

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

PÂMELA POMPERMAIER
PRISCILA PIAZZA ROSSI

**ADEQUAÇÃO PROJETUAL: COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS
DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO
2015

PÂMELA POMPERMAIER
PRISCILA PIAZZA ROSSI

**ADEQUAÇÃO PROJETUAL: COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS
DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso Superior de Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – COECI – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora Prof^a. Dr^a: Heloiza Aparecida Piassa Benetti

PATO BRANCO
2015



TERMO DE APROVAÇÃO

ADEQUAÇÃO PROJETUAL: COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR

PÂMELA POMPERMAIER

e

PRISCILA PIAZZA ROSSI

No dia 16 de junho de 2015, às 16h30min, na Sala de Treinamento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, este trabalho de conclusão de curso foi julgado e, após arguição pelos membros da Comissão Examinadora abaixo identificados, foi aprovado como requisito parcial para obtenção do grau em Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, conforme Ata de Defesa Pública nº06-TCC/2015.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. HELOISA PIAZZA BENETTI (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 1 da Banca: Prof^º. Msc. JOSÉ VALTER MONTEIRO LARCHER (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 2 da Banca: Prof^º. Msc. RAYANA CAROLINA CONTERNO (DACOC/UTFPR-BR)

AGRADECIMENTOS

Provavelmente estas palavras não terão o nome de todas as pessoas que participaram dessa fase de nossas vidas. Contudo, todas estão presentes em nossos pensamentos e corações.

À Deus, dedicamos o nosso agradecimento maior, pelo dom da vida e por nos conduzir até aqui, com momentos de felicidade e de dificuldade que nos fizeram crescer como pessoa.

Às nossas famílias, pelo apoio e paciência durante mais esta etapa cumprida. Mães, o seu carinho e zelo foram fundamentais para termos confiança no caminho a seguir. Pais, sua presença foi a segurança que precisamos para acreditarmos nos nossos sonhos. Obrigada por depositar o sonho de uma formação em nós.

Aos professores, gratificamos por serem tão importantes nas nossas vidas acadêmicas e pela sabedoria transmitida durante toda a graduação. Em especial, a Professora Doutora Heloiza Piassa Benetti, pela orientação e empenho para o desenvolvimento e conclusão deste ciclo.

Agradecemos, o Eng. Civil Pedro Leirias Jr. e Carla Fernanda de Quadros pelos conhecimentos repassados e pelo suporte para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos nossos amigos e a todos que de alguma forma auxiliaram no decorrer deste trajeto.

RESUMO

Atualmente são exigidos dos profissionais da construção civil projetos mais ágeis, inovadores e cada vez mais adaptados às necessidades do mercado, assim como, edificações que integrem estética, funcionalidade, redução de impactos ambientais e diminuição de custos.

Quando a fase de projeto tem a sua relevância reconhecida os projetos vão para a obra mais completos. Desta forma, o processo de construção é mais rápido, pois não é necessário reduzir a eficiência das atividades ou perder tempo procurando uma solução, além disso, o processo se torna também mais econômico uma vez que não há desperdícios com retrabalhos, o que diminui também os impactos ambientais. Assim, há um aumento da competitividade da edificação frente ao mercado de trabalho.

Diante dessa perspectiva os profissionais também precisaram mudar. Com a necessidade de especialização nas diferentes áreas, os engenheiros passaram a trabalhar isoladamente, tendo em vista a pressão do mercado por maior produtividade. Visto isso, começaram a surgir às incompatibilidades entre os projetos. Em contrapartida, profissionais especialistas que consigam trabalhar em um ambiente multidisciplinar tendem a desenvolver projetos mais bem elaborados.

A compatibilização de projetos compreende, em essência, a identificação das interferências apuradas por meio da sobreposição dos projetos ainda na fase de concepção. Após essa constatação, a equipe de projetistas deve acordar a solução mais adequada para cada caso. Este estudo visa a adequação projetual entre o projeto arquitetônico e os projetos complementares de uma residência unifamiliar localizada na cidade de Pato Branco, no estado do Paraná, com o auxílio do software de modelagem tridimensional denominado *SketchUp*.

Palavras – chave: Compatibilização; projeto; interferências.

ABSTRACT

Nowadays is required from the professionals of civil constructions to make projects more nimble, innovative and more molded according with market's necessities; buildings that integrate aesthetics, functionality, reduced environmental impacts, and lower costs as well.

When the design phase has its relevance recognized, the projects goes more complete to the field. Thus, the construction process flows faster because it will not be necessary to reduce the efficiency of the activities or waste time looking for solutions. Also, the process becomes more economic once doesn't exist wastes with reworks, which decrease the environmental impact either. Therefore, there is an increase in the competitiveness of the edification in the market.

At this perspective, professionals has also to change. The necessity of specialization in different areas made the engineers began to work alone looking for a best productivity, because of the pressure of the market for better productiveness. More incompatibilities between the projects started to appear with that. In contrast, specialists who can work in a multidisciplinary environment tend to develop more elaborated projects.

The compatibility of projects comprises the identification of the interferences which are determined by overlaying projects in their phase of conception. After that, the team of designers must agree with the best solution for each case. This study looks the adequacy between the architectural and the complementary projects of a single-family residency located in the city of Pato Branco in the state of Paraná using the tridimensional software of modeling called SketchUp.

Key words: Compatibility; project; interference.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE QUADROS	11
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGAS	12
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivo Geral.....	14
1.1.2 Objetivo Específico	14
1.2 JUSTIFICATIVA	15
2 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	17
2.1 O PROCESSO PROJETUAL E SUAS INFLUÊNCIAS	18
2.2 DEFINIÇÃO DE PROJETO.....	21
2.2.1 Arquitetônico.....	22
2.2.2 Estrutural	23
2.2.3 Hidrossanitário.....	24
2.2.4 Elétrico.....	25
2.3 TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO	26
2.3.1 <i>Software</i> para desenvolvimento de projetos.....	26
2.3.2 <i>Software</i> para compatibilização de projetos em 3D.....	28
2.4 DIRETRIZES PARA A COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS.....	29
2.4.1 Coordenador de Projetos.....	32
3 METODOLOGIA	33
3.1 MÉTODO DA PESQUISA	33
4 ESTUDO DE CASO: RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR	35
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA	35
4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PROJETOS	36
4.2.1 Arquitetônico.....	36

4.2.2	Estrutural	37
4.2.3	Hidrossanitário.....	38
4.2.4	Elétrico.....	38
4.3	CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE COMPATIBILIZAÇÃO.....	39
4.4	COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE OS PROJETOS ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL	40
4.4.1	Verificação de incompatibilidades.....	41
4.5	COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE OS PROJETOS ARQUITETÔNICO, ESTRUTURAL E HIDROSSANITÁRIO.....	42
4.5.1	Verificação de incompatibilidades.....	43
4.6	COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE OS PROJETOS ARQUITETÔNICO, ESTRUTURAL, HIDROSSANITÁRIO E ELÉTRICO	44
4.6.1	Verificação de incompatibilidades.....	45
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	46
5.1	PROJETO ARQUITETÔNICO VERSUS PROJETO ESTRUTURAL	46
5.2	PROJETO ARQUITETÔNICO VERSUS PROJETO ESTRUTURAL VERSUS PROJETO HIDROSSANITÁRIO	49
5.3	PROJETO ARQUITETÔNICO VERSUS PROJETO ESTRUTURAL VERSUS PROJETO HIDROSSANITÁRIO VERSUS PROJETO ELÉTRICO.....	54
5.4	O <i>SKETCHUP</i> COMO FERRAMENTA DE COMPATIBILIZAÇÃO	56
5.5	RESUMO DAS INTERFERÊNCIAS E MODIFICAÇÕES PROPOSTAS.....	57
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
6.1	RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	59
	REFERÊNCIAS.....	60
	ANEXOS	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Processo de desenvolvimento de projetos atual	17
Figura 02 – Esquema do processo projetual.....	19
Figura 03 – Influência do custo de uma obra ao longo de suas fases.....	20
Figura 04 – Fluxograma do processo de compatibilização	30
Figura 05 – Fluxograma do método da pesquisa	34
Figura 06 – Limitações da edificação	35
Figura 07 – Localização da edificação	35
Figura 08 – Planta pavimento térreo	36
Figura 09 – Planta pavimento superior.....	37
Figura 10 – Modelo tridimensional do projeto estrutural.....	38
Figura 11 – Modelo tridimensional do projeto arquitetônico e estrutural	40
Figura 12 – Modelo tridimensional do projeto hidráulico e sanitário.....	42
Figura 13 – Modelo tridimensional do projeto elétrico	44
Figura 14 – Interferências entre projeto arquitetônico e projeto estrutural: componente cobertura	46
Figura 15 – Detalhe da laje do projeto arquitetônico	47
Figura 16 – Interferências entre projeto arquitetônico e projeto estrutural: componente superior.....	48
Figura 17 – Interferências entre projeto arquitetônico e projeto estrutural: componente térreo	49
Figura 18 – Interferências entre projeto arquitetônico, projeto estrutural e projeto hidrossanitário: componente cobertura	50
Figura 19 – Interferências entre projeto estrutural e projeto hidrossanitário: componente cobertura	50
Figura 20 – Interferências entre projeto estrutural e projeto hidrossanitário: componente superior.....	51

