3d/>>. Acesso em: 18 set. 2021.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa.** Universidade Aberta do Brasil – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS, Editora da UFRGS, Porto Alegre, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** São Paulo: Editora Atlas, 1994.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 4ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

GOES, R. H. T. B. **Compatibilização de projetos com a utilização de ferramentas BIM.** Dissertação de Mestrado. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2011.

GRAZIANO, Francisco Paulo. **Compatibilização de projetos**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Mestrado Profissionalizante. São Paulo, 2003.

INSTITUTO BRAMANTE. **Conheça o software Autodesk Revit Architecture**. Disponível em: <<http://www.institutobramante.com.br/conheca-o-software-revit-architecture/>> . Acesso em: 20 set. 2021.

JACOSKI, C.; LAMBERTS R. **A interoperabilidade como fator de integração de projetos em construção civil**. In: Workshop Nacional: Gestão do processo de projeto na construção de edifícios, II, 2002, PUCRS, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, PUCRS, 2002. 1 CD-ROM.

JUSTI, Alexander Rodrigues. **Implantação da plataforma REVIT nos escritórios brasileiros: relato de uma experiência**. Gestão & Tecnologia de Projetos, Universidade de São Paulo, vol. 3, nº 1, maio de 2008. São Paulo, 2008.

LIMA, Cláudia Campos Netto Alves. **Autodesk Revit Architecture**. São Paulo: Érica, 2014

MACIEL, L. L.; MELHADO, S. B. **O processo de projeto e a qualidade dos edifícios**. In: NUTAU 96, Seminário Internacional NUTAU, São Paulo, 1996.

MACINTYRE, Archibald Joseph; NISKIER, Julio. **Instalações Elétricas**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2000.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994.138 f. Tese Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994

MIKALDO JUNIOR, Jorge. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2D e 3D com uso de TI**. 2006. Dissertação (Mestrado Profissionalizante) - Universidade Federal do Paraná

MIKALDO JR, J., SCHEER, S. **Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução**. Revista Gestão & Tecnologia de Projetos, Paraná, v. 3, n. 1, maio 2008.

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

MOTTEU & CNUUDE, **La gestion De La Qualité Durant La Construction: Action Nene en Belgique Par Le Comité. “Qualité Dans La Constructon”**. In: Cib Triennial 143.

Congress,11, Paris, 1989. Quality for Building Users Throughout the world, s.l. cib, 1989. v.1.

NASCIMENTO, Luiz Antonio; SANTOS, Eduardo Toledo. **A Contribuição da Tecnologia da Informação ao Processo de Projeto na Construção Civil**. In: Workshop Nacional - Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2001, São Carlos. Anais do Workshop Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. São Carlos, 2001.

RAUBER, Felipe Claus. **Contribuições ao Projeto Arquitetônico de Edifícios em Alvenaria Estrutural**. 2005. 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

RODRIGUES, K.P.; MESQUITA, H.C.; EDUARDO, R.C.; PAULA, H.M. **Mapeamento sistemático de referências do uso do bim na compatibilização de projetos na construção civil**. REEC, Goiás, jun. 2017. Disponível em:< www.reec.com.br>. Acesso em 19 set. 2021

SCHEER, S., ITO, A., AYRES FILHO, C. A., AZUMA, F., BEBER, M.. **Impactos do uso do sistema CAD geométrico e do uso do sistema CAD-BIM no processo de projeto em escritórios de arquitetura**. VII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios. Curitiba: UFPR, 2007.7 p

SCHEER et al, **Novas concepções do processo de projeto para gerenciamento em ambientes colaborativos**. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção /Encontro Latino Americano de Gestão e Economia da Construção, 4./1., 2005, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2007.

SENA, T. S.; FERREIRA, E. A. M. A. **Aplicação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos**. In: GUIMARÃES, Caroline Duarte et al. Inovação, Produtividade e Empreendedorismo na Engenharia Civil - Melhores de 2012. Bahia: [s. n.], 2013. cap. 2, p. 29-46.

SILVA, R. F. T. D. **Democratizando BIM: Conceituação Básica em BIM**. Florianópolis: Plataforma BIMBR, 2020

SILVA, M. A. F. **Projeto e Construção de lajes nervuradas de concreto armado**. 2005. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

SINFIC. Interoperabilidade de Sistemas de Informação na Modernização da Administração Pública, 2006. Disponível em:<

<http://www.sinfic.pt/SinficWeb/displayconteudo.do2?numero=24428>>. Acesso em: 20 set. 2021.

SOLANO, Renato S. **Compatibilização de projetos na construção civil de edificações: método das dimensões possíveis e fundamentais**. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, II, São Paulo 2005.

Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil. São Paulo: 200. p. 7.

SOUZA, et. al. **Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras**. São Paulo. Pini, 1995.

SOUSA JUNIOR, Almir Mariano de; MAIA, Clivia Corina Lima Lobo; CORREIO, Prisciliane Roberta Paula de Azevedo. **Compatibilização de projeto arquitetônico, estrutural e sanitário: uma abordagem teórica e estudo de caso**. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria – Revista Monografias Ambientais. V 14, n. 2, março de 2014. Santa Maria, 2014

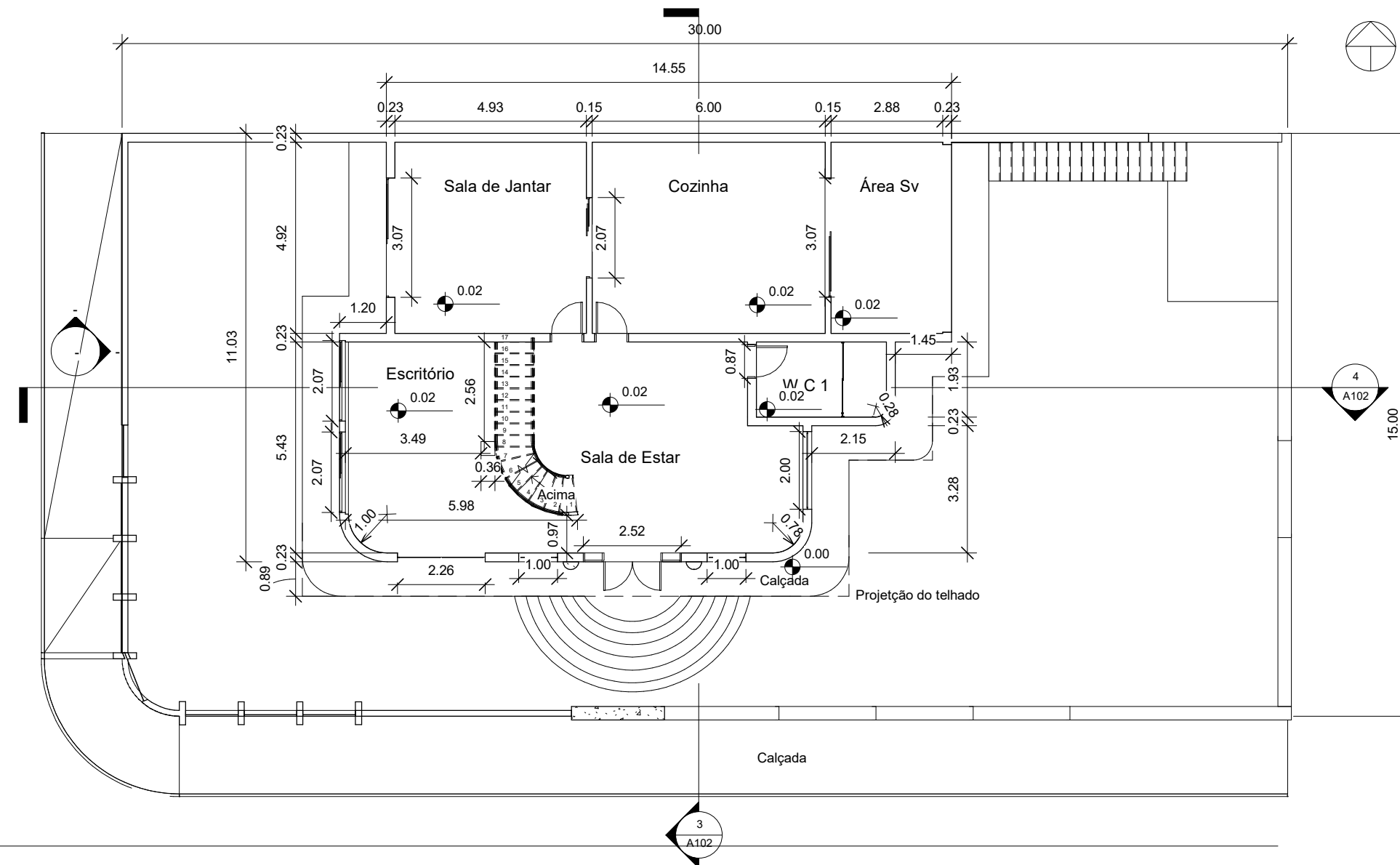
SOUZA, I.; SOARES, P.; MIGAILIDES, C. **A importância de um projeto arquitetônico**. 2018. Disponível em: < <https://www.metaconsultoria.com/projeto-arquitetonico-importancia>>. Acesso: 10 set. 2021.

TEIXEIRA, E. **Democratizando BIM: Objetos BIM**. Florianópolis: Plataforma BIMBR, 2020.

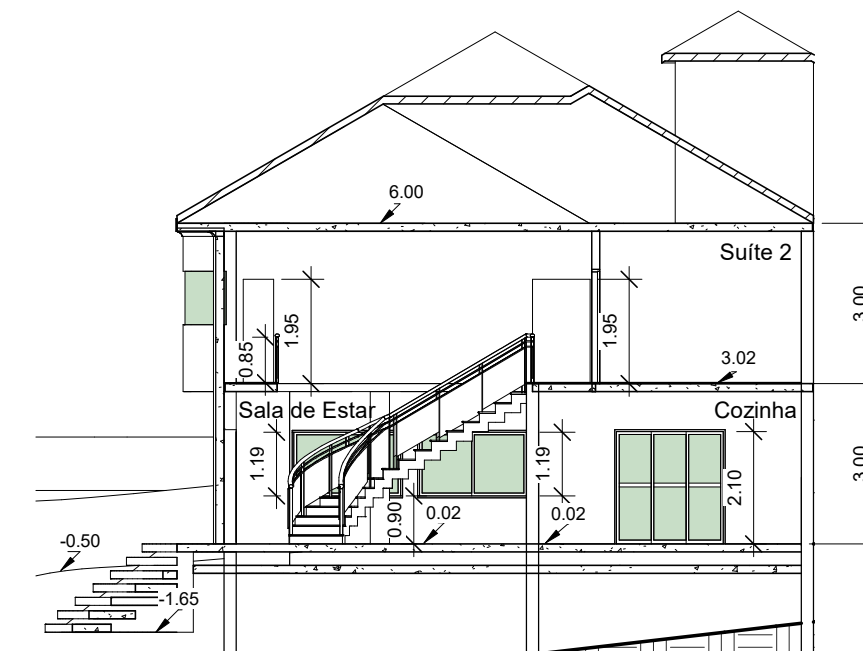
VOLPATO, Mateus Pereira. **Modelagem, Compatibilização de projetos e Orçamentação de um Edifício Residencial através da Metodologia BIM**. 2015. 151 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

ANEXOS

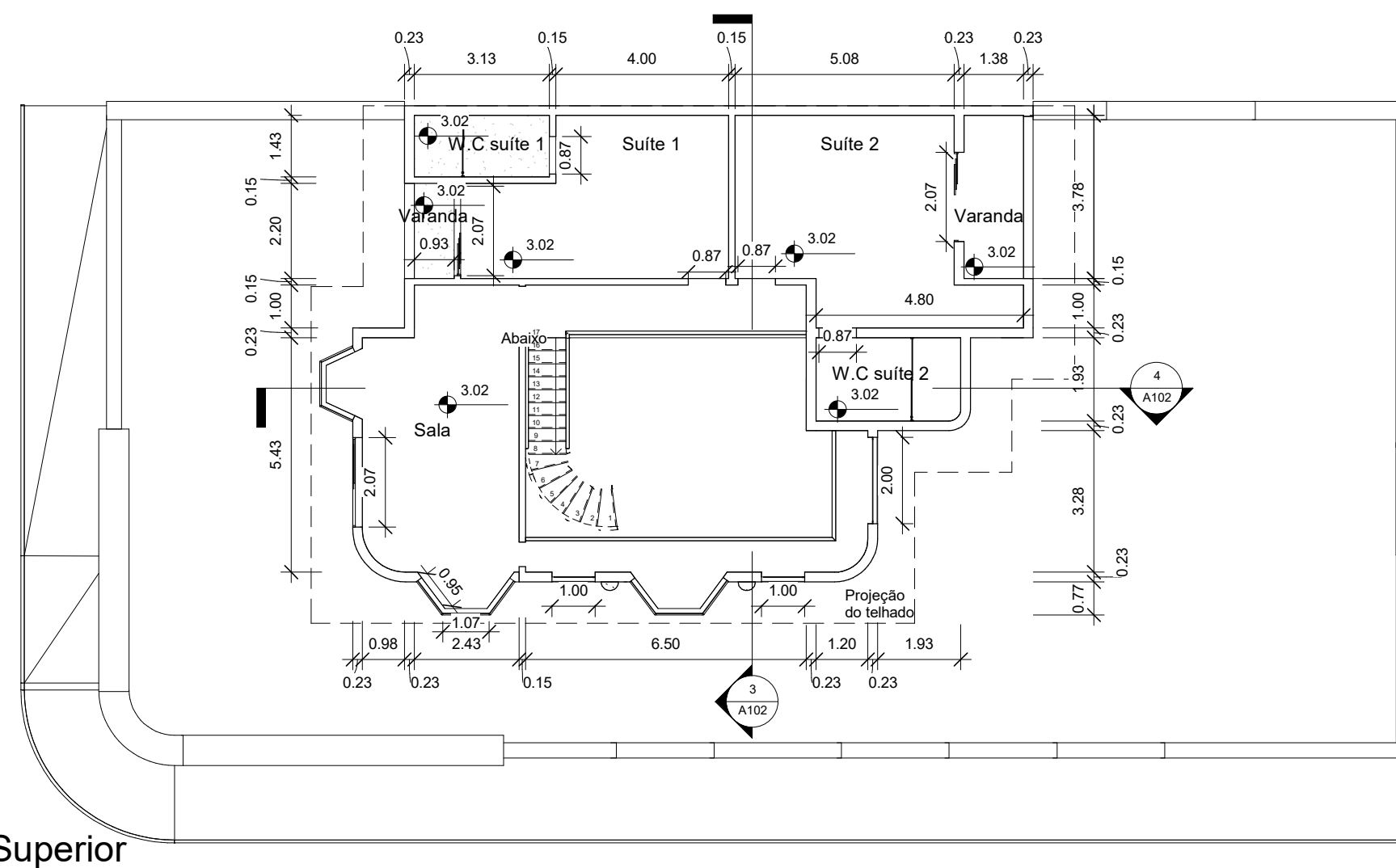
ANEXO A – Projeto arquitetônico.



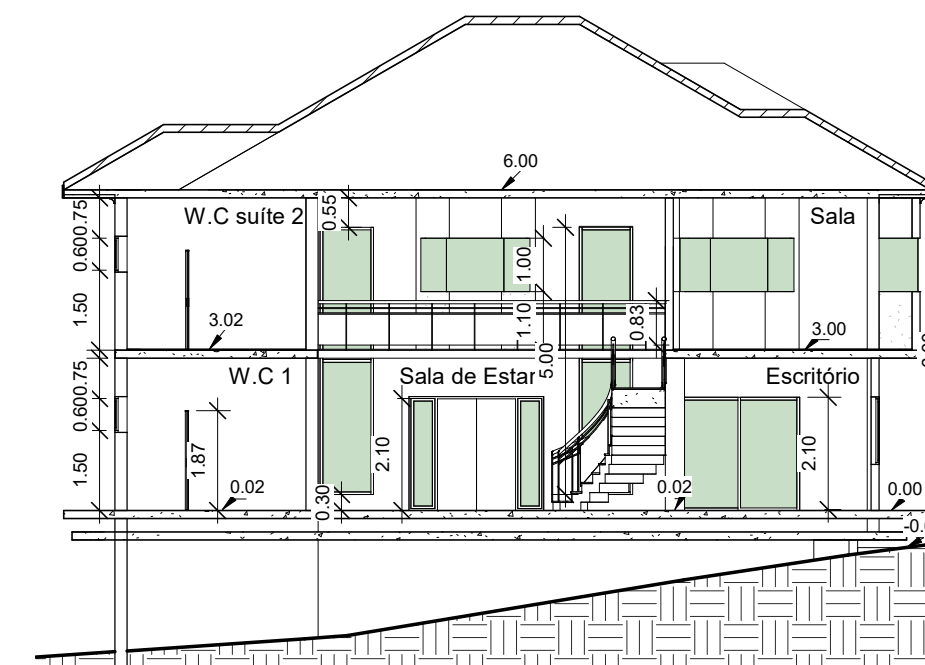
1 Térreo
1 : 100



3 Corte AA
1 : 100

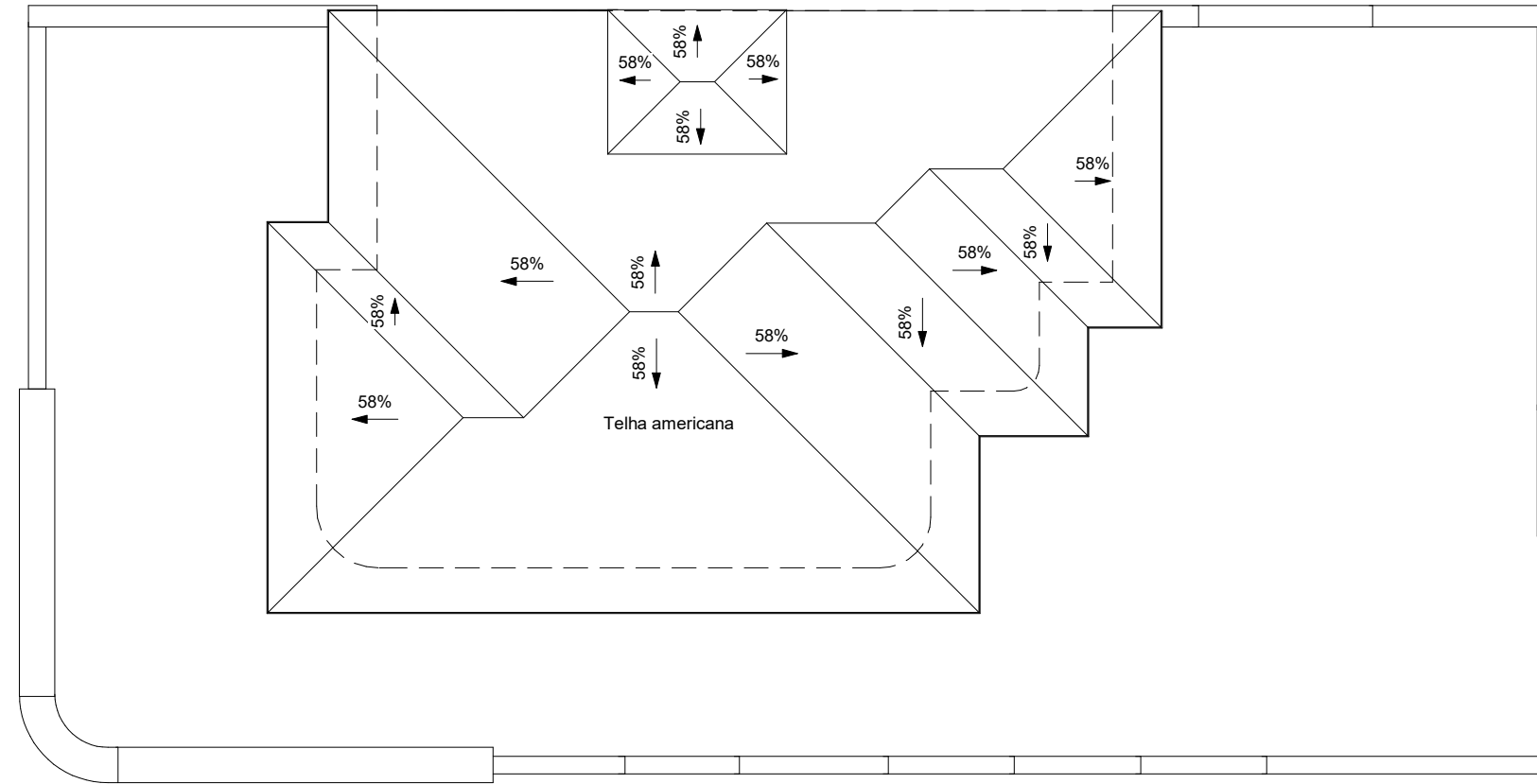


2 Pavimento Superior
1 : 100



4 Corte BB
1 : 100

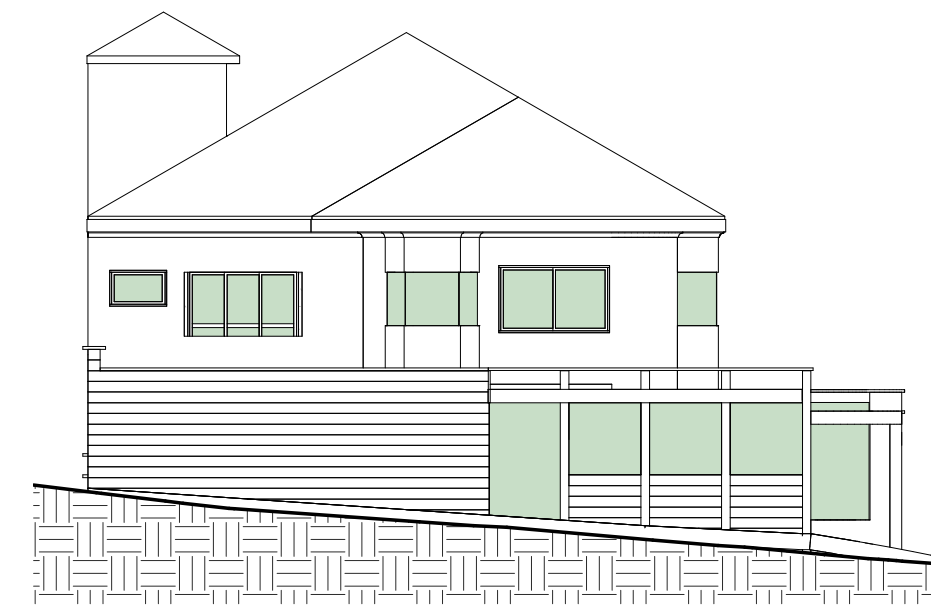
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS	
PROJETO	Título: Projeto Edificação Unifamiliar
	Conteúdo: Planta Baixa, Pavimento Superior, Corte AA e Corte BB
	Alunos: Sérgio Eduardo Vicentini Tiago Morais de Sena Campos
	Área Total Construída: 300,90.m ²
	Data: 19/10/2021
	Escala: Indicada
Folha: 01/02	



5 Cobertura
1 : 100



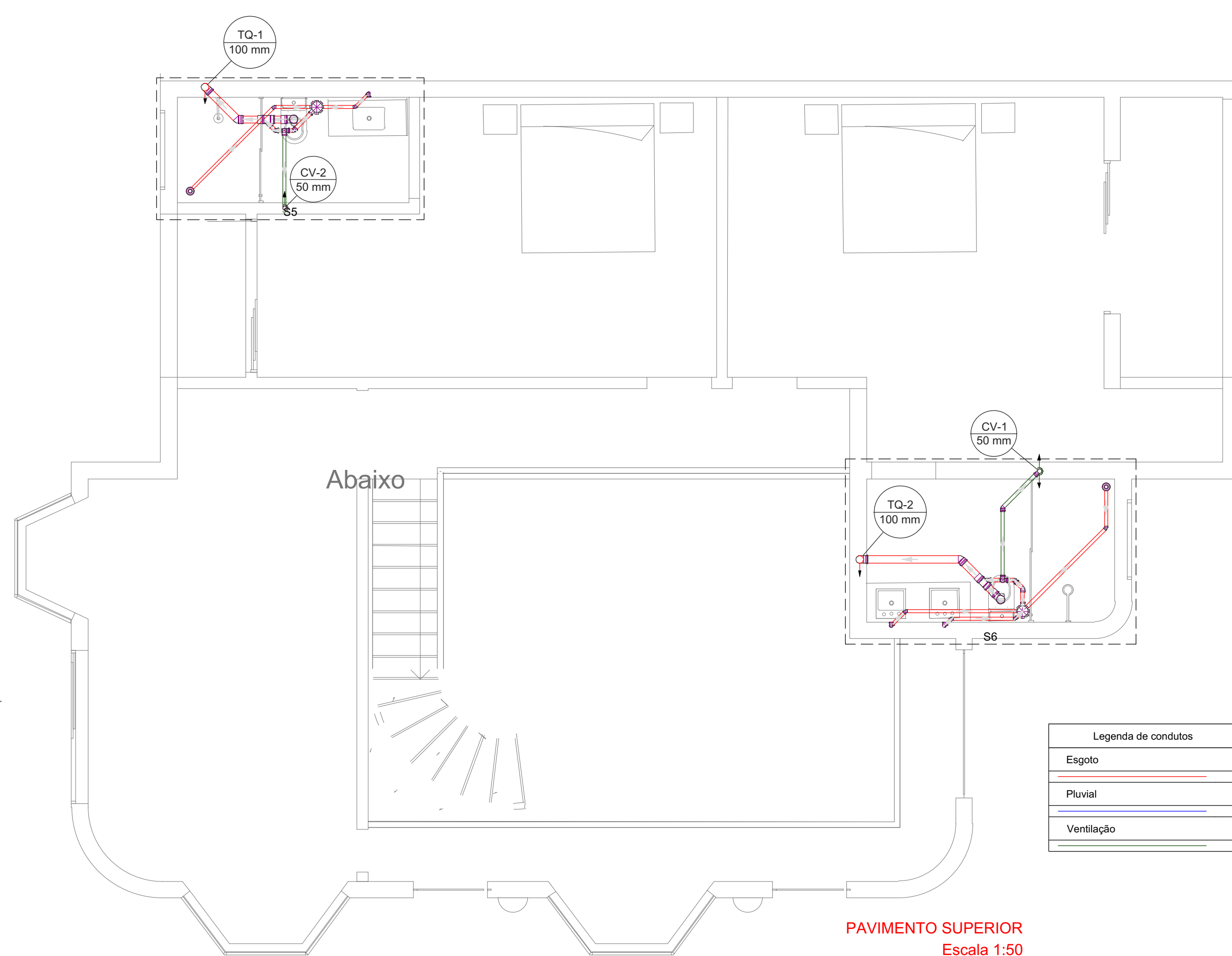
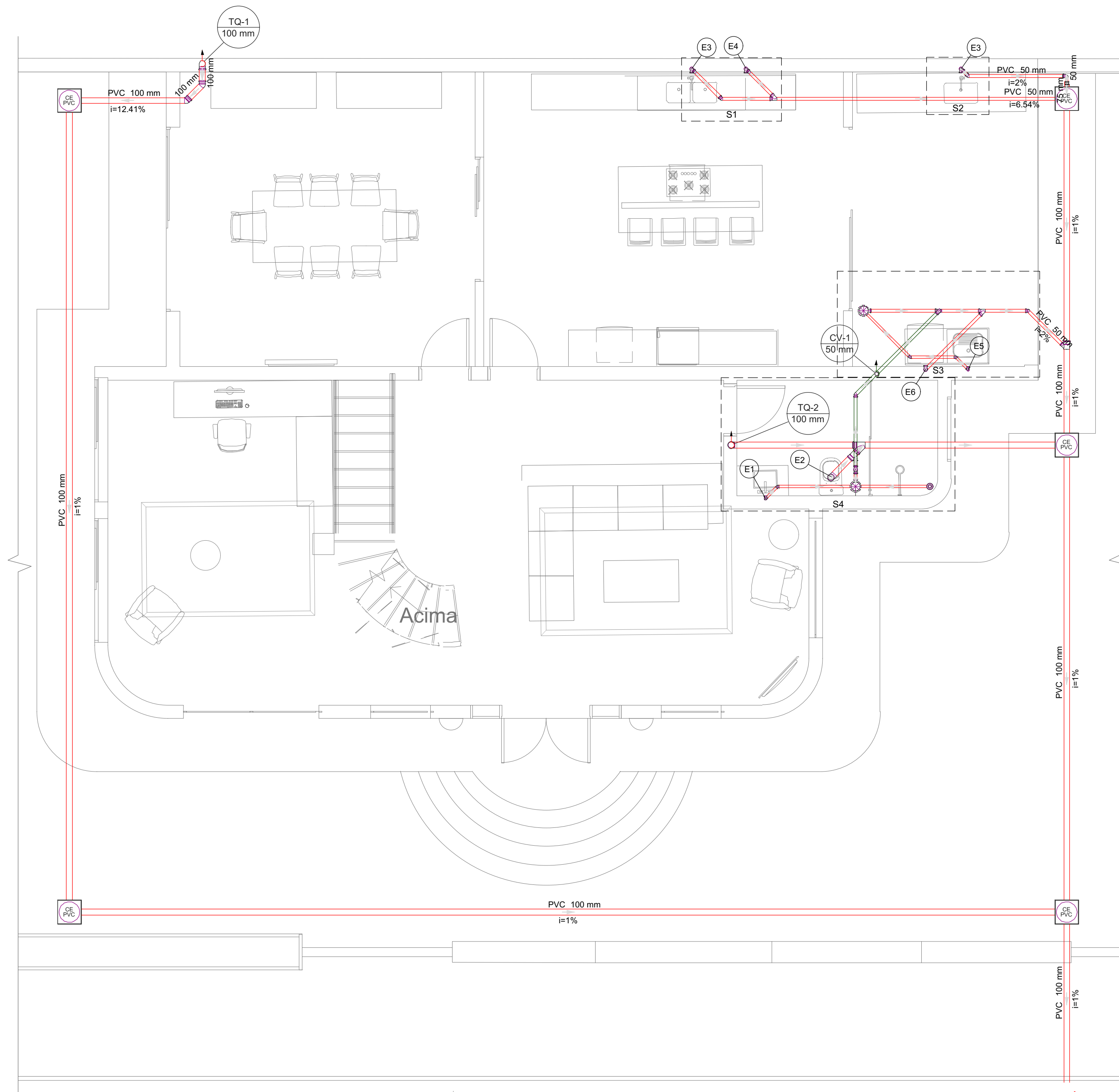
6 Vista Frontal
1 : 100



7 Vista Lateral esquerda
1 : 100

PROJETO	Título:	Anteprojeto
	Conteúdo:	Cobertura, Vista Frontal, Vista lateral esquerda
	Alunos:	Sérgio Eduardo Vicentini Tiago Morais de Sena Campos
	Área Total Construída:	300.90m ²
	Data:	19/10/2021
	Escala:	Indicada
Folha:	02/02	

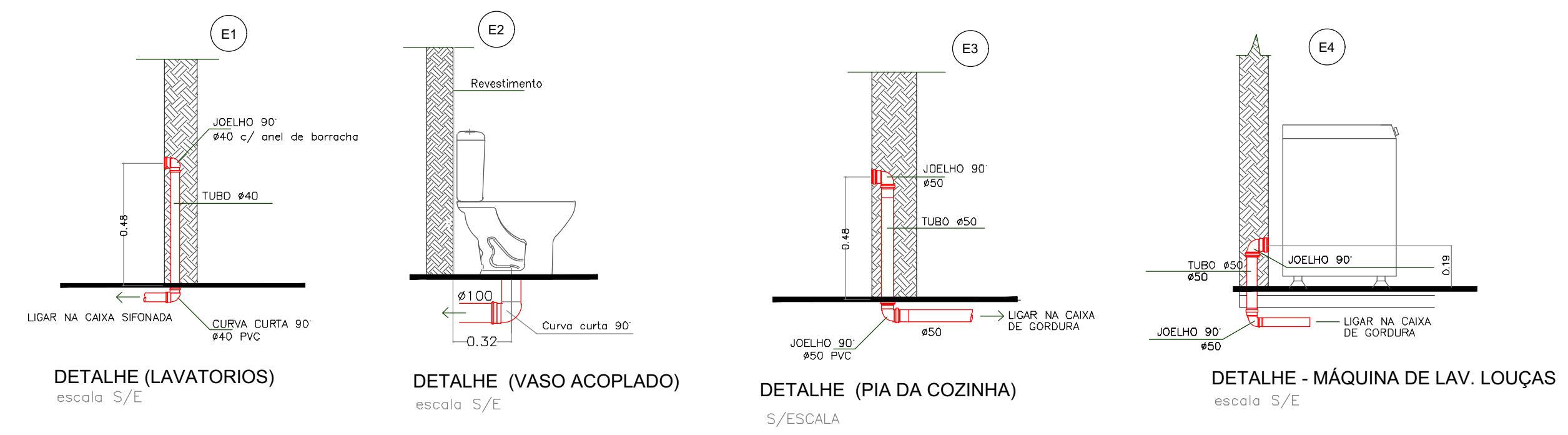
ANEXO B – Projeto Hidrossanitário.