Figura 21 – Interferências entre projeto estrutural e projeto hidrossanitário: componente térreo	52
Figura 22 – Interferências entre projeto estrutural e projeto hidrossanitário: componente térreo	53
Figura 23 – Interferências entre projeto estrutural e projeto hidrossanitário: componente térreo	53
Figura 24 – Interferências entre projeto estrutural, projeto hidrossanitário e projeto elétrico: componente superior	54
Figura 25 – Interferências entre projeto estrutural, projeto hidrossanitário e projeto elétrico: componente superior	55
Figura 26 – Interferências entre projeto estrutural, projeto hidrossanitário e projeto elétrico: componente térreo.....	55
Figura 27 – Interferências entre projeto estrutural, projeto hidrossanitário e projeto elétrico: componente térreo.....	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Arquitetônico x Estrutural - COBERTURA.....	41
Quadro 02 – Arquitetônico x Estrutural – PAVIMENTO SUPERIOR.....	42
Quadro 03 – Arquitetônico x Estrutural – PAVIMENTO TÉRREO.....	42
Quadro 04 – Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário - COBERTURA	43
Quadro 05 – Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário – PAVIMENTO SUPERIOR	43
Quadro 06 – Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário – PAVIMENTO TÉRREO .	44
Quadro 07 – Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário x Elétrico – PAVIMENTO SUPERIOR.....	45
Quadro 08 – Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário x Elétrico – PAVIMENTO TÉRREO	45
Quadro 09 – Resumo da compatibilização entre os projetos	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BIM – Building Information Modeling

CAD – Computer-Aided Design

ISO – International Organization for Standardization

NBR – Norma Brasileira

TI – Tecnologia de Informação

2D – Duas dimensões

3D – Três dimensões

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil está em foco no cenário econômico brasileiro nos últimos anos devido ao aumento na demanda por novas habitações e obras de infraestrutura, decorrentes de projetos de expansão feitos pelo Governo em todo o país.

Segundo Ávila (2011, p.09), toda essa movimentação na construção civil ocasionou mudanças nos “aspectos tecnológicos, culturais ou mercadológicos, influenciando diretamente na concepção dos projetos”, o que gerou a necessidade de que os projetos sejam cada vez mais inovadores e adaptados às necessidades contemporâneas, atendendo as perspectivas tanto dos construtores como dos consumidores, em requisitos de qualidade, produtividade e eficiência.

Para atender a essas exigências, cabe ao engenheiro que conceberá os projetos complementares identificar as reais necessidades do consumidor e idealizar estas com o projeto arquitetônico, concebido, normalmente, por um arquiteto.

De acordo com Motteu e Cnude (1989) *apud* Callegari (2007) quando a fase de projeto não tem o seu devido reconhecimento, os projetos vão para a etapa de realização da obra com erro, insuficiência e/ou falta de informações, fato o que induz a significativos decréscimos de eficiência nas atividades de execução em detrimento das características inicialmente idealizadas, antes da execução, para o produto final.

Partindo deste pressuposto, conclui-se que projetos desenvolvidos com a contribuição de profissionais especialistas, em um ambiente multidisciplinar, tendem a ser melhor desenvolvidos, diminuindo patologias e problemas como retrabalho, desperdícios, custos e prazos de execução da construção. Todavia, nem sempre esse ambiente de integração é obtido e os projetos acabam, por diversas vezes, concebidos por profissionais especialistas sem integração entre eles, o que acarreta, inevitavelmente, grandes prejuízos para a indústria da construção civil.

Por conseguinte, surgiu o termo ‘compatibilização de projetos’, definido por Graziano (2003) como a análise das partes do sistema com o intuito de verificar os conflitos, garantindo que os dados compartilhados entre os envolvidos nos projetos sejam atualizados e confiáveis até o final da obra. A fim de garantir a eficiência entre a atualização dos dados compartilhados para a compatibilização dos projetos são usadas diversas tecnologias de informações. Ou seja, a intenção de compatibilizar

projetos está diretamente relacionada com a ideia de evitar interferências entre os diferentes projetos que compõem uma edificação.

Com o auxílio da TI – Tecnologia de Informação – de modelagem tridimensional denominada *SketchUp* será realizada a compatibilização entre os projetos, o que facilitará a visualização dos conflitos gerados pelos projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico. Desta forma, este estudo visa evidenciar as implicações e benefícios da compatibilização de projetos em uma residência unifamiliar, elemento do estudo.

O trabalho será estruturado em capítulos: o primeiro conterà a introdução ao tema, justificativa, objetivo geral e objetivo específico; o segundo contemplará a revisão bibliográfica com os conceitos de compatibilização e suas influências; o terceiro explicará a metodologia utilizada no estudo; o quarto abrangerá o estudo de caso, no qual será caracterizada a obra e os projetos que a constituem, assim como a compatibilização entre o projeto arquitetônico e os projetos complementares - estrutural, hidrossanitário e elétrico - e as verificações de incompatibilidades; o quinto apresentará uma análise crítica dos resultados obtidos e, por fim, no último capítulo, será exposto a conclusão almejada.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar a compatibilização de um projeto arquitetônico e dos respectivos projetos complementares de uma residência unifamiliar, com o intuito de, ainda na fase de projeto, identificar as falhas que venham acentuar problemas ou dificuldades na execução da obra. O trabalho pretende concluir que a compatibilização de projetos representa não só uma construção mais harmônica, como mais econômica e eficiente.

1.1.2 Objetivo Específico

- Desenvolver, inicialmente, os projetos estrutural, hidrossanitário e elétrico de uma residência unifamiliar, sem nenhuma integração entre eles.
- Realizar a compatibilização entre os projetos complementares e o projeto arquitetônico através da ferramenta *SketchUp*.
- Apresentar propostas de modificações para os conflitos encontrados e,

- Analisar o programa *SketchUp* como ferramenta de compatibilização.

1.2 JUSTIFICATIVA

O crescente aumento da demanda imobiliária mudou o processo de desenvolvimento de projetos. Anteriormente, os escritórios técnicos contavam com profissionais que realizavam o projeto como um todo, ou seja, os projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico eram realizados em um mesmo ambiente, geralmente por um único profissional.

Atualmente, com a necessidade de ampliar a produtividade e com a crescente especialização em um determinado setor, os profissionais passaram a trabalhar isoladamente (SOUZA, 2010), isto é, cada projeto passou a ser desenvolvido por um especialista sem a troca de informações com os demais profissionais que concomitantemente desenvolvem os outros projetos.

Simultaneamente à exigência cada vez maior de produtividade pelo mercado surgem as incompatibilidades entre os projetos, muitas vezes devido à falta de acesso aos projetos complementares que envolvem a edificação. Diante disto, apresenta-se a importância da compatibilização entre os projetos arquitetônicos e os projetos complementares, com objetivo de evitar falhas na execução da obra.

Segundo Picchi (1993), compatibilizar projetos é a atividade de identificar interferências através da sobreposição dos projetos na fase de concepção dos mesmos, com a finalidade de identificar erros e falhas. Depois de identificadas as interferências, as mesmas deverão ser discutidas entre o coordenador de projetos e a equipe de projetistas.

A importância deste estudo se reflete na diminuição dos impactos ambiental e econômico causados pelas modificações, retrabalho, desperdício de material e/ou diminuição da funcionalidade durante ou após a execução de uma edificação. Neste contexto, o mecanismo usado para evitar os problemas citados, é a compatibilização do projeto arquitetônico e seus projetos complementares ainda na fase de planejamento, onde devem ser verificados os possíveis pontos falhos.

Existem estudos que indicam algumas ferramentas que auxiliam na compatibilização dos projetos, como BIM (*Building Information Model*) e o *AutoCad* 2D e 3D. Contudo, tendo em vista o objeto do presente estudo, buscaremos a originalidade por meio da ferramenta de modelagem *SketchUp*, a qual é definida por

Stefani (2013) como um *software* CAD (*Computer Aided Design*) de fácil uso, operando em um ambiente 3D, que possibilita aos usuários criar desde esboços até projetos com precisão de forma tridimensionais.

Atualmente o *SketchUp* está disponível na versão 2014 e possui dois produtos, o *SketchUp Make*, que é uma versão gratuita e o *SketchUp Pro*, a versão paga. Esta ferramenta é amplamente difundida nas áreas de arquitetura, design de móveis e produtos, engenharia civil e mecânica, game design, entre outras profissões relacionadas aos trabalhos que necessitem visualizações em 3D.

A viabilidade reflete-se no fato da compatibilização se dar através do uso de um *software* que dispõem de uma versão gratuita, disponibilizada pelo *Google*, a qual pode ser utilizada por qualquer profissional com conhecimento adequado.

2 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

A construção civil sempre teve um papel importante para a sociedade, uma vez que visa a acomodar os usuários que irão usufruir da edificação, da forma mais proveitosa possível, ou seja, a edificação deve ser funcional, esteticamente agradável e, dentro do contexto, econômica. A demanda e a exigência vêm aumentando com o passar do tempo em todo o país, especialmente por meio da política do governo atual de novas habitações e obras de infraestrutura.