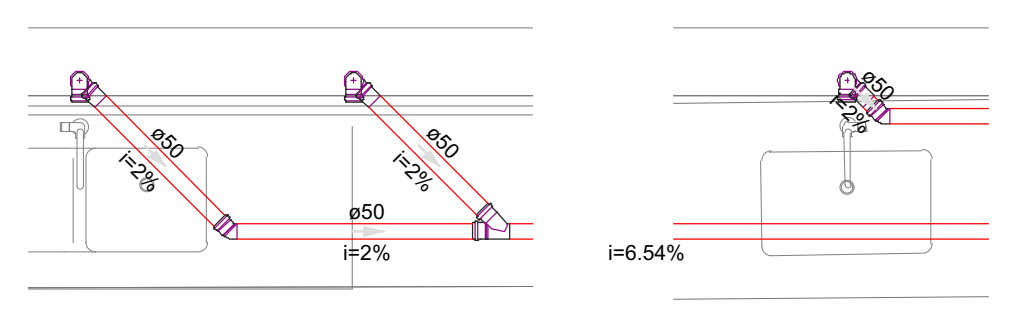
Legenda	
	Adapt. c/anel-borracha plástico metálico
	Barbete de Uto Residencial tipo 3
	Bucha de redução longa
	Caixa Sifonada
	Caixa de aréa pluvial PVC
	Caixas Inspeção Esgoto PVC
	Caixas de Gordura
	Cap
	Chuveiro Residencial
	Joelho 45
	Joelho 90
	Joelho 90- coluna
	Joelho 90- sobe
	Junção simples
	Junção simples c/ redução
	Lavatório Residencial com sifão
	Luva para esgoto secundário
	Luva simples
	Máquina de Lavar Louças- DN 50mm
	Máquina de Lavar Roupas DN 50mm
	Pia de Cozinha Residencial com Sifão 50mm
	Ramais de Ventilação
	Tanque de Lavar Roupas DN 40mm
	Te sanitário- coluna
	Vaso Sanitário c/ curva 90°

Legenda de peças	
PVC Acessórios	
	Sifão de copo p/ pia e lavatório 1" - 1.1/2" 1pc
	Válvula p/ lavatório e tanque 1" 1pc
E1	PVC Esgoto Curva 90 curta 40 mm 1pc
	Joelho 90 c/anel p/ esgoto secundário 40 mm - 1.1/2" 1pc
	Tubo rígido c/ ponta lisa 40 mm 0.53m
E2	PVC Esgoto Curva 90 curta 100 mm 1pc
PVC Acessórios	
	Sifão de copo p/ pia e lavatório 1" - 2" 1pc
	Válvula p/ pia 1" 1pc
E3	PVC Esgoto Joelho 90 50 mm 2pc
	Tubo rígido c/ ponta lisa 50 mm - 2" 0.53m
E4	PVC Esgoto Joelho 90 50 mm 2pc
	Tubo rígido c/ ponta lisa 50 mm - 2" 0.15m
PVC Acessórios	
	Sifão flexível c/ Adaptador 1.1/2" - 1.1/2" 1pc
	Válvula p/ tanque 1.1/2" 1pc
E5	PVC Esgoto Curva 90 curta 40 mm 1pc
	Joelho 90 c/anel p/ esgoto secundário 40 mm - 1.1/2" 1pc
	Tubo rígido c/ ponta lisa 40 mm 0.4m
E6	PVC Esgoto Joelho 90 50 mm 2pc
	Tubo rígido c/ ponta lisa 50 mm - 2" 0.7m