Devido esse aumento da demanda imobiliária, mudou-se o processo de desenvolvimento de projetos. Atualmente, os profissionais trabalham isoladamente, isto é, cada projeto é desenvolvido por um especialista e normalmente não ocorre troca de informações com os demais profissionais que desenvolvem os outros projetos concomitantemente, conforme Figura 01. Segundo Souza (2010), os fatores que levam os profissionais a trabalharem dessa forma, hodiernamente, é a necessidade de ampliar a produtividade em um mercado muito competitivo e ansiado ao resultado final. Além desse fator, a crescente especialização dos profissionais em um determinado setor, faz com que os mesmos realizem seus projetos isoladamente.

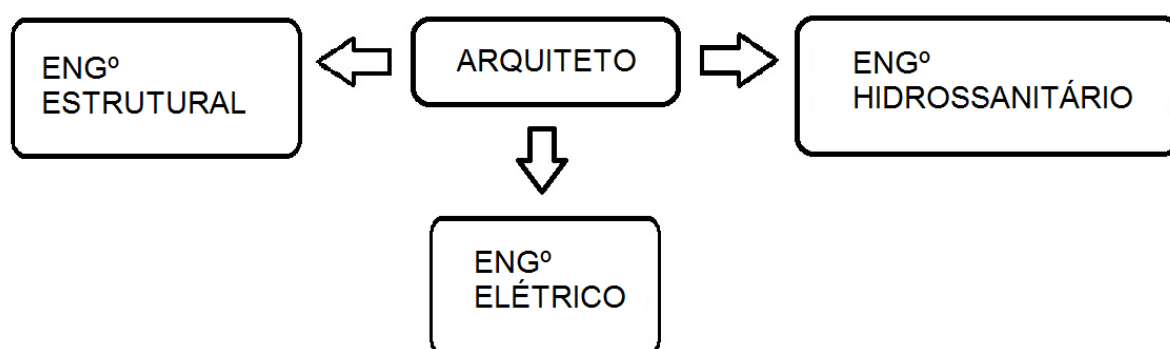


Figura 01 – Processo de desenvolvimento de projetos atual
Fonte: Autoria Própria (2014).

Em contrapartida, anteriormente, os escritórios técnicos contavam com profissionais que realizavam o projeto como um todo, quer dizer, o projeto arquitetônico e seus complementares, dentro de um mesmo ambiente de trabalho e por várias vezes por um único profissional. Dessa forma ocorriam menos erros em

fase de projeto por incompatibilizações, uma vez que os profissionais conseguiam dialogar em busca da melhor solução.

Diante desta problemática, surgiu o conceito 'Compatibilização de Projetos', que nada mais é do que identificar a falta de compatibilização entre o projeto arquitetônico e seus complementares. A compatibilização é definida por Ávila (2011) como uma ferramenta fundamental no processo de desenvolvimento dos projetos, visando detectar e eliminar problemas ainda na fase de concepção, reduzindo retrabalhos, custo da construção e prazos de execução, o que qualifica o empreendimento e aumenta a competitividade frente ao mercado.

2.1 O PROCESSO PROJETOAL E SUAS INFLUÊNCIAS

Ao longo da evolução do homem, as edificações foram sofrendo alterações, mudando a sua forma, assim como o seu entorno, a fim de atender o escopo de abrigo, produção e diversão, possibilitando ao ser humano qualidade de vida. O projeto, por sua vez, é a arte de criar e ponderar os subsistemas constituintes do todo, dessa forma, pode ser definido, de acordo com a NBR ISO9000(ABNT, 2000, p.11) como "Conjunto de processos que transformam requisitos em características específicas ou na especificação de um produto, processo ou sistema".

Ávila (2011) destaca que a representação gráfica é a intermediária entre a ideia e o meio, sendo o veículo responsável pela transmissão do que foi imaginado e a conexão disso com as outras partes envolvidas no processo projetual. São envolvidos nesse processo diversos indivíduos: arquitetos, engenheiros, construtores e clientes. O consenso e o diálogo entre as partes são fundamentais para o sucesso do projeto.

Segundo Rego (2000) *apud* Callegari (2007), no processo de projeto são utilizados diferentes etapas para que o projetista possa desenvolver a sua ideia e interagir com os demais indivíduos envolvidos. As principais etapas podem ser vistas na Figura 02.

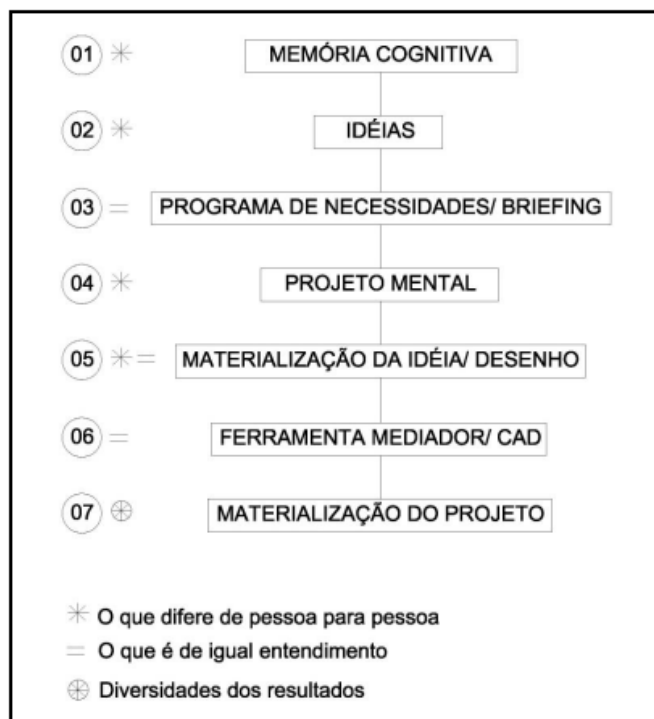


Figura 02 – Esquema do processo projetual
 Fonte: Callegari (2007, P. 11).

O mesmo autor observa que algumas etapas acabam sendo omitidas ou não registradas, nos escritórios de engenharia e arquitetura, pela concorrência acirrada e também pela urgência de entrega. As etapas mais comumente omitidas são o programa de necessidades, o projeto mental e a materialização da ideia. Da mesma forma, é preciso reduzir o tempo de execução e retrabalhos, mas isso se torna quase impossível quando se tem um projeto com falhas e erros de concepção, no qual os problemas começam a aumentar e as fases de ferramenta mediadora e materialização do projeto se repetem, gerando um desgaste emocional e econômico.

Por fim, o processo projetual tem por finalidade contribuir para o desenvolvimento da edificação, desde a etapa inicial que envolve o programa de necessidades discutido com o cliente, a concepção do projeto, até a execução da obra, o projeto *'as built'*. O projeto *'as built'* ou ainda *'como construído'* é a correção do projeto original de acordo com as mudanças que foram realizadas durante a fase de execução da obra, para que o cliente tenha registrado, em projeto, o que realmente está executado. Essa conferência e correção devem ser feitas para todos os projetos que compõem a edificação.

As decisões tomadas na etapa de projeto têm significativas consequências na fase de construção, repercutindo de forma direta na qualidade da edificação e na

satisfação do cliente. Do mesmo modo, durante o projeto são concebidas as necessidades dos usuários, a fim de aliar a pretensão de gastos com aquilo que foi desejado esteticamente, para se obter o produto final.

Melhado e Agopyan (1995) citam que em países desenvolvidos a fase de projeto tem a mesma importância e duração de tempo dedicado à execução da obra, com o intuito de minimizar retrabalhos, falhas e desperdícios. No entanto, no Brasil, infelizmente, o projeto é feito apenas para cumprir o requisito legal com os órgãos competentes, tendo qualidade questionável, de forma que representa apenas um esboço e não a realidade da obra. É justamente neste ponto que ocorre o problema, as decisões que deveriam ser tomadas durante a fase de projeto, a fim de buscar a melhor alternativa multidisciplinar, ou seja, com atenção a todas as minúcias da questão suscitada, acabam sendo tomadas no ímpeto da obra.

Um projeto tem o poder de influenciar os custos de uma edificação consideravelmente. Ávila (2011, p.18) menciona que “análises mais aprofundadas nas etapas iniciais do projeto tendem a gerar maior economia ao empreendimento”, pois as análises antecipam os problemas futuros, com o fito de evitar ou minimizar incompatibilidades, retrabalhos, falhas e desperdícios que seriam detectados somente durante a execução. Com isso, o empreendimento torna-se mais competitivo em frente ao mercado e com um menor custo de produção. A Figura 03 mostra as influências dos custos de uma obra ao longo de suas fases.