Legenda de condutos	
	Esgoto
	Pluvial
	Ventilação

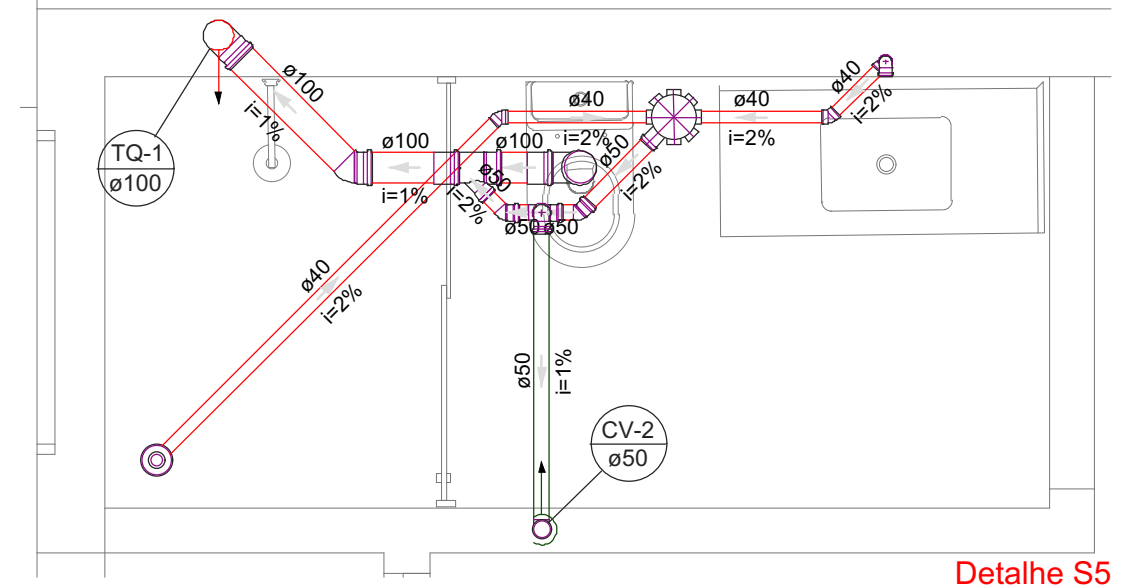


PAVIMENTO TERREO Escala 1:50

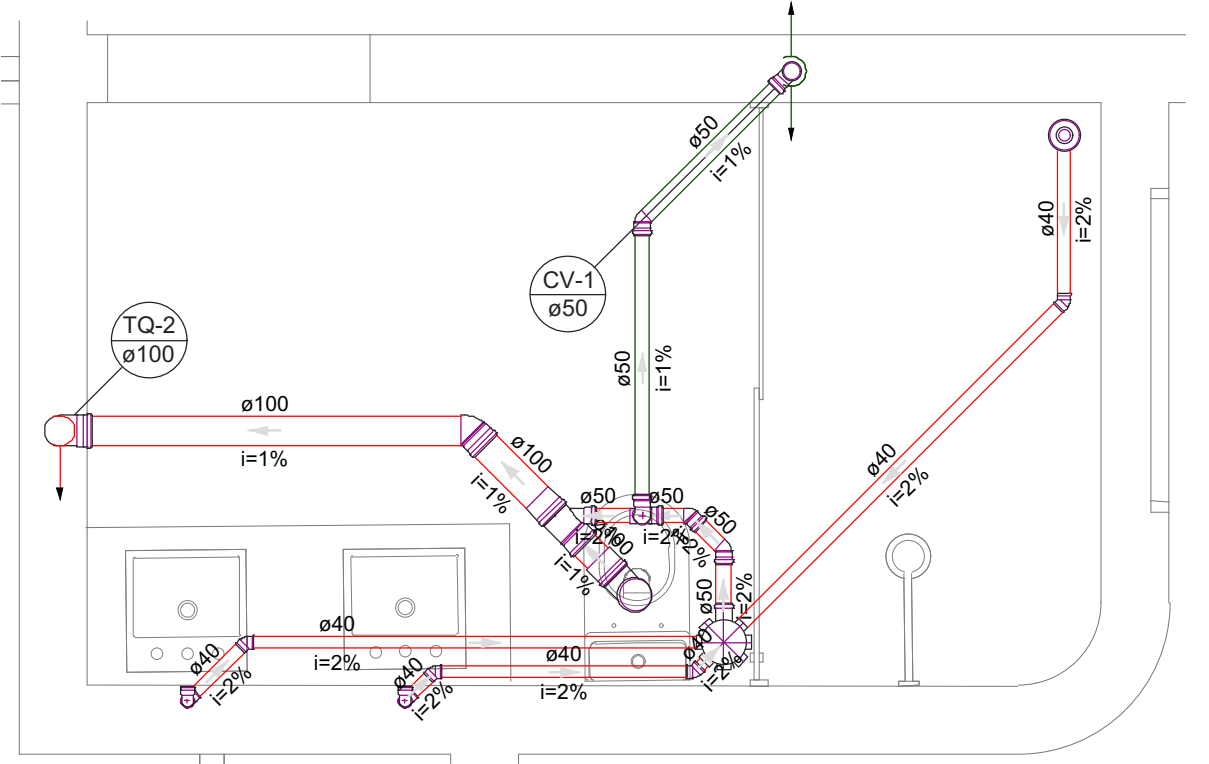


Detalhe S1 Escala 1:25

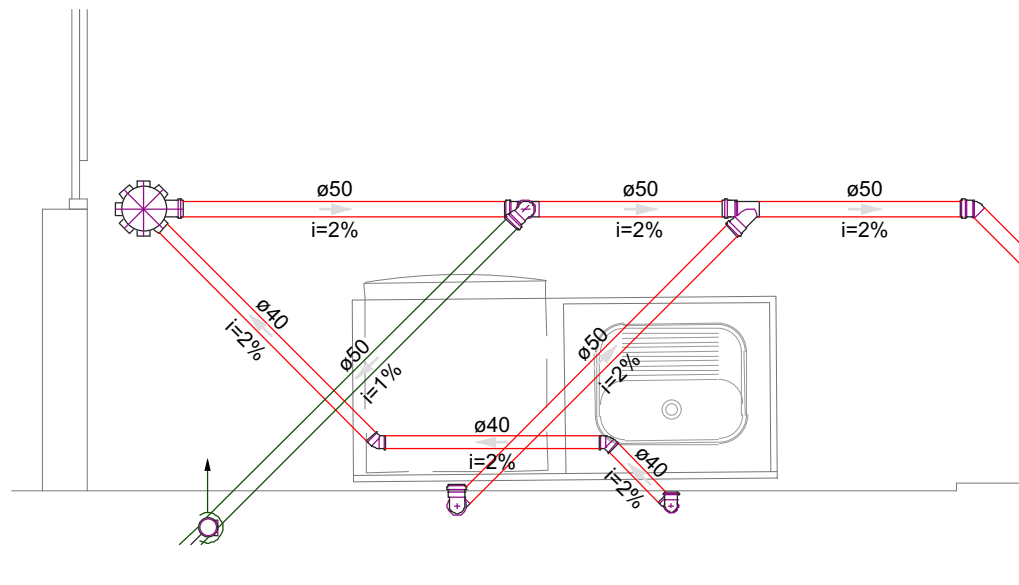
Detalhe S2 Escala 1:25



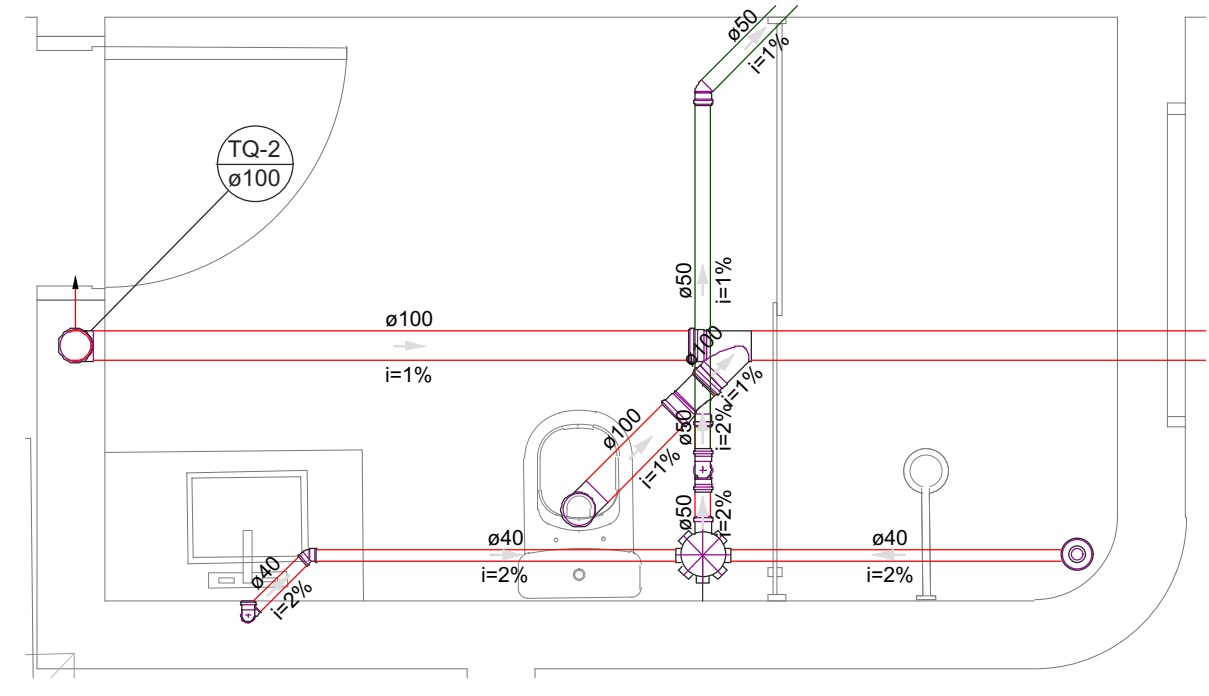
Detalhe S5 Escala 1:25



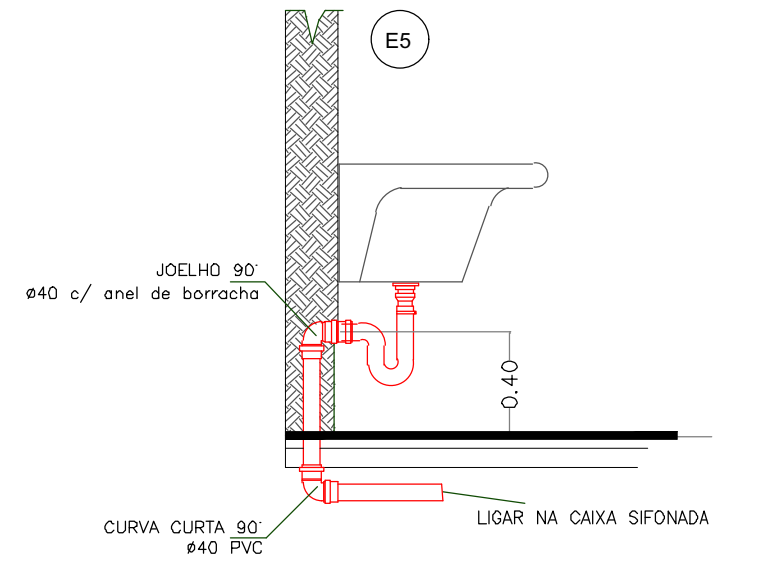
Detalhe S6 Escala 1:25



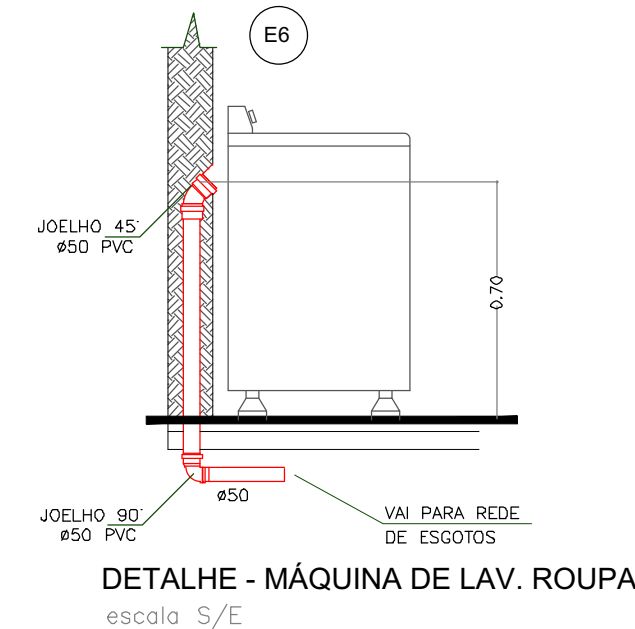
Detalhe S3 Escala 1:25



Detalhe S4 Escala 1:25



DETALHE - TANQUE escala S/E

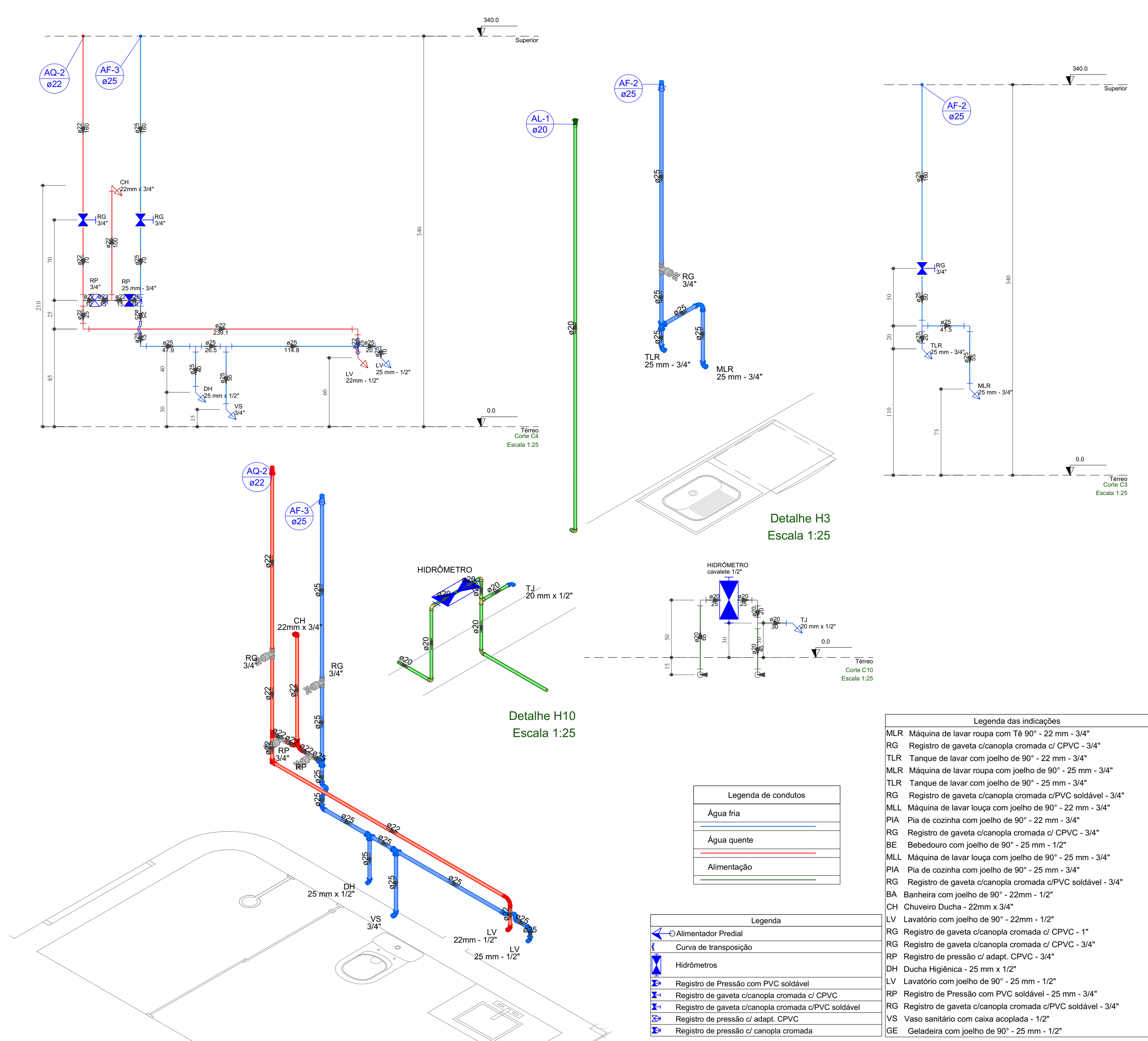
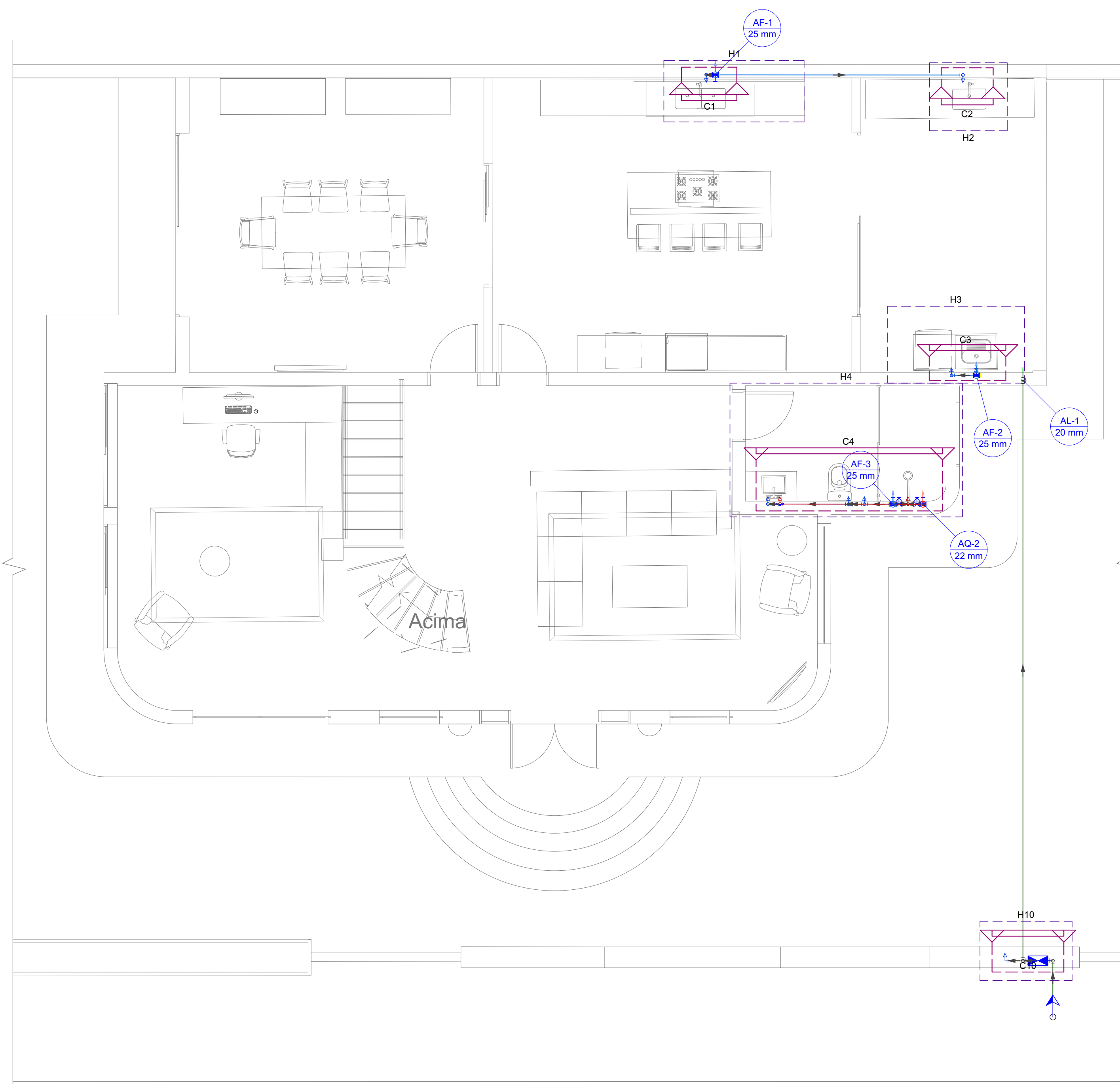


DETALHE - MÁQUINA DE LAV. ROUPAS escala S/E



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

PROJETO	TÍTULO:	PROJETO HIDROSSANITÁRIO	
	CONTEUDO:	SANITÁRIO PAV. TERREO/PAV. SUPERIOR	
	AUTOR:	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	
	RESPONSÁVEL TÉCNICO:	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX ENG. CIVIL - C.R.E.A XXXXXXX/D - MG	
DATA:	XX/XX/XXXX	REVISÃO DATA:	XX/XX/XXXX
ESCALA:	INDICADA	ÁREA:	XXX
DESENHO:	XXXXXXXXXXXX	DIGITALIZAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX
RTR:	REITORIA	FOLHA:	01/03