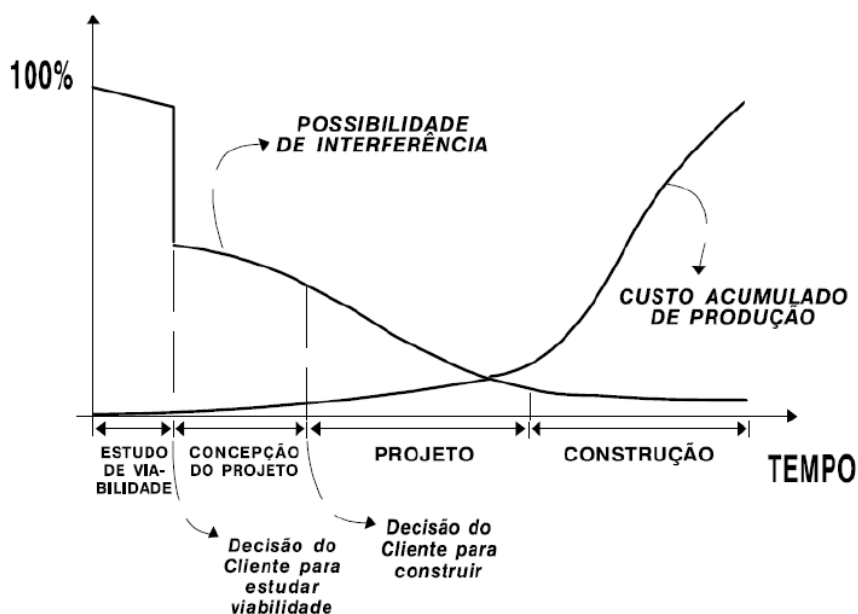


Figura 03 – Influência do custo de uma obra ao longo de suas fases
 Fonte: Fabricio (2002) *apud* Ávila (2011, P. 20).

Segundo Isaia (2011) a 'Lei dos 5' ou 'Regra de Sitter' aponta que quanto mais tardia for a intervenção nas fases, tanto de projeto quanto de execução, maiores serão os gastos envolvidos, essa regra sugere que o custo está ligado a uma progressão geométrica de razão 5. A etapa de projeto, como já citado é primordial para definir os custos, tendo em vista que todas as providências tomadas nesta etapa terão um custo associado ao número 1. Já as decisões tomadas na execução, acarretam um custo 5 vezes maior que o correspondente na etapa de projeto. Por exemplo, quando nos deparamos com uma falha ou erro de compatibilidade durante a execução, esta falha pode ser corrigida, contudo se verificada e adequada ao longo do projeto à obra garantiria a economia e a otimização dos serviços.

Caso a falha ou erro passe despercebida durante as duas etapas citadas, é necessário realizar a manutenção. A manutenção pode ocorrer de duas formas: preventiva ou corretiva. Se preventiva a manutenção pode custar até 25 vezes mais. Esse tipo de manutenção, como o nome sugere, é usada quando algo não saiu como o planejado, mas que ainda pode piorar. A manutenção corretiva ocorre quando a edificação apresenta problemas patológicos, necessitando assim de diagnósticos e intervenções. Nesta situação o custo pode ser superior até 125 vezes ao custo de decisões na fase de projeto.

A intervenção na obra com manutenção preventiva ou corretiva agrega muito mais que custo financeiro, pois serão feitos retrabalhos, que geram entulhos e desperdícios de materiais. É conhecido que os profissionais da área da construção civil têm que ter conscientização sobre impacto ambiental, uma vez que é dever destes minimizar desperdícios e geração de entulhos.

2.2 DEFINIÇÃO DE PROJETO

Conforme Bazzo e Pereira (2009) os engenheiros são indivíduos instruídos para solucionar os problemas das civilizações, estão envolvidos com informações que devem ser agrupadas, organizadas e trabalhadas a fim de encontrar bons resultados para os problemas. Um engenheiro deve utilizar vários recursos para solucionar um problema, dentre eles os adquiridos durante a sua formação – técnicos e científicos – além dos conhecimentos econômicos, éticos e sociais.

Os mesmos autores, ainda definem projeto como um plano de execução, onde se designa um conjunto de procedimentos e especificações, com o propósito de alcançar algo concreto, ou seja, um conjunto de ações a serem realizadas para resolver um problema.

Projetar pode ainda ser definido, como a habilidade de representar graficamente o que se espera para a realidade da forma mais funcional, estética e econômica possível. Para o SEBRAE/SINDUSCON – PR (1995), a finalidade dos projetos é relacionar os interesses que circundam o cliente e os profissionais que farão parte do projeto desde a criação até o final da execução.

De acordo com Rauber (2005), os projetos que compõe uma edificação são divididos em projeto arquitetônico e seus complementares. Quando citamos projetos complementares pretendemos associar o projeto estrutural, de instalação elétrica e de instalação hidrossanitária, bem como os memoriais descritivos.

2.2.1 Arquitetônico

O projeto arquitetônico pode ser definido como o início da concepção. Na opinião de Rauber (2005), a criação do projeto arquitetônico é custosa, visto que é de competência do arquiteto avaliar os aspectos técnicos que contornam uma edificação. Após concebido o projeto arquitetônico procedem os complementares, visto dessa forma, os projetos complementares são dependentes da qualidade do projeto arquitetônico.

Segundo o mesmo autor, a qualidade de um projeto arquitetônico está interligada com a responsabilidade designada a um arquiteto, o qual definirá as características de cada projeto, como o sistema construtivo, disposição dos ambientes, previsão de instalações elétricas e hidrossanitárias, além de soluções estruturais e acabamentos.

Em suma, o arquiteto deve ter conhecimentos básicos dos projetos complementares para discernir as condições necessárias para a execução dos mesmos. Com isso, o profissional conseguirá conceber o projeto arquitetônico de forma harmônica aos projetos complementares.

Dentre as diretrizes que compõe o projeto arquitetônico estão a definição do partido escolhido em escala conveniente, os desenhos cotados, equipamentos e imobiliários previamente definidos em todos os espaços, local definido para

reservatórios, barriletes, prumadas (shafts, enchimentos e quadros), escadas e aberturas.

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

2.2.2 Estrutural

O projeto estrutural engloba tanto a infraestrutura como a superestrutura, diante disso, ele é o esqueleto da edificação que irá suportar e distribuir as cargas até as fundações.

De acordo com Rauber (2005) o projeto estrutural é influenciado pelo projeto arquitetônico através da interferência da estrutura nos espaços. A interferência se dá pela locação de pilares, alturas de vigas, vãos máximos de lajes, conhecidos por panos de lajes.

Este projeto envolve o lançamento da estrutura, devendo ser desenvolvido por um engenheiro civil com capacitação para tal serviço. Segundo Rebello (2007), o lançamento é a locação das lajes, vigas e pilares que irão suportar as cargas da edificação. O profissional que irá realizar esse projeto deve ter como intenção obter uma disposição em que a estrutura complemente a arquitetura de forma que uma não prejudique a outra.

Como citado anteriormente, a sincronia entre esses projetos depende boa parte do bom senso do arquiteto, o qual deve conceber um projeto arquitetônico adaptável a um estrutural. Contudo, infelizmente, isso nem sempre ocorre, às vezes a estrutura é forçada a se ajustar ao projeto arquitetônico, em outras, o arquitetônico tem que ser alterado, prejudicando sua estética ou funcionalidade para que o estrutural seja adaptado (REBELLO, 2007).

O projeto estrutural tem início com o pré-dimensionamento da estrutura e, segundo o mesmo autor, possui o intuito de avaliar as dimensões necessárias para posteriormente calculá-la. O pré-dimensionamento proporciona ao arquiteto a representação mais próxima da realidade da edificação.

Segundo a NBR 6118:2014(ABNT, 2014) o projeto estrutural deve ser composto por desenho, especificações e critérios de projeto – estas podem ser

apresentadas nos próprios desenhos ou em outro documento –, além de informações pertinentes para a execução da estrutura da edificação.

2.2.3 Hidrossanitário

O projeto de instalação hidrossanitária pode ser subdividido entre projeto hidráulico e projeto sanitário. O primeiro é constituído pela distribuição de sistemas de água, fria e quente, entre os pavimentos distintos, assim como o alimentador predial e o barrilete. O segundo envolve o recolhimento das águas servidas, conhecidas popularmente por esgoto e águas pluviais, bem como sua destinação final.

Segundo Rauber (2005), e SEBRAE/SINDUSCON – PR (1995), é de competência desse projeto, além do pré-dimensionamento dos sistemas e locação das prumadas nos compartimentos adequados –*shafts* e rebaixo de forros –, o dimensionamento do volume de reservatório de acordo com a reserva pré-estabelecida pela concessionária, barrilete, posição dos medidores, drenagem do solo e verificações de pressões.

O projeto sanitário, conforme a NBR 8160:1999(ABNT, 1999), 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.

O projeto hidráulico, regido pela NBR 5626:1998(ABNT, 1998), assim como o sanitário, deve apresentar projeto 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.

2.2.4 Elétrico

O projeto de instalação elétrica tem por finalidade a segurança dos usuários da edificação, através do correto funcionamento do sistema. Por esse motivo, deve ser feito por profissionais qualificados, tanto por um engenheiro civil como por um engenheiro elétrico, dependendo da complexidade do sistema a ser dimensionado.

Para Macintyre e Niskier (2000) ao se iniciar um projeto elétrico o profissional deve obter as normas, prescrições e regulamentos que envolvam informações relevantes ao fornecimento de energia elétrica da concessionária que administra a região em que será construída a edificação.

Macintyre e Niskier (2000), Rauber (2005), e SEBRAE/SINDUSCON – PR (1995) destacam que o projeto elétrico é constituído pelo cálculo das cargas instaladas, dimensionamento da demanda, definição da entrada de serviço, posição de quadros medidores e caixas de passagem, marcação dos pontos de utilização, prumadas e posições de tomadas e interruptores, sistema de recepção de TV, sistema de segurança e seção de condutores.

De acordo com a NBR 5410:2004(ABNT, 2004), o projeto de instalações elétricas deve ser composto por:

- Plantas;
- Esquemas unifilares e multifilares;
- Detalhes de montagem, quando necessário; memoriais descritivos da instalação;
- Especificação dos componentes, como descrição, características nominais e as normas correspondentes que cada item deve atender;
- Parâmetros de projeto, conforme correntes de curto-circuito;
- Queda de tensão;
- Fatores de demanda considerados, entre outros.

2.3 TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO

De acordo com Nascimento e Santos (2003), definiu-se Tecnologia de Informação – TI – como conhecimentos de informática utilizados como tática pelas empresas de diversos setores, a fim de aumentar sua competitividade em frente ao mercado. Esses conhecimentos são manipulados, ou seja, armazenados, processados e compartilhados eletronicamente pelas empresas com quem lhe convém.

Na construção civil as TI's podem facilitar a troca de informações entre os diferentes profissionais envolvidos concomitantemente na mesma edificação. Nascimento e Santos (2003) afirmam que, apesar das vantagens, ainda existe certo receio do setor em aderir a essas inovações, contudo, aos poucos os profissionais estão se rendendo a globalização.

Os mesmos autores ainda complementam que a partir da década de 80 surgiram ferramentas como planilhas eletrônicas, sistemas de bancos de dados e editores de textos, os quais tornavam o processo de projeto mais rápido e eficiente. Logo após surgiram outras ferramentas, como o *CAD*, que trabalhavam de forma independente entre os setores de uma empresa. Atualmente a tecnologia avançou muito, tanto na área de comunicação quanto na área de computação, os sistemas operacionais, administrativos e gerenciais tornaram-se integráveis e colaborativos, permitindo trocas de informações entre os integrantes e com isso redução do tempo gasto. Todavia é preciso planejamento, controle e trabalho em equipe.

2.3.1 *Software* para desenvolvimento de projetos

Segundo Mikaldo (2006), o avanço tecnológico foi muito positivo para as empresas voltadas ao desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia, pois foram disponibilizadas várias opções de *softwares* para as diferentes áreas de atuação da construção civil.

Tendo em vista a finalidade do presente trabalho, para o posterior estudo de caso serão usadas as seguintes TI's:

- Autodesk - *AutoCad*

O *AutoCad* é um *software* desenvolvido no conceito *CAD* e o mais difundido dentre as opções utilizadas no mercado de projetos e também no meio acadêmico.

De acordo com Castro (2010), o *AutoCad* é utilizado para projetar tecnologias 2D e 3D.

Esse software substituiu os desenhos nas pranchetas, dominando as áreas de arquitetura e engenharias. É fundamental para a concepção do projeto arquitetônico na medida em que são estudados os volumes e formas e posteriormente para o detalhamento do projeto. Dessa forma, vários *softwares* utilizados para projetos complementares recaem no *AutoCad* para os ajustes finais.

- Alto Qi – Eberick V9 Gold

A empresa Alto Qi, define o *Eberick* como um *software* para projetos estruturais em concreto armado e pré-moldado, abrangendo as distintas etapas de lançamento, análise da estrutura, dimensionamento e detalhamento final dos elementos.

Dispõe de um sistema gráfico de entrada de dados, o qual é vinculado com a análise de estrutura em modelo de pórtico espacial, também utiliza os critérios prescritos na NBR 6118 para o dimensionamento e detalhamento dos elementos. Dentre os detalhamentos e dimensionamentos disponibilizados pelo programa, estão os tipos de lajes e fundações a serem lançadas, as plantas de fôrmas, entre outros (ALTOQI, 2014).

- Alto Qi – 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*, desenvolvido pela empresa justamente para integração entre os projetos, então a curto prazo já estará disponível no mercado a versão para essa plataforma dos demais programas para projetos.

Esse *software* possibilita 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. 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, 2014).

- Alto Qi – *Lumine V4*

O programa para desenvolvimento de projetos elétricos da empresa Alto Qi é o *Lumine*, que possibilita o lançamento, dimensionamento e detalhamento das tubulações e instalações elétricas.

Este programa permite a locação dos pontos elétricos, dispositivos de comando e proteção (interruptores), quadros e condutos. Após o lançamento o programa verifica a classe dos condutores, determinando assim o dimensionamento final. O programa ainda gera a lista de materiais, simbologias das peças, diagramas unifilares e multifilares, quadro de cargas, assim como os detalhamentos necessários para a execução do projeto (ALTOQI, 2014).

2.3.2 Software para compatibilização de projetos em 3D

Segundo Ávila (2011), com o auxílio de ferramentas 3D é possível uma visualização mais detalhada, em comparação com uma 2D, dos sistemas que compõem a edificação, com a finalidade de facilitar a verificação das incompatibilidades geradas pelos conflitos físicos.

Entre as TI's utilizadas para a compatibilização dos projetos em 3D, o *BIM* e o *SketchUp* são destaque no mercado.

- BIM

O *Building Information Modeling* (BIM) é a incorporação de um projeto, desde a concepção até a construção, baseado em informações organizadas e confiáveis, através de um processo integrado. Esta ferramenta vem ganhando credibilidade entre os engenheiros civis, pelo amplo campo de domínio, podendo ser usado em edificações, estradas, rodovias, entre outros, pressupondo o desenvolvimento dos projetos antes do início da obra, por meio da otimização da análise, demonstração e visualização (RENDEIRO, 2013).

Para Tarrafa (2012), o conceito surgiu da necessidade de gerar modelos representativos diferentes das técnicas tradicionais de CAD disponíveis, de modo que esse modelo fosse a interação de elementos individuais com características geométricas, físicas, entre outras. No modelo BIM todos os profissionais que trabalham concomitantemente nos projetos compartilham de um modelo único, onde as informações são processadas no mesmo instante em que são lançadas, dessa forma, quando um projeto é modificado todos os demais recebem essa informação.

Enfim, o conceito BIM proporciona facilidade de comunicação e minoração dos pontos que podem ser falhos, tendo em vista que as informações são adicionadas ao modelo e repassadas para as áreas de arquitetura, estrutura, eletricidade, hidráulica e sanitária.

- *SketchUp*

O *SketchUp* é um *software* gerenciado e disponibilizado pelo *Google*, contando com versões paga e gratuita. Opera em ambiente 3D e é de fácil uso, motivo pelo qual, difundiu-se para o uso comercial e acadêmico.

Segundo Castro (2010) outra vantagem é a troca de arquivos em diferentes formatos e dimensões, isto é, o *software* possibilita importar arquivos do *AutoCad*, como planta baixa, além de exportar arquivos para o *AutoCad*. A versatilidade do *SketchUp* permite que sejam feitos desde esboços para concepção de projetos até mesmo estudos mais elaborados como maquetes eletrônicas.

Partindo desse pressuposto é interessante a utilização desse *software* para a compatibilização de projetos, pois conta com um ambiente 3D, possui uma versão gratuita, é de fácil uso e possibilita a troca de arquivos em diferentes formatos de extensão. Dessa forma, apresenta as características necessárias de um *software* para esse fim.

2.4 DIRETRIZES PARA A COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

A compatibilização pode ser definida por SEBRAE/SINDUSCON – PR (1995, p.17) como “a atividade de gerenciar e integrar projetos correlatos, visando o perfeito ajuste entre os mesmos e conduzindo para a obtenção dos padrões de controle de qualidade total de determinada obra”. Assim, a compatibilização tem como objetivo eliminar ou minimizar as divergências entre os projetos envolvidos, visando melhorar o processo, simplificar a execução, reduzir custos com retrabalhos e desperdícios e facilitar as manutenções que o sistema necessita.

A perspectiva atual da construção civil nos remete a divisão do projeto arquitetônico com os seus complementares, os quais são elaborados simultaneamente por profissionais distintos e em ambientes separados. Ávila (2011) afirma que esse sistema de produção pode acarretar em grandes prejuízos, tais como qualidade inferior a desejada, índice elevado de retrabalhos, aumento do custo

da obra e atrasos de cronograma. Esses problemas poderiam ser resolvidos, ou pelo menos minimizados, com a compatibilização entre os projetos.

Callegari (2007) aponta que com o surgimento da compatibilização, o trabalho em equipe tornou-se necessário, exigindo interações entre os profissionais, com o fito de proporcionar, assim, um aprendizado coletivo. Dispondo ao cliente um mercado mais interativo e multidisciplinar nas áreas da engenharia civil, com projetos de qualidade superior e um resultado final mais satisfatório. O fluxograma da Figura 04 apresenta os processos que devem ser seguidos para a realização da compatibilização de projetos.