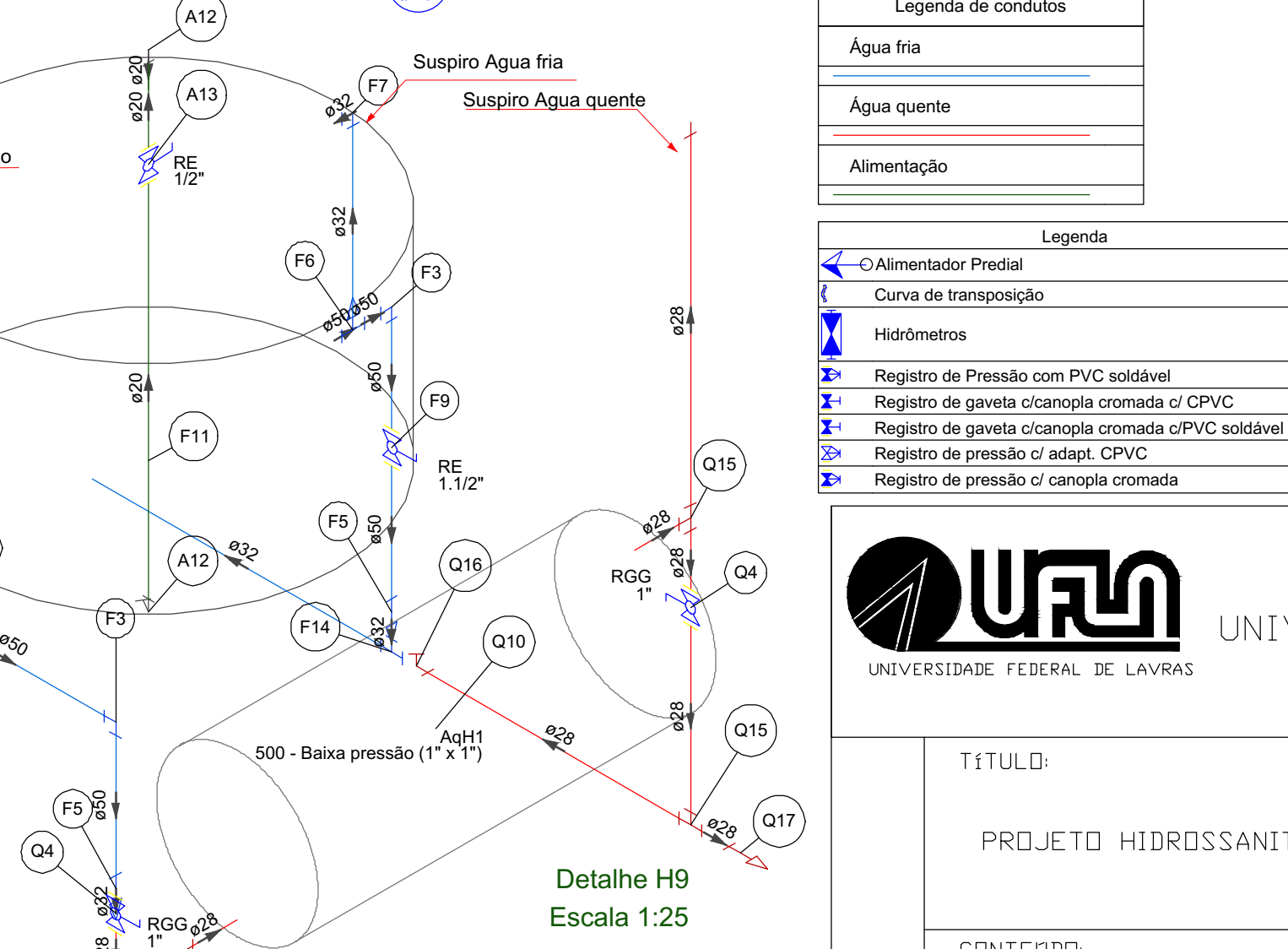
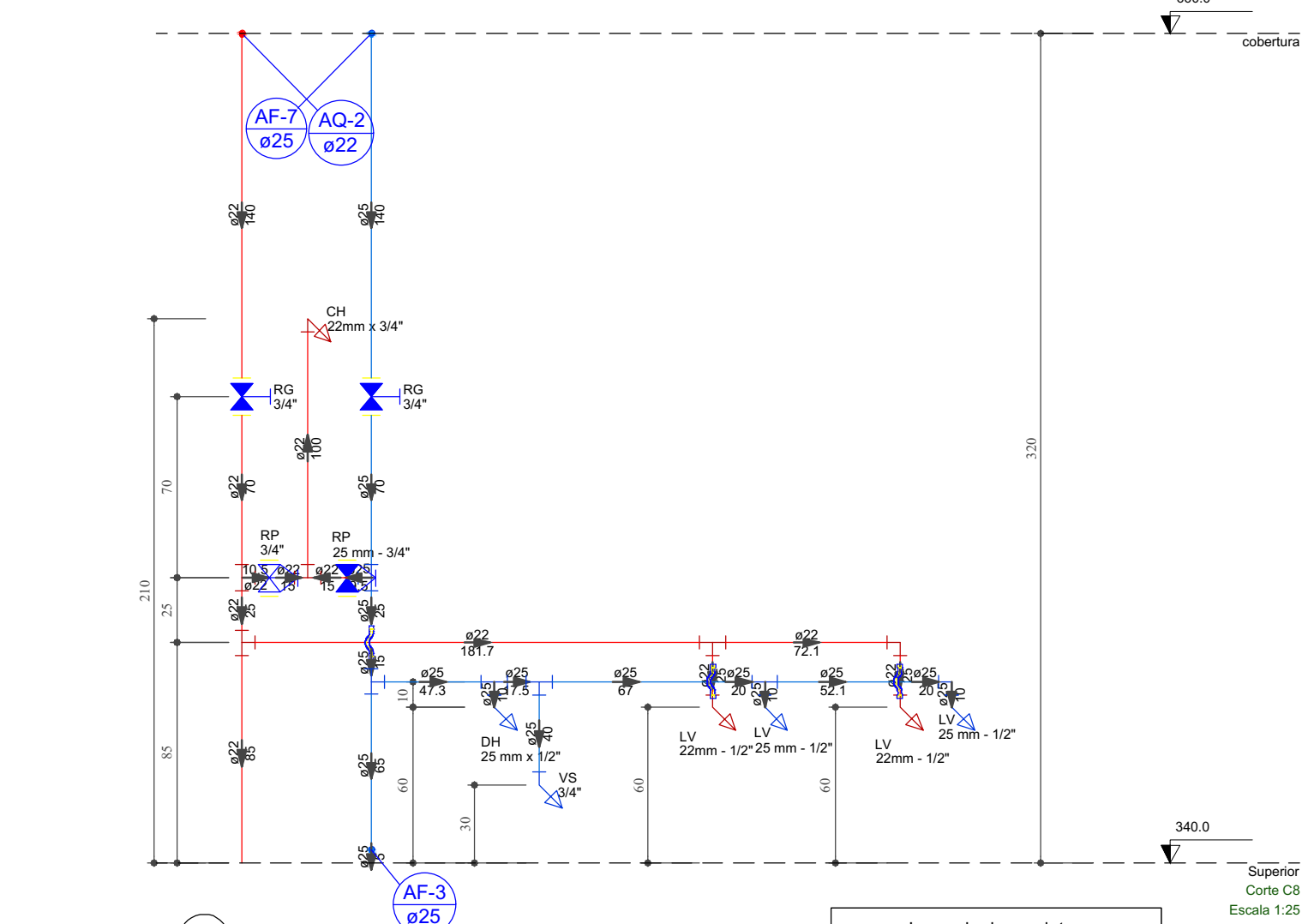
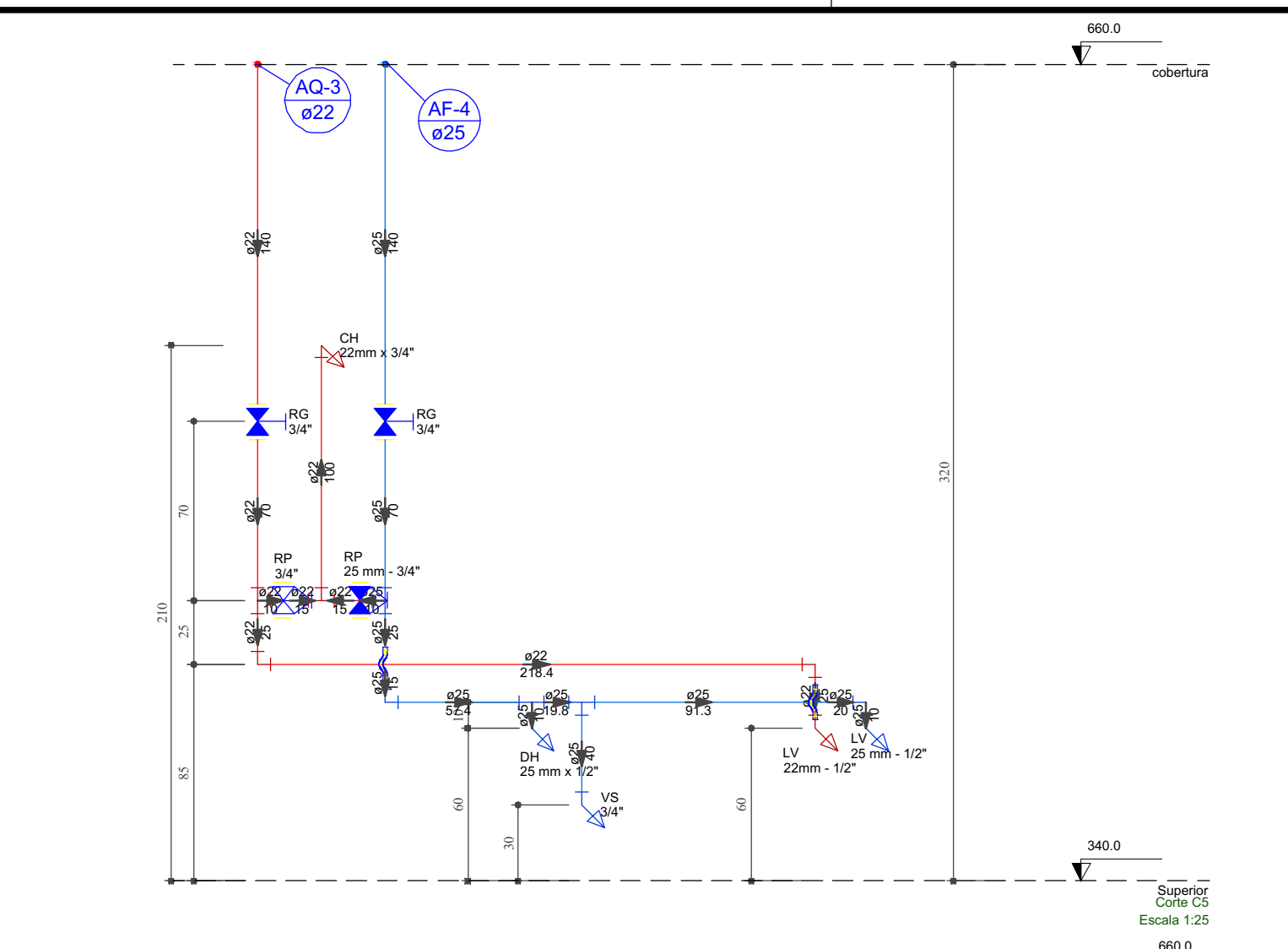
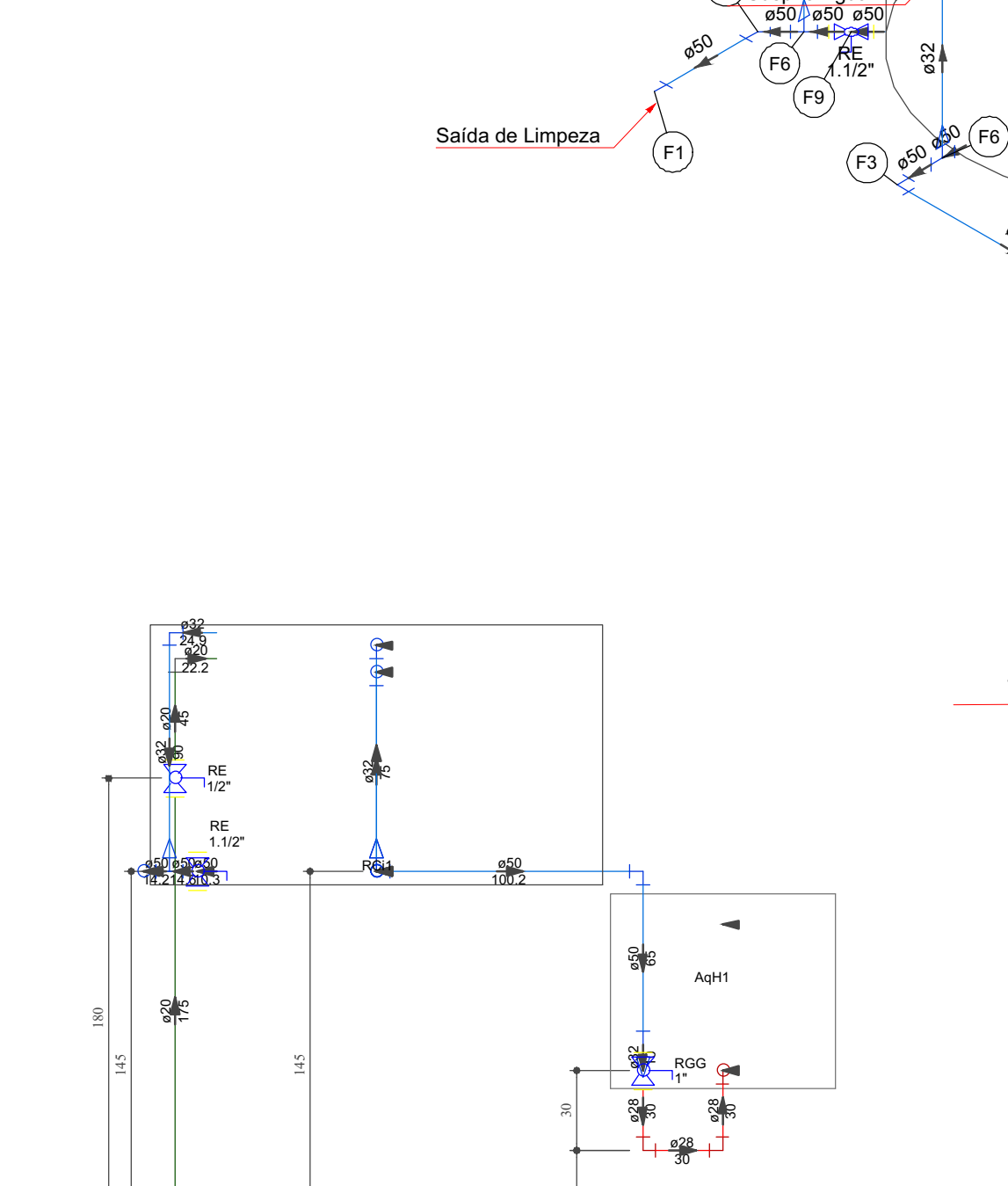
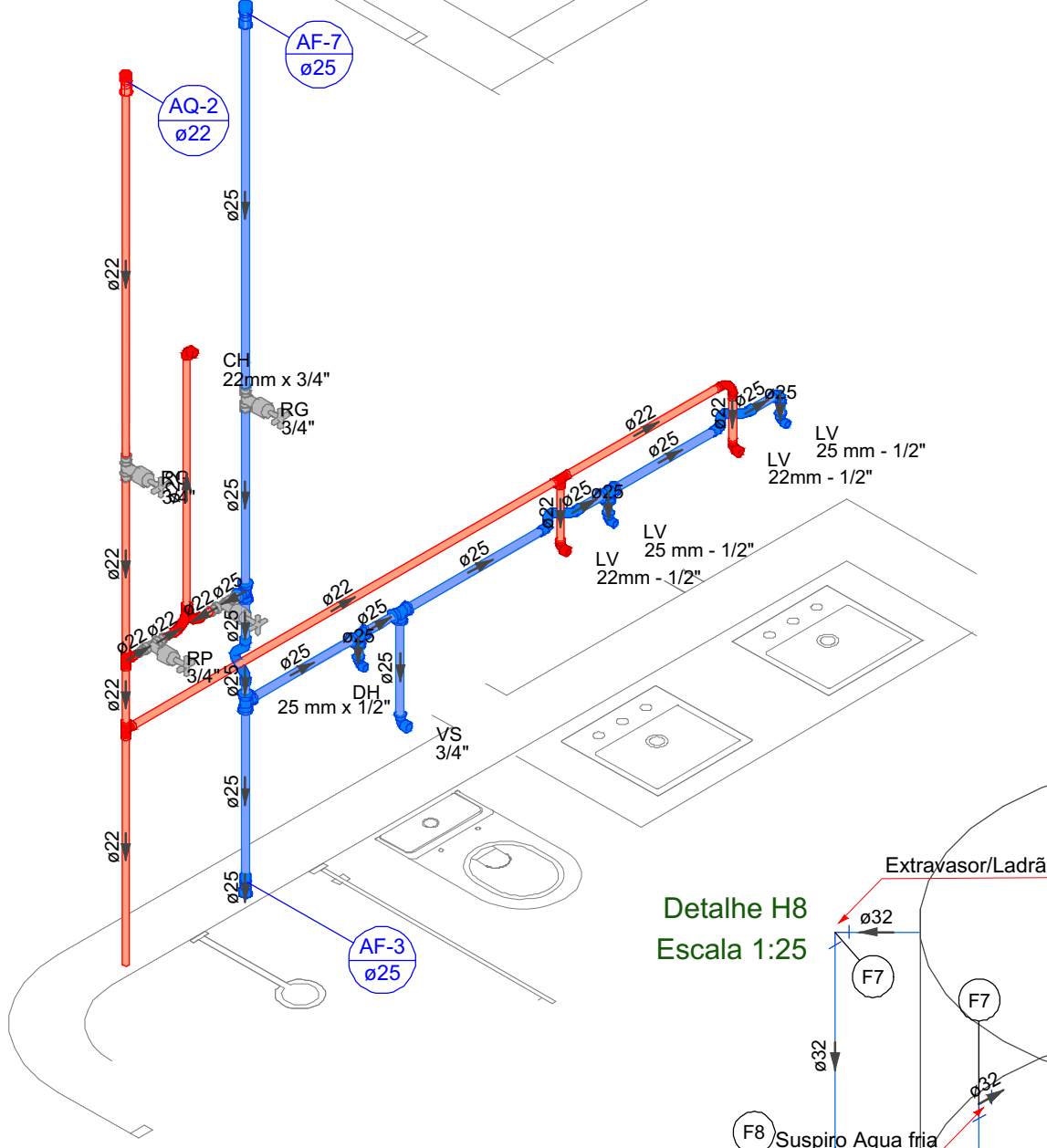
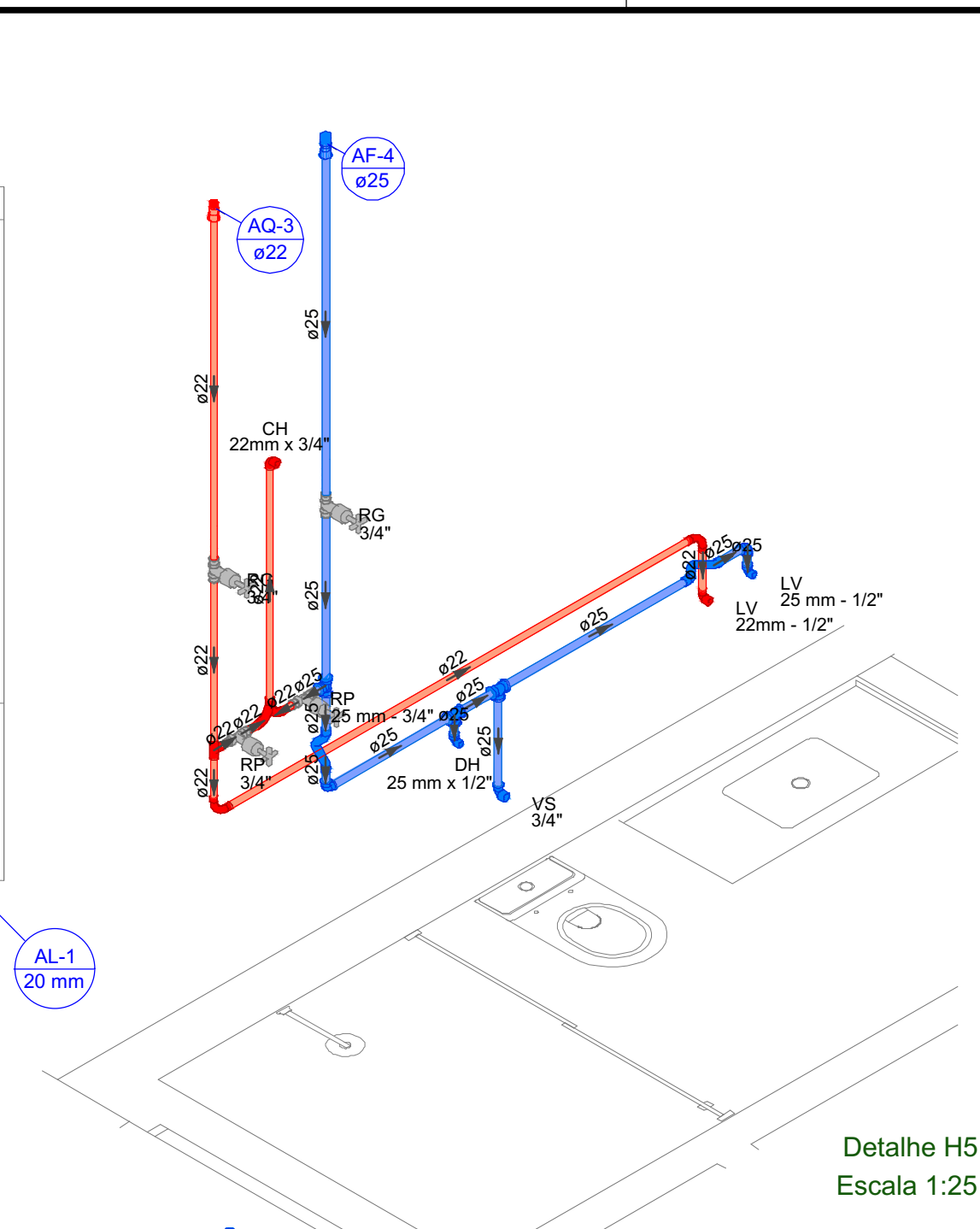
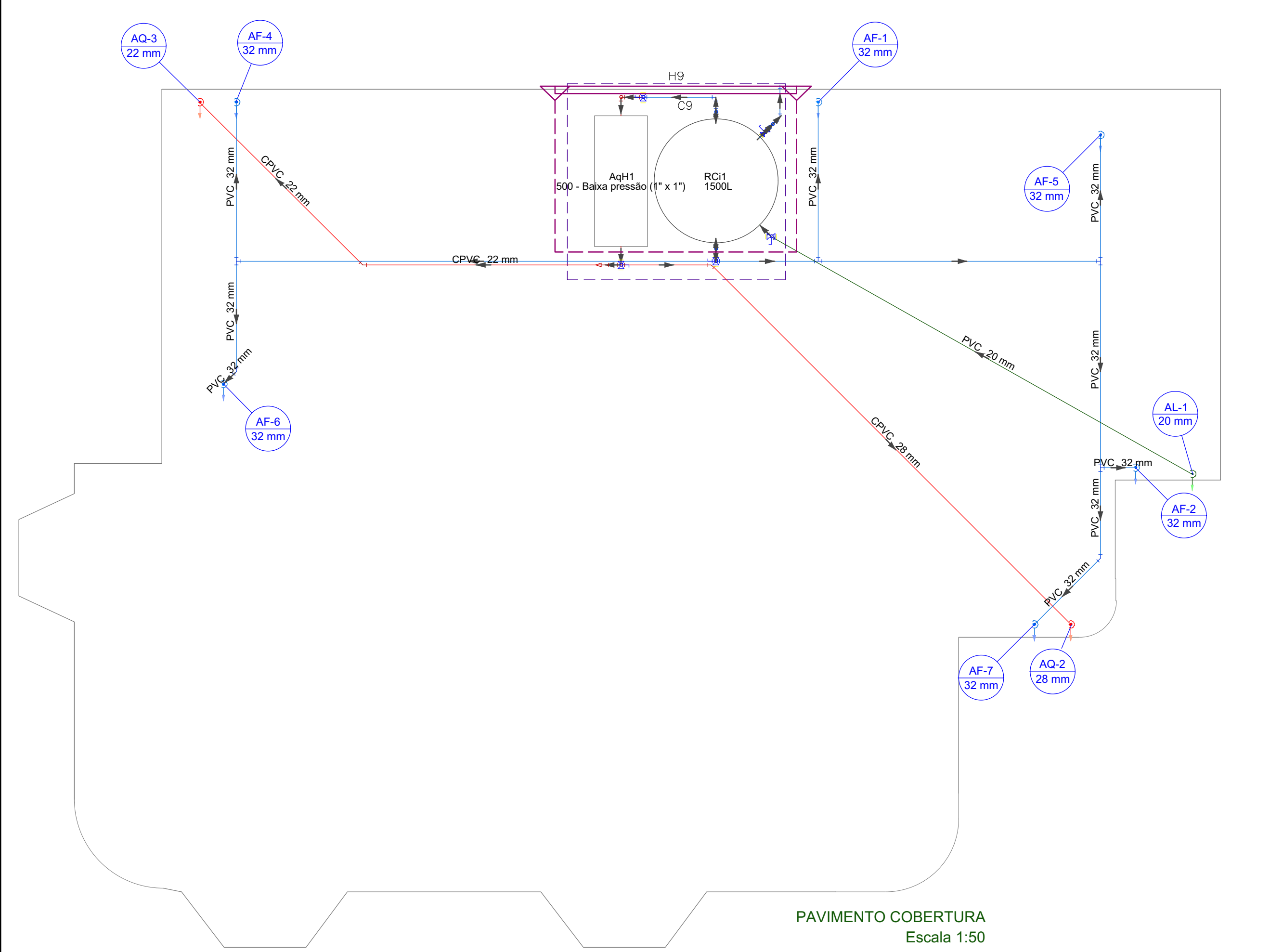
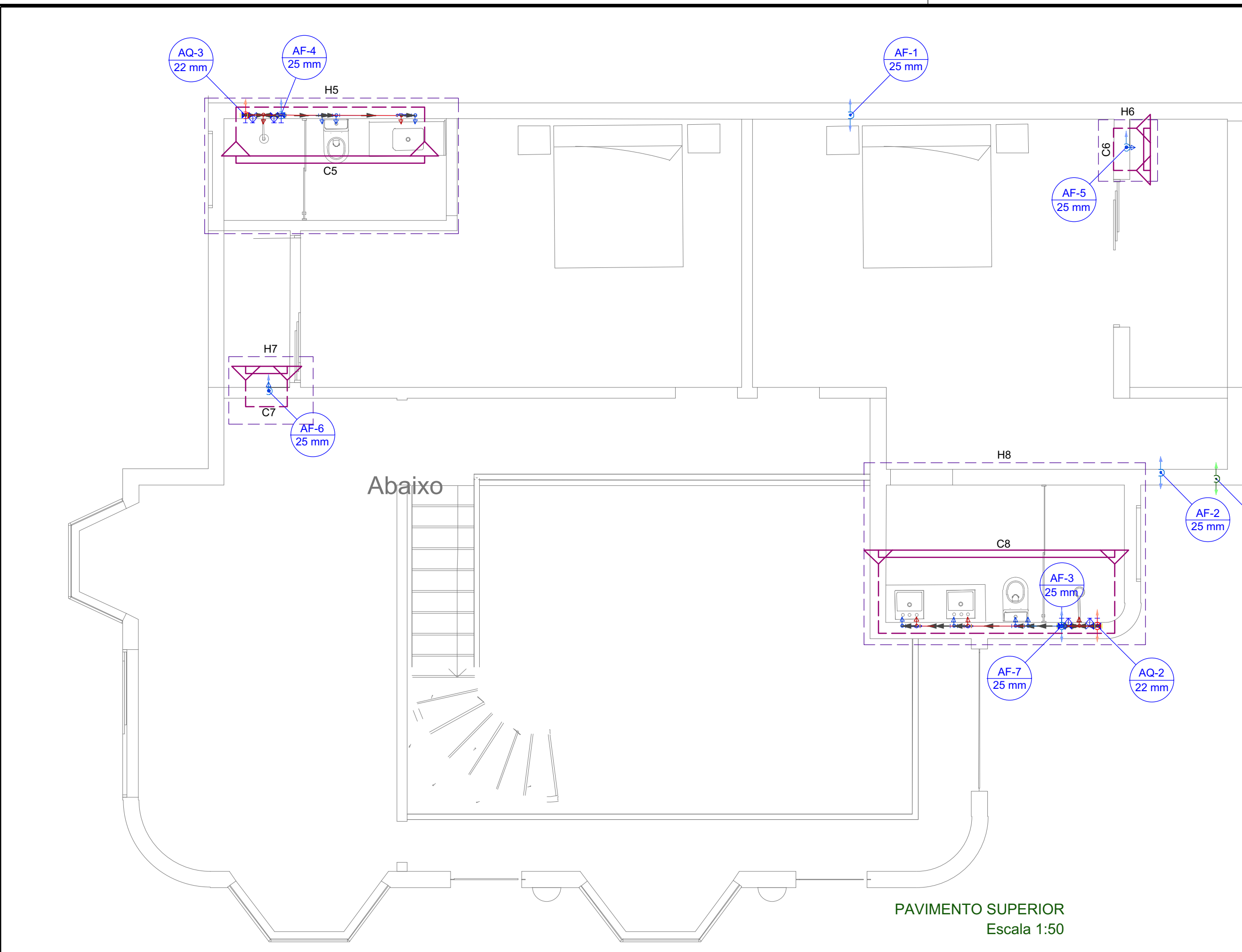
Legenda de condutos	
	Água fria
	Água quente
	Alimentação