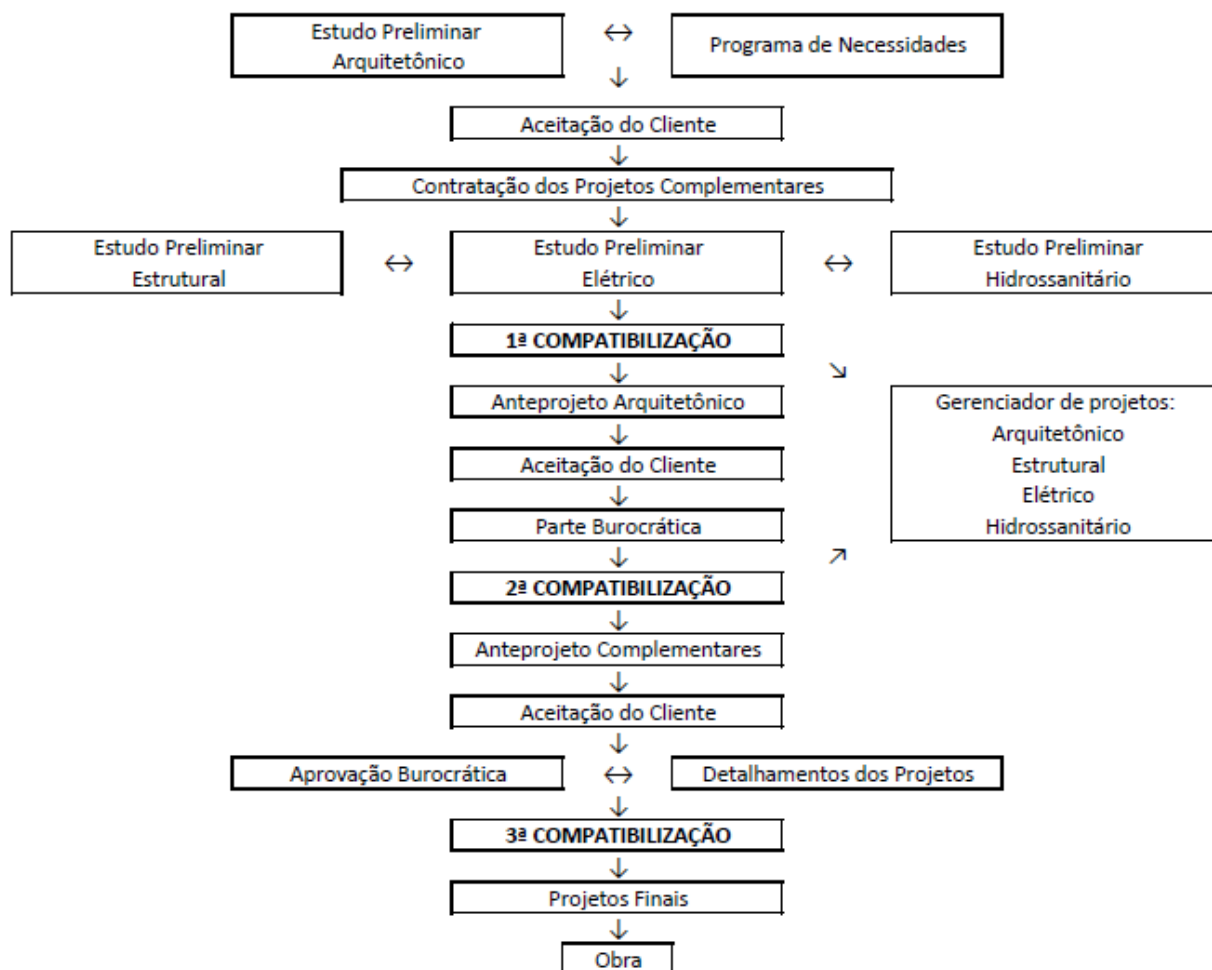


Figura 04 – Fluxograma do processo de compatibilização
 Fonte: Adaptado de SEBRAE/Sinduscon-PR (1995, P. 40,41 e 42).

De acordo com Conceição (1998) *apud* Callegari (2007), para o cliente um produto de qualidade deve ir além de atender as necessidades de consumo, deve também ter um manual de funcionamento similar ao de um bem móvel, no qual

sejam apresentadas as instruções detalhadas do funcionamento do imóvel. A edificação, ainda, deve ter garantia de manutenção dos sistemas, por certo período de tempo e por fim a facilidade de assistência técnica, caso seja necessário reparos. Tão importante quanto à qualidade do produto, é a qualidade de prestação de serviços das empresas envolvidas, seja na parte de projetos ou execução.

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

- Padronização dos projetos, em formato *dwg* – extensão gerado pelo programa *AutoCad* – quanto a escalas e *layers*, a fim de otimizar o processo de compatibilização.
- Sobrepor o Projeto Arquitetônico com o Projeto Estrutural, verificando se há prejuízos na arquitetura; o alinhamento e locação da obra com o terreno; as dimensões dos pilares; as posições de vigas e paredes; cotas e eixos de referência.
- Sobrepor o Projeto Arquitetônico com o Projeto Estrutural e o Projeto Hidrossanitário, verificando os pontos de descidas das colunas de água; os pontos de descidas das tubulações com relação aos elementos estruturais; as posições das peças sanitárias.
- Sobrepor o Projeto Arquitetônico com o Projeto Estrutural, Projeto Hidrossanitário e o Projeto Elétrico, verificando os pontos de descidas das tubulações nas vigas ou lajes; os furos nas vigas ou pilares para passagem da tubulação (indesejável); as posições das tomadas, interruptores, quadro de luz, telefonia, entre outros.
- A sobreposição dos projetos deve ser análoga para cada pavimento distinto.

A compatibilização entre projetos pode ser feita dentre diferentes âmbitos. Callegari (2007) argumenta que os desenhos, isto é, os projetos, devem ajustar-se em um sistema, o qual é dividido entre diversos subsistemas. Em suma, existe a compatibilização em uma forma macro, como o arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico; e na forma micro que envolve os diferentes tipos de

detalhamentos, como instalações de revestimentos, instalações de esquadrias, acabamentos, entre outros. Partindo desse pressuposto, a compatibilização pode ser feita no âmbito macro ou, de uma forma mais refinada, também no micro.

2.4.1 Coordenador de Projetos

O coordenador de projetos deve ser responsável por centralizar o processo de compatibilização, coordenando a equipe de projetistas envolvidos de forma a integrar os projetos e favorecer a perfeita junção entre os sistemas que compõem o todo, de acordo com SEBRAE/SINDUSCON – PR, 1995.

O mesmo autor acrescenta que o profissional deve ser engenheiro civil ou arquiteto; possuir conhecimentos técnicos das fases da construção civil, isto é, projetos, execução de obras, cronograma de obras e custos; além de conhecer as normas que regem os processos, legislações e regulamentos de concessionárias. Solano (2005) afirma que não é função do coordenador de projetos fazer a revisão dos projetos, essa função é de competência de cada projetista específico. A função do coordenador é proporcionar condições para que os projetistas possam cumprir o cronograma de projeto e de execução, fazer com que os projetos sejam executáveis conforme o cronograma de execução e de atender os custos planejados para a obra. O coordenador de projetos deve, em paralelo com o processo, visar a satisfação do cliente.

3 METODOLOGIA

A metodologia do trabalho compreende, segundo Gil (1994, p.64), “a formulação do problema, a construção de hipóteses e a identificação das relações entre variáveis”, que são constituídas por uma referência teórica ou um conceito de pesquisa.

3.1 MÉTODO DA PESQUISA

O presente estudo pode ser classificado quanto à abordagem como uma pesquisa qualitativa. De acordo com Gerhardt e Silveira (2009), uma pesquisa qualitativa é caracterizada pela compreensão de uma organização, sem pretensões com a representatividade numérica. Os mesmos autores ainda citam que os métodos qualitativos buscam uma explicação para o ocorrido, ao expor o que deve ser feito, contudo, sem quantificar valores.

Com relação à classificação quanto aos procedimentos técnicos, podemos considerar a pesquisa como bibliográfica e estudo de caso. Segundo Gil (1994), os trabalhos científicos têm o seu início delimitado por uma pesquisa bibliográfica, pois têm embasamento em referências teóricas como livros, artigos e meios eletrônicos. O mesmo autor define, ainda, estudo de caso como um estudo aprofundado de um ou mais objetos, a fim 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 intimidade com o problema, ao torná-lo mais claro e possibilitar a formulação de hipóteses. Na maioria dos casos, a pesquisa exploratória assume a forma de pesquisa bibliográfica e/ou estudo de caso.

A realização da pesquisa bibliográfica visa definir conceitos e buscar informações pertinentes, que possibilite definir o que são os projetos que circundam uma edificação, assim como o funcionamento do processo projetual e as tecnologias de informação utilizadas. A partir da pesquisa bibliográfica foram adquiridos conhecimentos a fim de delimitar as diretrizes para a compatibilização de projetos.

Em seguida, foi dado ênfase para o estudo de caso, o qual é composto por uma compatibilização de projetos na forma macro, ou seja, entre um projeto

arquitetônico e seus complementares, sem se ater nos detalhes de acabamento, instalações de revestimento, esquadrias, entre outros.

O fluxograma da Figura 05 tem o propósito de esboçar as etapas seguidas para a elaboração do estudo.

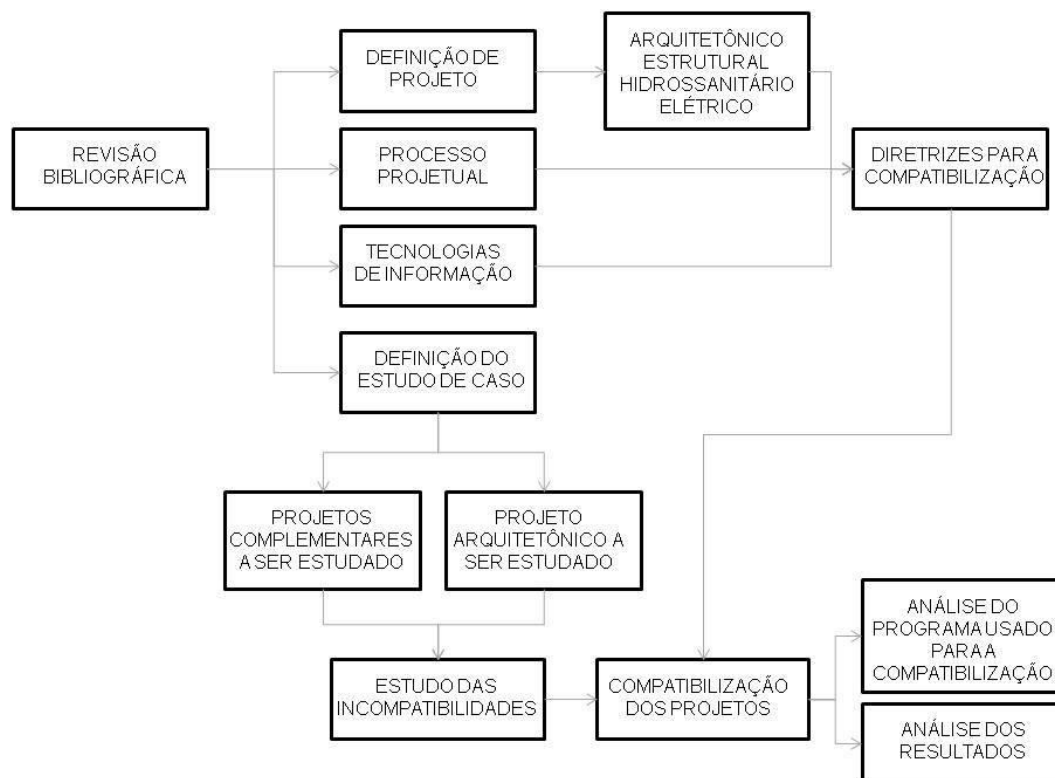


Figura 05 – Fluxograma do método da pesquisa
Fonte: Autoria Própria (2014).

O trabalho foi constituído de quatro etapas a partir da introdução: revisão bibliográfica, diretrizes para compatibilização, compatibilização dos projetos e análise dos resultados.

O projeto arquitetônico foi concebido por um escritório, enquanto os complementares por outro. Para realizar a compatibilização utilizaremos a tecnologia de informação *SketchUp*, cuja visualização terá maior entendimento em 3D. Callegari (2007) afirma que a compatibilização através de sobreposição de camadas em 2D é de grande valia para a verificação das modulações como paredes, pilares, vigas, prumadas e volumes em geral. Contudo, já existe tecnologia no mercado mais eficiente e de melhor visualização como os recursos em três dimensões, onde além dos eixos X e Y, podemos ver o eixo Z.

4 ESTUDO DE CASO: RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA

A edificação, estudo de caso, situa-se na Cidade de Pato Branco – PR, em uma zona residencial, próximo ao Clube Pinheiros, como mostra a Figura 06.



Figura 06 – Limitações da edificação
Fonte: Google Maps (2015).

O terreno conta com 478,57m² de área. A Figura 07, abaixo, demonstra a delimitação das ruas, uma vez que o terreno faz esquina com a Rua Manaus e a José Cattani – Quadra 572, Lote 14 – Bairro Pinheiros.

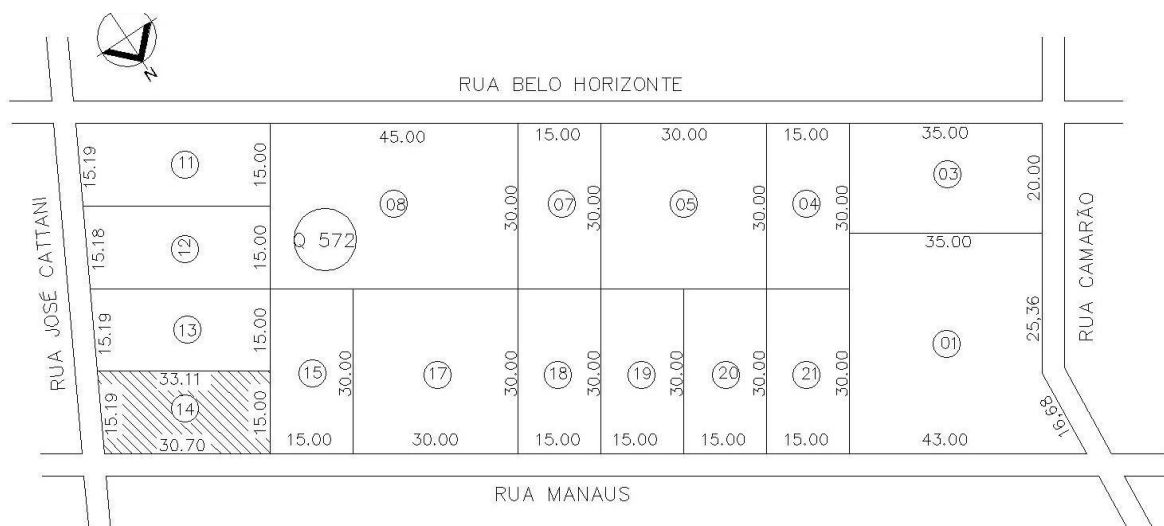


Figura 07 – Localização da edificação
Fonte: Arquiteto responsável (2015).

4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PROJETOS

4.2.1 Arquitetônico

A edificação tem uma área construída de 273,60m². O pavimento térreo possui 145,80m² e o pavimento superior dispõe de 127,80m² de área.

O projeto arquitetônico foi realizado pelo arquiteto em atenção às necessidades do cliente, com o fim de dotar o trabalho de qualidade e conforto. O projeto do pavimento térreo, como mostra a Figura 08, contempla os seguintes ambientes: garagem, brinquedoteca, ambiente social, cozinha, banheiro, lavanderia, varanda, área de festas e deck.

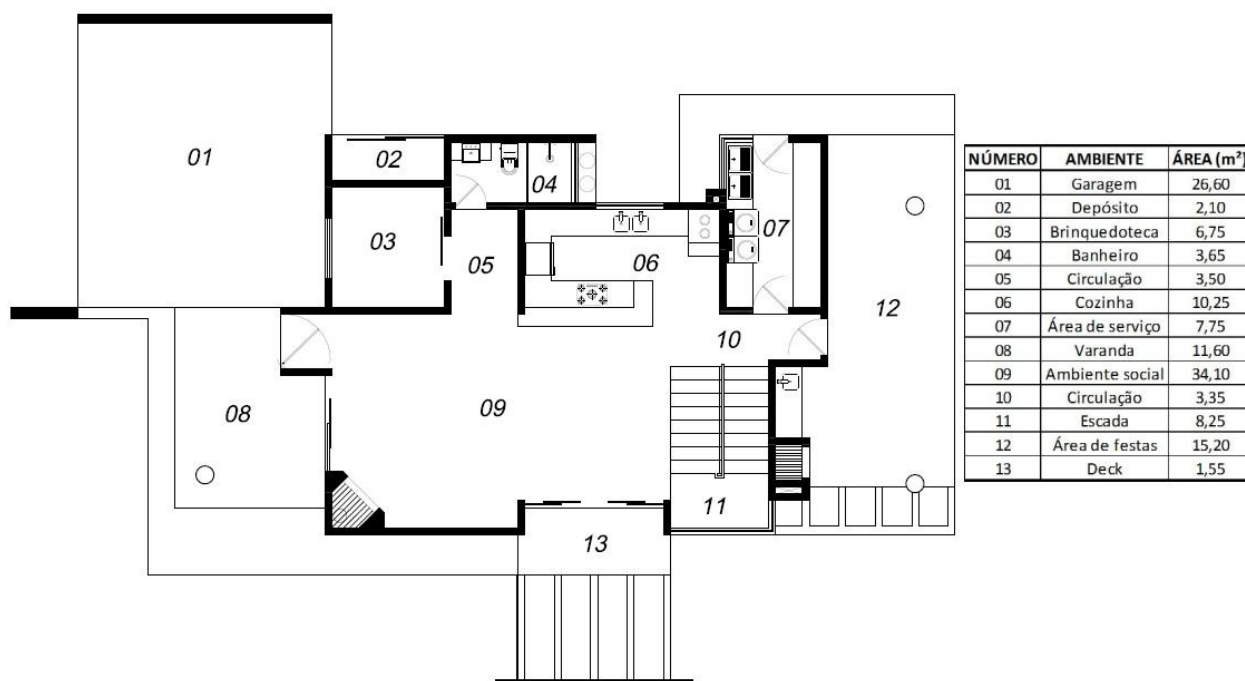


Figura 08 – Planta baixa pavimento térreo
Fonte: Arquiteto responsável (2015).