Legenda das indicações	
MLR	Máquina de lavar roupa com T8 90° - 22 mm - 3/4"
RG	Registro de gaveta c/canopla cromada c/ CPVC - 3/4"
TLR	Tanque de lavar com joelho de 90° - 22 mm - 3/4"
MLR	Máquina de lavar roupa com joelho de 90° - 25 mm - 3/4"
TLR	Tanque de lavar com joelho de 90° - 25 mm - 3/4"
RG	Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável - 3/4"
PIA	Pia de cozinha com joelho de 90° - 22 mm - 3/4"
RG	Registro de gaveta c/canopla cromada c/ CPVC - 3/4"
BE	Bebedouro com joelho de 90° - 25 mm - 1/2"
MLL	Máquina de lavar louça com joelho de 90° - 25 mm - 3/4"
PIA	Pia de cozinha com joelho de 90° - 25 mm - 3/4"
RG	Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável - 3/4"
BA	Banheira com joelho de 90° - 22mm - 1/2"
CH	Chuveiro Ducha - 22mm x 3/4"
LV	Lavatório com joelho de 90° - 22mm - 1/2"
RG	Registro de gaveta c/canopla cromada c/ CPVC - 1"
RG	Registro de gaveta c/canopla cromada c/ CPVC - 3/4"
RP	Registro de pressão c/ adapt. CPVC - 3/4"
DH	Ducha Higiênica - 25 mm x 1/2"
LV	Lavatório com joelho de 90° - 25 mm - 1/2"
RP	Registro de Pressão com PVC soldável - 25 mm - 3/4"
RG	Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável - 3/4"
VS	Vaso sanitário com caixa acoplada - 1/2"
GE	Geladeira com joelho de 90° - 25 mm - 1/2"

Legenda	
	Alimentador Predial
	Curva de transposição
	Hidrômetros
	Registro de Pressão com PVC soldável
	Registro de gaveta c/canopla cromada c/ CPVC
	Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável
	Registro de pressão c/ adapt. CPVC
	Registro de pressão c/ canopla cromada

UFPA MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

PROJETO	TÍTULO:	PROJETO HIDROSSANITÁRIO	
	CONTEUDO:	HIDRÁULICO PAV. TÉRREO	
	AUTOR:	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	
	RESPONSÁVEL TÉCNICO:	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX ENG. CIVIL - C.R.E.A XXXXXXXX/D - MG	
DATA:	XX/XX/XXXX	REVISÃO DATA:	XX/XX/XXXX
ESCALA:	INDICADA	ÁREA:	XXX
DESENHO:	XXXXXXXXXXXX	DIGITALIZAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX
RTR:	REITORIA	FOLHA:	02/03



Legenda de peças	
A12	PVC rígido soldável
A13	Joelho 90° soldável
F1	Registro esfera VS compacto soldável PVC
F3	PVC rígido soldável
F5	Bucha de redução sold. longa
F6	PVC rígido soldável
F7	Joelho 90° soldável
F8	PVC rígido soldável
F9	Joelho 45 soldável
F11	Metals
F14	Registro esfera VS compacto soldável PVC
Q2	Reservatório cilíndrico
Q4	Polietileno
Q10	PVC rígido soldável
Q15	Tê 90 soldável
Q16	CPVC Aquatherm
Q17	CPVC Aquatherm

Legenda das indicações	
MLR	Máquina de lavar roupa com Tê 90° - 22 mm - 3/4"
RG	Registro de gaveta c/canopla cromada c/ CPVC - 3/4"
TLR	Tanque de lavar com joelho de 90° - 22 mm - 3/4"
MLR	Máquina de lavar roupa com joelho de 90° - 25 mm - 3/4"
TLR	Tanque de lavar com joelho de 90° - 25 mm - 3/4"
RG	Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável - 3/4"
MLL	Máquina de lavar louça com joelho de 90° - 22 mm - 3/4"
PIA	Pia de cozinha com joelho de 90° - 22 mm - 3/4"
RG	Registro de gaveta c/canopla cromada c/ CPVC - 3/4"
BE	Bebidouro com joelho de 90° - 25 mm - 1/2"
MLL	Máquina de lavar louça com joelho de 90° - 25 mm - 3/4"
PIA	Pia de cozinha com joelho de 90° - 25 mm - 3/4"
RG	Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável - 3/4"
BA	Banheira com joelho de 90° - 22 mm - 1/2"
CH	Chuveiro Ducha - 22 mm x 3/4"
LV	Lavatório com joelho de 90° - 22 mm - 1/2"
RG	Registro de gaveta c/canopla cromada c/ CPVC - 1"
RG	Registro de gaveta c/canopla cromada c/ CPVC - 3/4"
RP	Registro de pressão c/ adapt. CPVC - 3/4"
DH	Ducha Higiénica - 25 mm x 1/2"
LV	Lavatório com joelho de 90° - 25 mm - 1/2"
RP	Registro de Pressão com PVC soldável - 25 mm - 3/4"
RG	Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável
VS	Vaso sanitário com caixa acoplada - 1/2"
GE	Geladeira com joelho de 90° - 25 mm - 1/2"

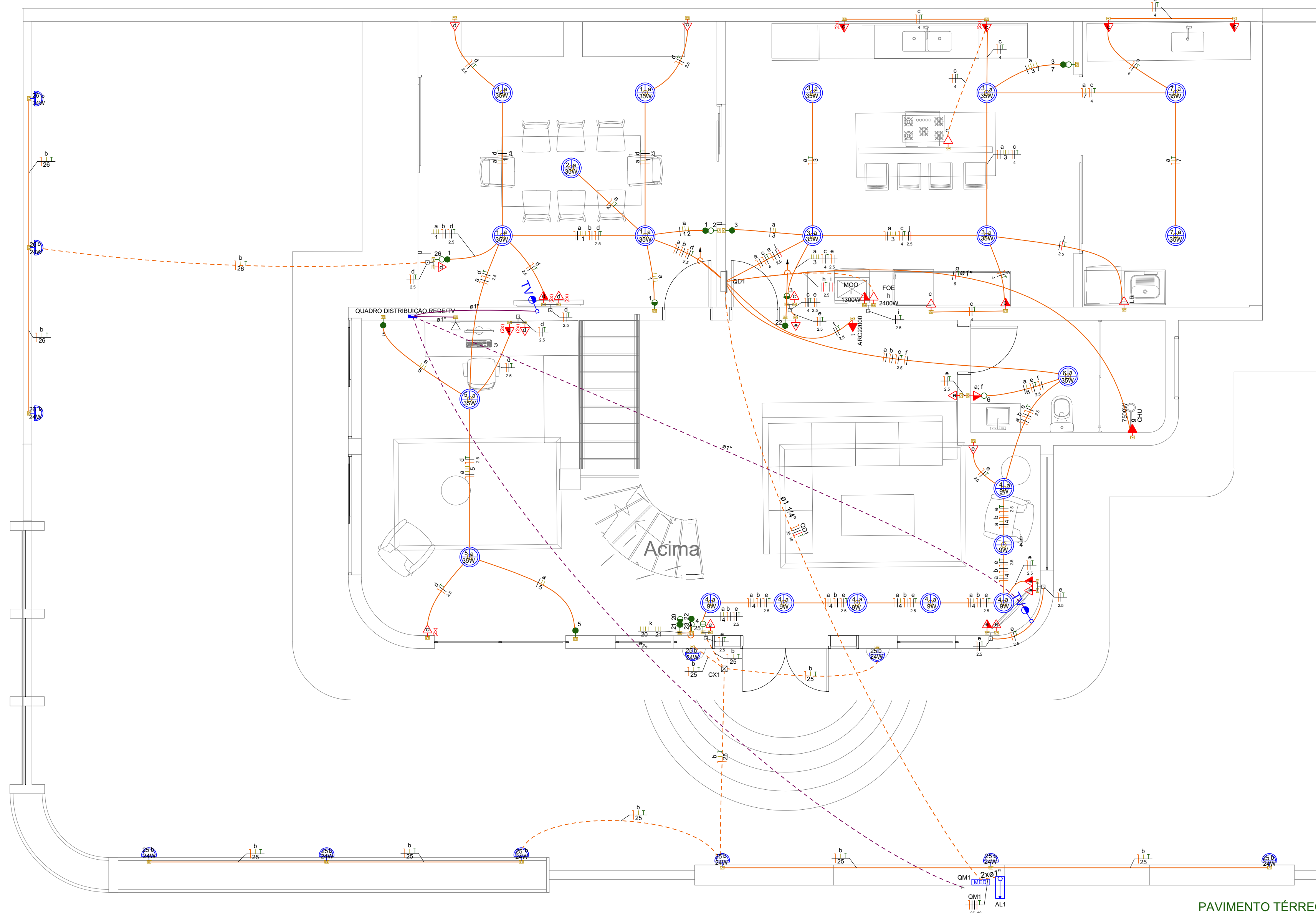
Legenda de condutos	
—	Água fria
—	Água quente
—	Alimentação

Legenda	
○	Alimentador Predial
—	Curva de transposição
⊗	Hidrômetros
⊕	Registro de Pressão com PVC soldável
⊕	Registro de gaveta c/canopla cromada c/ CPVC
⊕	Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável
⊕	Registro de pressão c/ adapt. CPVC
⊕	Registro de pressão c/ canopla cromada

UFPA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

PROJETO	TÍTULO:	PROJETO HIDROSSANITÁRIO	
	CONTEUDO:	HIDRÁULICO PAV. SUPERIOR/COBERTURA	
	AUTOR:	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	
	RESPONSÁVEL TÉCNICO:	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX ENG. CIVIL - C.R.E.A XXXXXXX/D - MG	
	DATA:	REVISÃO DATA:	PROJETO N.º:
	ESCALA:	ÁREA:	DESENHO N.º:
	DESENHO:	DIGITALIZAÇÃO:	FOLHA:
	RTR:		03/03

ANEXO C – Projeto Elétrico.



PAVIMENTO TÉRREO
Escala 1:50

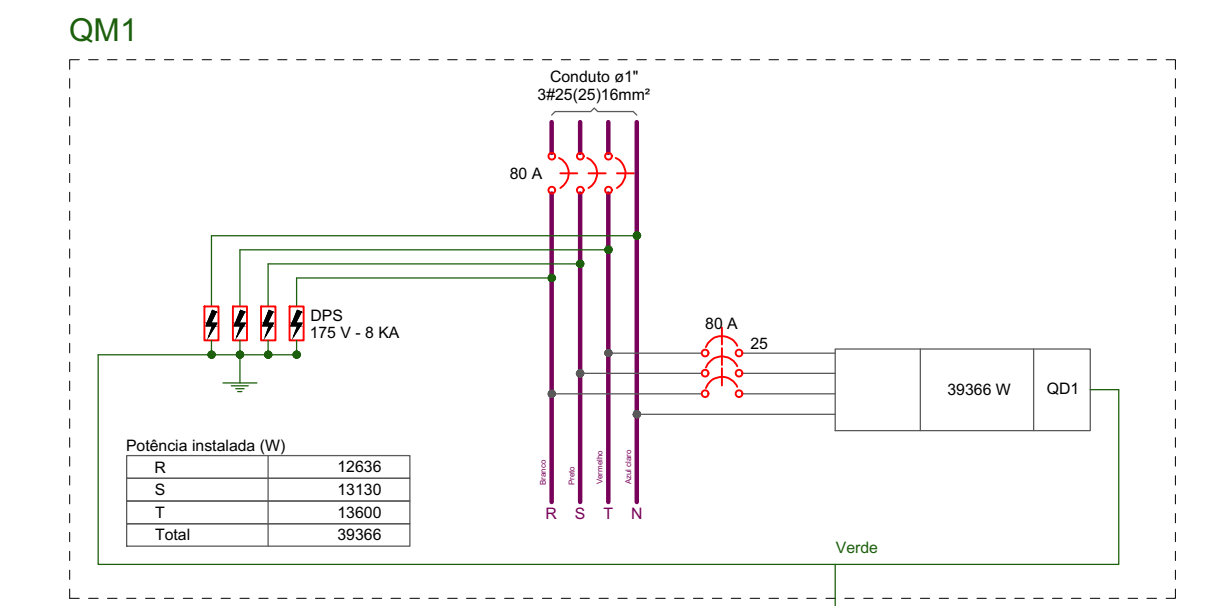
Quadro de Cargas (QD1)																				
Circuito	Descrição	Esquema	Método de inst.	Tensão (V)	Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	Pot. - T (W)	FCT	FCA	In' (A)	Ip (A)	Seção (mm2)	Ic (A)	Disj (A)	dV parc (%)	dV total (%)	Status
QD2		3F+N+T	B1	220/127 V	21733	21159	R+S+T	6924	6735	7500	1.00	1.00	47.7	47.7	16	68.0	63	0.25	1.30	OK
a	Iluminação Interna	F+N+T	B1	127 V	553	553	R	553			1.00	0.70	2.8	4.4	1.5	17.5	10	0.77	1.81	OK
7					70	70	R	70			1.00	0.70	0.8		1.5	17.5			OK	
3					140	140	R	140			1.00	0.70	1.6		1.5	17.5			OK	
1					140	140	R	140			1.00	0.70	1.6		1.5	17.5			OK	
2					35	35	R	35			1.00	0.70	0.4		1.5	17.5			OK	
5					70	70	R	70			1.00	0.70	0.8		1.5	17.5			OK	
4					63	63	R	63			1.00	0.70	0.7		1.5	17.5			OK	
6					35	35	R	35			1.00	0.70	0.4		1.5	17.5			OK	
b	Iluminação Externa	F+N+T	B1	127 V	264	264	R	264			1.00	1.00	1.5	2.1	1.5	17.5	10	0.91	1.96	OK
26					72	72	R	72			1.00	1.00	0.6		1.5	17.5			OK	
25					192	192	R	192			1.00	1.00	1.5		1.5	17.5			OK	
c	TUG - Cozinha/Lavanderia	F+N+T	B1	127 V	1111	1000	S		1000		1.00	0.70	12.5	8.7	4	32.0	16	0.67	1.71	OK
d	TUG - Sala de jantar/Escritório	F+N+T	B1	127 V	1444	1300	R	1300			1.00	1.00	11.4	11.4	2.5	24.0	16	1.15	2.19	OK
e	TUG - Sala de estar	F+N+T	B1	127 V	889	800	R	800			1.00	0.70	8.7	7.0	2.5	24.0	10	1.02	2.06	OK
f	TUG - Banheiro	F+N+T	B1	127 V	111	100	R	100			1.00	1.00	0.9	0.9	2.5	24.0	16	0.12	1.17	OK
g	TUE - Chuveiro	F+F+T	B1	220 V	7500	7500	S+T	3750	3750		1.00	1.00	34.1	34.1	6	41.0	40	1.00	2.05	OK
h	TUE - Forno Elétrico	F+F+T	B1	220 V	2667	2400	R+T	1200			1.00	0.80	15.2	12.1	2.5	24.0	16	0.33	1.37	OK
i	TUE - Microondas	F+F+T	B1	220 V	1444	1300	S+T	650	650		1.00	0.80	8.2	6.6	2.5	24.0	10	0.22	1.26	OK
j	TUE - Lava roupa	F+F+T	B1	220 V	1111	1000	R+T	500			1.00	0.70	7.2	5.1	2.5	24.0	10	0.42	1.46	OK
t	TUE - Ar condicionado	F+F+T	B1	220 V	2211	1990	R+S	995	995		1.00	1.00	10.1	10.1	2.5	24.0	16	0.34	1.38	OK
TOTAL					41039	39366	R+S+T	12636	13130	13600	1.00	1.00	65.5	65.5	25	89.0	80	0.93	1.04	OK

Quadro de Cargas (QM1)																					
Circuito	Descrição	Esquema	Método de inst.	Tensão (V)	Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	Pot. - T (W)	FCT	FCA	In' (A)	Ip (A)	Seção (mm2)	Ic (A)	Disj (A)	dV parc (%)	dV total (%)	Status	
QD1		3F+N+T	B1	220/127 V	41039	39366	R+S+T	12636	13130	13600	1.00	1.00	65.5	65.5	25	89.0	80	0.93	1.04	OK	
TOTAL					41039	39366	R+S+T	12636	13130	13600											OK

- Legenda**
- 2 Tomadas baixas a 0,30m do piso
 - 2 Tomadas médias a 1,10m do piso
 - Caixa 2x4" de embutir
 - Entrada de serviço
 - Espera para rede lógica a 0,30m do piso
 - Interruptor 1 simples e 1 paralelo - 1,10m do piso
 - Interruptor intermediário 1 tecla - 1,10m do piso
 - Interruptor paralelo 1 tecla - 1,10m do piso
 - Interruptor simples 2 teclas - 1,10m do piso
 - Interruptor simples e Tomada hexagonal a 1,10m do piso
 - Ponto de TV a 1,10m do piso
 - Ponto genérico de luz 24W
 - Ponto genérico de luz 35W
 - Ponto genérico de luz 9W
 - Quadro de distribuição
 - Quadro de medição
 - Tomada alta a 2,20m do piso
 - Tomada baixa a 0,30m do piso
 - Tomada média a 1,10m do piso

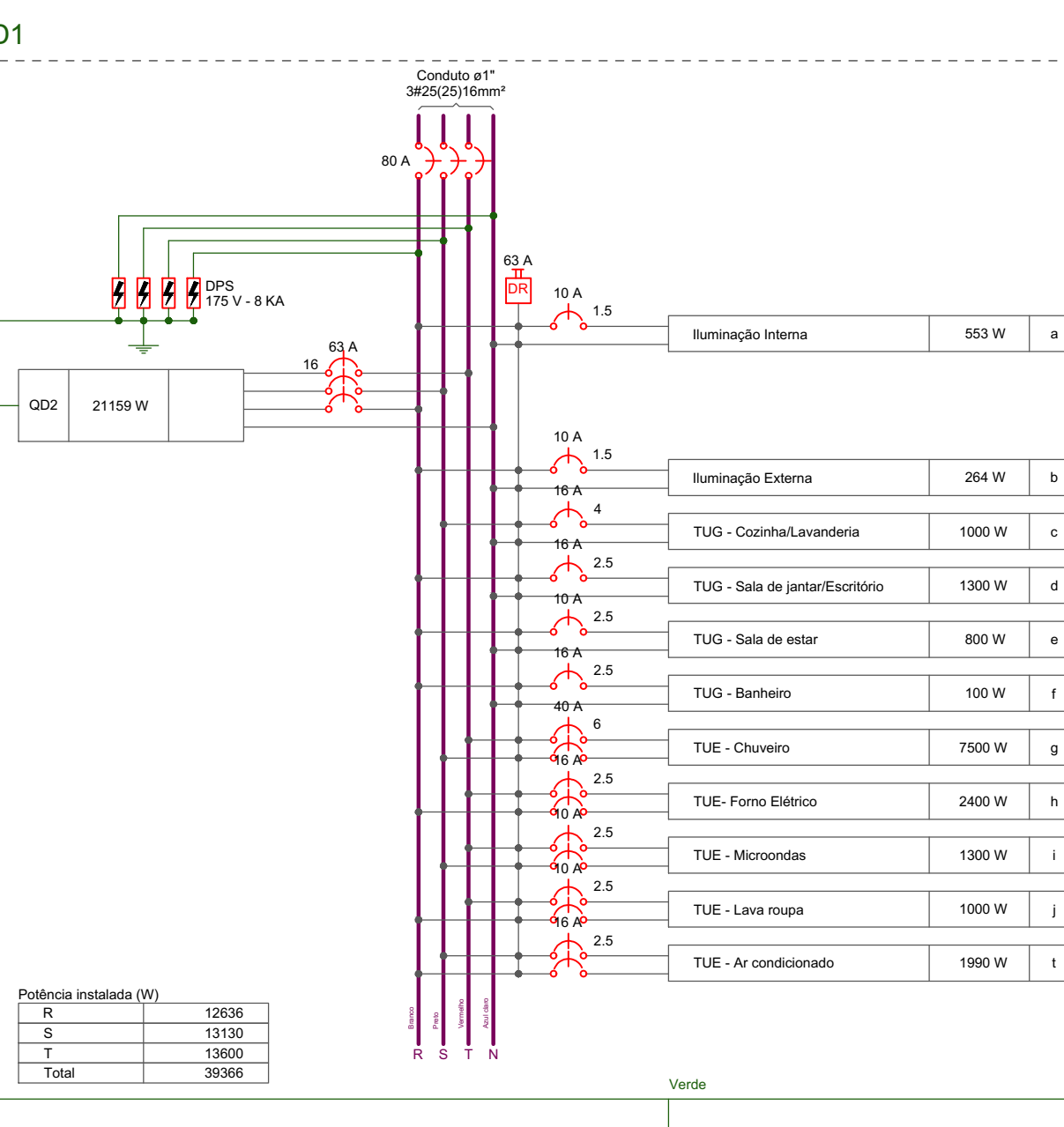
- Lista de materiais**
- Acessórios p/ eletrodutos**
 - Arruela zamak 3/4" 3 pc
 - Bucha zamak 3/4" 3 pc
 - Caixa PVC 4x2" 46 pc
 - Curva 135° PVC rosca 3/4" 1 pc
 - Curva 90° PVC longa rosca 3/4" 1 pc
 - Luva PVC rosca 1,1/4" 4 pc
 - 3/4" 5 pc
 - Acessórios uso geral**
 - Bucha de nylon S6 19 pc
 - Parafuso fenda galvan. cab. panela 4,2x32mm autotarrachante 19 pc
 - Cabo Unipolar (cobre)**
 - Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirastic Ecoplus BWF Flexível) 526.65 m
 - 1.5 mm² 16.4 m
 - 2.5 mm² 355.7 m
 - 25 mm² 65.6 m
 - 4 mm² 116.85 m
 - 6 mm² 32.7 m
 - Caixa de passagem - embutir**
 - Aço pintada (ref Lukbox) 100x100x80 mm 1 pc
 - Dispositivo Elétrico - embutido**
 - Placa 2x4" 2 pc
 - Interruptor intermediária - 1 tecla 5 pc
 - Interruptor paralela - 1 tecla 4 pc
 - Interruptor simples & paralelo - 2 teclas 1 pc
 - Interruptor simples - 2 teclas 2 pc
 - Placa c/ furo 1 pc
 - Placa cega 20 pc
 - Placa p/ 1 função 8 pc
 - Placa p/ 2 funções 1 pc
 - S/ placa 7 pc
 - Interruptor 1 tecla simples e tomada hexagonal (NBR14136) 17 pc
 - Tomada hexagonal (NBR 14136) (2) 2P+T 10A 3 pc
 - Tomada hexagonal (NBR 14136) 2P+T 10A 17 pc
 - Tomada hexagonal (NBR 14136) 2P+T 20A 3 pc
 - Dispositivo Lógica - embutir**
 - Placa 2x4 1 pc
 - Tomada redonda RJ45 1 pc
 - Dispositivo TV/Som**
 - tomada TV/SAT 2 pc
 - Dispositivo de Proteção**
 - Disjuntor Unipolar Termomagnético - norma DIN (Curva C) 3 pc
 - 10 A - 10 kA 3 pc
 - 16 A - 10 kA 2 pc
 - Disjuntor bipolar termomagnético (220 V/127 V) - DIN (Curva C) 1 pc
 - 10 A - 5 kA 1 pc
 - 16 A - 5 kA 1 pc
 - 40 A - 5 kA 1 pc
 - Disjuntor tetrapolar DR (3fases/neutral - In 30mA) (220/127 V) - DIN (Curva C) 1 pc
 - 63 A - 20 kA 3 pc
 - 80 A - 20 kA 3 pc
 - Dispositivo de proteção contra surto 8 pc
 - 175 V - 8 kA 1 pc
 - Interruptor tetrapolar DR (3 fases/neutral - In 30mA) - DIN 63 A 1 pc
 - Eletroduto PVC flexível**
 - Eletroduto leve 54.2 m
 - 1" 225.45 m
 - 3/4" 4 pc
 - Eletroduto PVC rosca**
 - Braçadeira galvan. tipo cunha 15 pc
 - 1" 3.6 m
 - 1,1/4" 14.6 m
 - 3/4" 2 m
 - Eletroduto metálico rígido leve**
 - Eletroduto galvanizado, vara 3,0m 1 m
 - 3/4" 10 pc
 - Material p/ entrada serviço**
 - Cabo cobre nu 1 pc
 - Seção 16mm² 1 pc
 - Cabo de aço galvanizado 280x280x400mm 2 pc
 - Caixa de passagem concreto/alvenaria 520x440x700mm 1 pc
 - Terminal de aterramento 2 pc
 - Haste-cabo 2 pc
 - Ponto de luz**
 - Ponto de luz 24W 11 pc
 - 35W 14 pc
 - 9W 7 pc
 - Quadro de medição - CEMIG**
 - Unidade consumidora individual - sobrepor 1 pc
 - CM-14 - caixa para medidor polifásico e disjuntor bi/tripolar até 120A com It pela via pública 1 pc
 - Quadro distrib. plástico - embutir**
 - Quadro de distribuição 1 pc
 - Barr. trif. - DIN (Ref. Hager) 1 pc
 - Cap. 34 disj. unip. - In Pente 100A 1 pc

- Legenda das indicações**
- CHU Pontos de força - Uso específico - Chuveiro 7500 W
 - ARC22000 Pontos de força - Uso específico - Condicionador de ar Split 22000BTU
 - FOE Pontos de força - Uso específico - Forno Elétrico
 - LR Pontos de força - Uso específico - Lavadora de roupa baixa (1000w)
 - MOO Pontos de força - Uso específico - Microondas (1300W)



Quadro de Demanda (QD1)

Tipo de carga	Potência instalada (kVA)	Fator de demanda (%)	Demanda (kVA)
Ar condicionado	4.62	85.00	3.93
Chuveiros, torneiras, fornos, fogões e fritadeiras	26.61	50.00	13.31
Eletrodomésticos em geral	1.11	100.00	1.11
Iluminação e TUG's (Clínicas e hospitais)	8.69	40.00	3.48
TOTAL			21.82



UFPA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

TÍTULO:
PROJETO ELÉTRICO

CONTEÚDO:
PAV. TERREO

AUTOR:
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

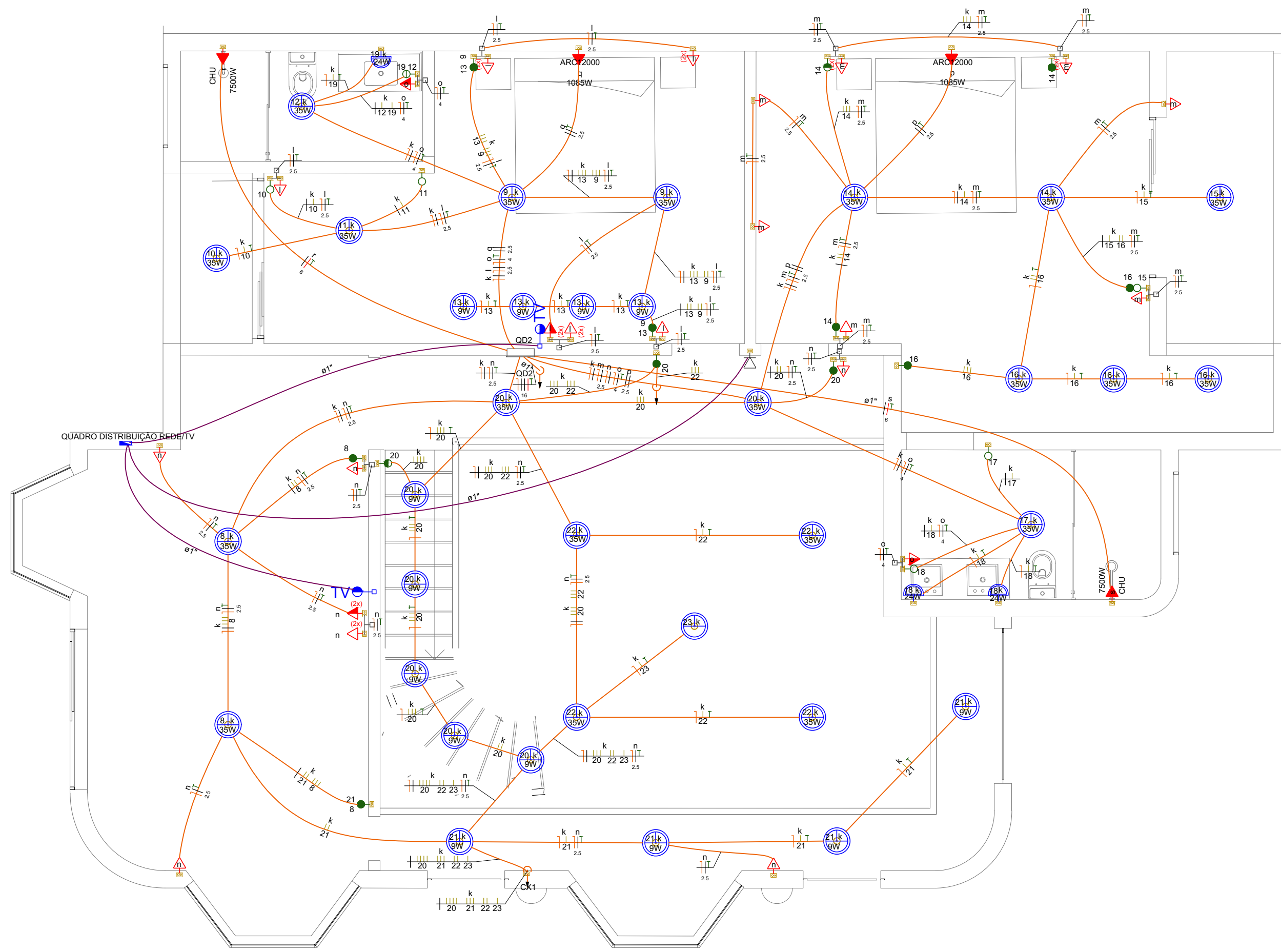
RESPONSÁVEL TÉCNICO:
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
ENG. CIVIL - C.R.E.A. XXXXXXX/D - MG

DATA: XX/XX/XXXX **REVISÃO DATA:** XX/XX/XXXX **PROJETO N.º:**

ESCALA: INDICADA **ÁREA:** XXX **DESENHO N.º:**

DESENHO: XXXXXXXXXXXXXXXX **DIGITALIZAÇÃO:** XXXXXXXXXXXXXXXX **FOLHA:** 01/02

RTR: REITORIA



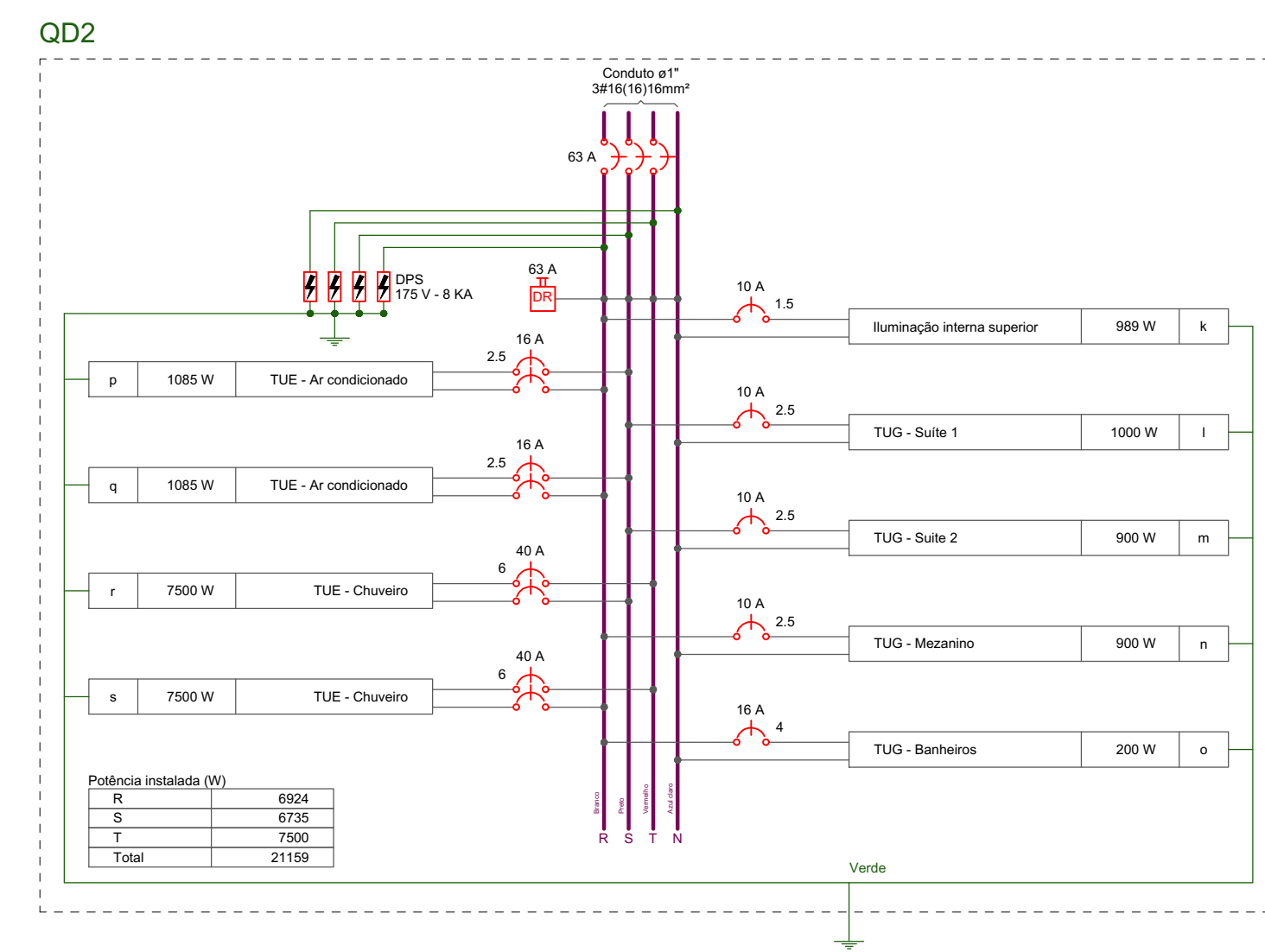
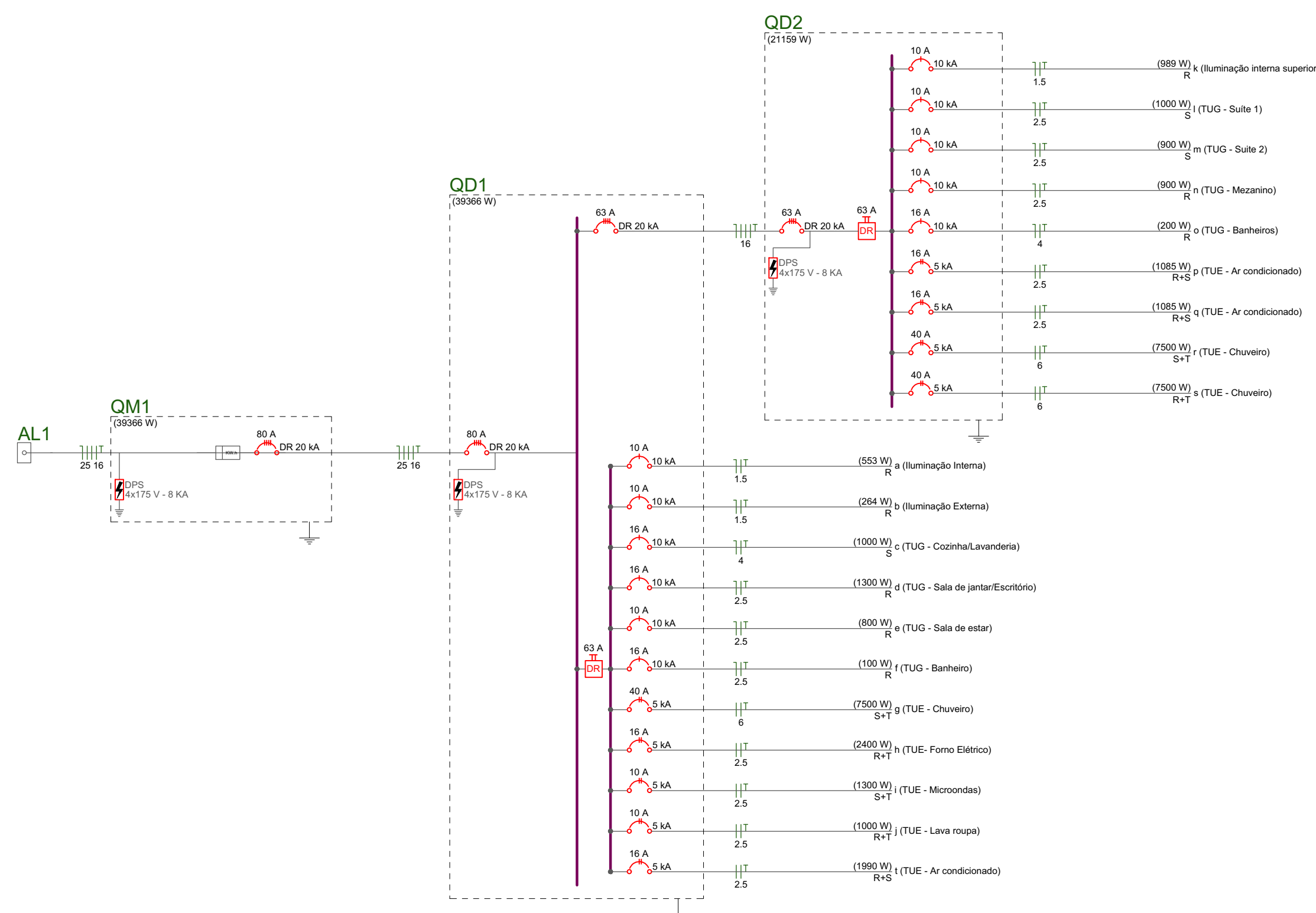
Circuito	Descrição	Esquema	Método de inst.	Tensão (V)	Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	Pot. - T (W)	FCT	FCA	In' (A)	Ip (A)	Seção (mm ²)	Ic (A)	Disj (A)	dV parc (%)	dV total (%)	Status	
k	Iluminação interna superior	F+N+T	B1	127 V	989	989	R	989				1.00	0.70	4.6	7.8	1.5	17.5	10	1.31	2.61	OK
15					35	35	R	35				1.00	0.70	0.4		1.5	17.5				OK
14					70	70	R	70				1.00	0.70	0.8		1.5	17.5				OK
16					105	105	R	105				1.00	0.70	1.2		1.5	17.5				OK
17					35	35	R	35				1.00	0.70	0.4		1.5	17.5				OK
18					48	48	R	48				1.00	0.70	0.5		1.5	17.5				OK
22					140	140	R	140				1.00	0.70	1.6		1.5	17.5				OK
23					100	100	R	100				1.00	0.70	1.1		1.5	17.5				OK
20					115	115	R	115				1.00	0.70	1.3		1.5	17.5				OK
21					36	36	R	36				1.00	0.70	0.4		1.5	17.5				OK
8					70	70	R	70				1.00	0.70	0.8		1.5	17.5				OK
13					36	36	R	36				1.00	0.70	0.4		1.5	17.5				OK
9					70	70	R	70				1.00	0.70	0.8		1.5	17.5				OK
10					35	35	R	35				1.00	0.70	0.4		1.5	17.5				OK
11					35	35	R	35				1.00	0.70	0.4		1.5	17.5				OK
12					35	35	R	35				1.00	0.70	0.4		1.5	17.5				OK
19					24	24	R	24				1.00	0.70	0.3		1.5	17.5				OK
l	TUG - Suite 1	F+N+T	B1	127 V	1111	1000	S		1000		1.00	1.00	8.7	8.7	2.5	24.0	10	0.71	2.01	OK	
m	TUG - Suite 2	F+N+T	B1	127 V	1000	900	S		900		1.00	0.70	11.2	7.9	2.5	24.0	10	1.00	2.30	OK	
n	TUG - Mezanino	F+N+T	B1	127 V	1000	900	R	900			1.00	0.70	10.0	7.9	2.5	24.0	10	0.70	2.00	OK	
o	TUG - Banheiros	F+N+T	B1	127 V	222	200	R	200			1.00	0.70	1.2	1.7	4	32.0	16	0.08	1.38	OK	
p	TUE - Ar condicionado	F+F+T	B1	220 V	1206	1085	R+S	543	543		1.00	0.70	7.8	5.5	2.5	24.0	16	0.43	1.72	OK	
q	TUE - Ar condicionado	F+F+T	B1	220 V	1206	1085	R+S	543	543		1.00	1.00	5.5	5.5	2.5	24.0	16	0.26	1.56	OK	
r	TUE - Chuveiro	F+F+T	B1	220 V	7500	7500	S+T		3750	3750	1.00	1.00	34.1	34.1	6	41.0	40	0.80	2.10	OK	
s	TUE - Chuveiro	F+F+T	B1	220 V	7500	7500	R+T	3750		3750	1.00	1.00	34.1	34.1	6	41.0	40	1.08	2.37	OK	
TOTAL					21733	21159	R+S+T	6924	6735	7500											

Quantidade	Descrição	Unidade
48	Caixa PVC 4x2"	pc
630.15	Isol PVC - 450/750V (ref. Pirastic Ecopul BWF Flexível)	m
17.5	1.5 mm ²	m
409.9	16 mm ²	m
75	2.5 mm ²	m
61.2	4 mm ²	m
	6 mm ²	m
	Dispositivo Elétrico - embutido	
	Placa 2x4"	
2	Interruptor intermediária - 1 tecla	pc
6	Interruptor paralelo - 1 tecla	pc
3	Interruptor paralelo - 2 teclas	pc
1	Interruptor simples & paralelo - 2 teclas	pc
4	Interruptor simples - 1 tecla	pc
1	Interruptor simples - 2 teclas	pc
4	Placa c/ furo	pc
2	Placa cega	pc
14	Placa p/ 1 função	pc
8	Placa p/ 2 funções	pc
	S/ placa	
8	Tomada hexagonal (NBR 14136) (2) 2P+T 10A	pc
13	Tomada hexagonal (NBR 14136) 2P+T 10A	pc
1	Tomada hexagonal (NBR 14136) 2P+T 20A	pc
	Dispositivo Lógica - embutir	
	Placa 2x4	
1	Tomada redonda RJ45	pc
	Dispositivo TV/Som	
	Placa 2x4 tomada TV/SAT	
2	tomada TV/SAT	pc
	Dispositivo de Proteção	
	Disjuntor Unipolar Termomagnético - norma DIN (Curva C)	
4	10 A - 10 kA	pc
1	16 A - 10 kA	pc
2	Disjuntor bipolar termomagnético (220 V/127 V) - DIN (Curva C)	pc
2	16 A - 5 kA	pc
2	40 A - 5 kA	pc
1	Disjuntor tetrapolar DR (3fases/neutral - In 30mA) (220/127 V) - DIN (Curva C)	pc
1	63 A - 20 kA	pc
4	Dispositivo de proteção contra surto 175 V - 8 KA	pc
1	Interruptor tetrapolar DR (3 fases/neutral - In 30mA) - DIN 63 A	pc
	Eletroduto PVC flexível	
45.5	1"	m
231.2	3/4"	m
	Ponto de luz	
	Ponto de luz 100W	
1	100W	pc
3	24W	pc
20	35W	pc
13	9W	pc
	Quadro distrib. plástico - embutir	
	Barr. trif. - DIN (Ref. Hager)	
1	Cap. 34 disj. unip. - In Pente 100A	pc

Tipo de carga	Potência instalada (kVA)	Fator de demanda (%)	Demanda (kVA)
Ar condicionado	2.41	90.00	2.17
Chuveiros, torneiras, fornos, fogões e fritadeiras	15.00	70.00	10.50
Iluminação e TUG's (Clínicas e hospitais)	4.32	40.00	1.73
TOTAL			14.40

	2 Tomadas baixas a 0,30m do piso
	2 Tomadas médias a 1,10m do piso
	Caixa 2x4" de embutir
	Espera para rede lógica a 0,30m do piso
	Interruptor 1 simples e 1 paralelo - 1,10m do piso
	Interruptor intermediário 1 tecla - 1,10m do piso
	Interruptor paralelo 2 teclas - 1,10m do piso
	Interruptor simples 1 tecla - 1,10m do piso
	Interruptor simples 2 teclas - 1,10m do piso
	Ponto de TV a 1,10m do piso
	Ponto genérico de luz 100W
	Ponto genérico de luz 24W
	Ponto genérico de luz 35W
	Ponto genérico de luz 9W
	Quadro de distribuição
	Tomada alta a 2,20m do piso
	Tomada baixa a 0,30m do piso
	Tomada média a 1,10m do piso

CHU	Pontos de força - Uso específico - Chuveiro 7500 W
ARC12000	Pontos de força - Uso específico - Condicionador de ar Split 12000BTU



TÍTULO:
 PROJETO ELÉTRICO

CONTEÚDO:
 PAV. SUPERIOR

AUTOR:
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
 PROJETO

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
 ENG. CIVIL - C.R.E.A xxxxxxx/D - MG

DATA: XX/XX/XXXX	REVISÃO DATA: XX/XX/XXXX	PROJETO N.:
ESCALA: INDICADA	ÁREA: XXX	DESENHO N.:
DESENHO: XXXXXXXXXXXXXX	DIGITALIZAÇÃO: XXXXXXXXXXXXXXXXXX	FOLHA: 02/02
RTR: REITORIA		