No projeto arquitetônico ainda consta os detalhes específicos como os pergolados decorativos na parte lateral. O pavimento superior, ilustrado na Figura 09, conta com a parte íntima da casa, com três dormitórios e uma suíte, sala íntima e dois banheiros.

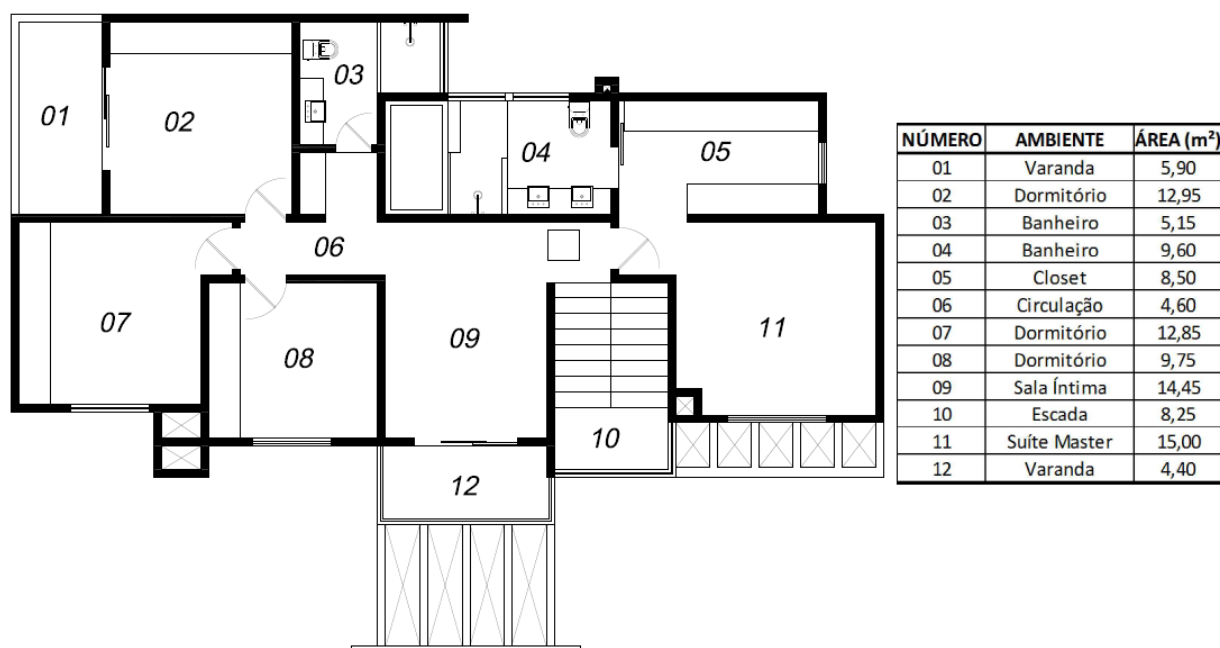


Figura 09 – Planta baixa pavimento superior
Fonte: Arquiteto responsável (2015).

4.2.2 Estrutural

O projeto estrutural foi concebido através das limitações impostas pelo projeto arquitetônico, visto que este contempla pilares circulares dispostos na parte frontal e posterior.

Com base no estudo de sondagem realizado no terreno, o projetista estrutural optou por fundações diretas, do tipo bloco com estaca com fck, resistência característica do concreto à compressão, de 30MPa. Parte das lajes usadas na edificação são treliçadas e outras são maciças. As lajes treliçadas possuem uma altura de 14cm preenchidas com blocos de poliestireno expandido unidirecional, já as lajes maciças são dimensionadas com espessuras de 10cm, 12cm, 14cm e 20cm.

Os demais elementos estruturais, como pilares e vigas, foram projetados para serem executados *in loco* de concreto armado com fck de 30MPa. Vale lembrar, que a posição destes elementos, foram definidos de acordo com o projeto arquitetônico, com vistas a menor interferência possível.

Na Figura 10 podem ser observados os elementos estruturais, visualizados por meio do programa *AutoCad 3D*.

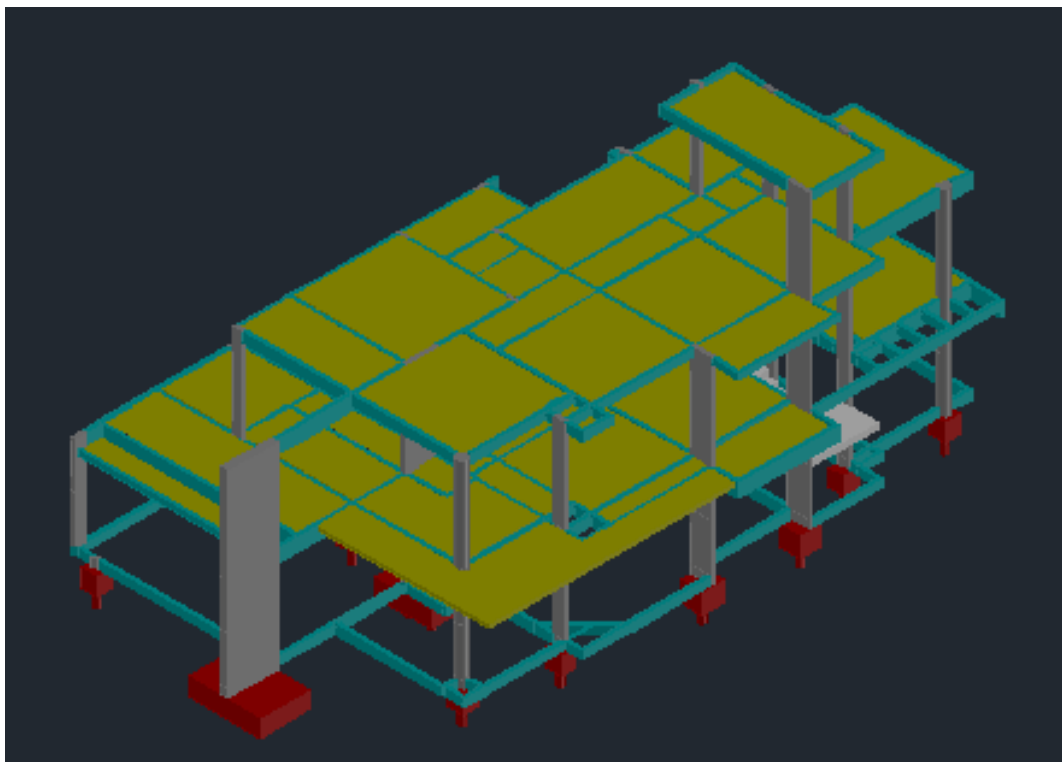


Figura 10 – Modelo tridimensional do projeto estrutural
Fonte: Autoria Própria (2015).

4.2.3 Hidrossanitário

A edificação foi projetada para ser abastecida pela SANEPAR, a concessionária local. Na cobertura foi posicionada a caixa d'água, com a função de armazenagem e distribuição para toda a residência. Por decisão do cliente, foi projetado o sistema de água fria e quente, com o uso de PVC soldável com diâmetro de 25mm para água fria e CPVC, com diâmetro de 22mm para água quente. Outra decisão tomada foi a utilização de vasos sanitários com caixa acoplada.

O bairro no qual esta localizada a edificação, não possui atendimento da concessionária quanto à destinação do esgoto. Logo, foi necessário a utilização de fossa séptica e sumidouro. Para conduzir o esgoto proveniente da residência até a fossa séptica, foram utilizadas caixas de passagem. Os diâmetros das tubulações atendem as exigências das normas específicas para cada ponto sanitário.

4.2.4 Elétrico

Os pontos de luz, interruptores e tomadas foram definidos juntamente com o projetista, o arquiteto e o cliente, embasados no layout já definido. Por definição de

projeto, optou-se pelo uso de eletrodutos flexíveis de 1", o que facilita a execução do projeto.

A entrada da alimentação predial será executada com cabeamento subterrâneo, encaminhada por eletrodutos até o quadro de medição, localizado na parte frontal da edificação, conduzido, então, até o quadro de distribuição com o eletroduto flexível.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE COMPATIBILIZAÇÃO

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

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

Com a devida aprovação do projeto arquitetônico junto à Prefeitura Municipal, este foi em formato *dwg* para a realização dos projetos complementares por cada profissional responsável.

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

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

Com o intuito de facilitar a visualização e entendimento dos projetos, na compatibilização, foi destacado cada projeto por uma cor. O projeto arquitetônico foi

lançado com as cores básicas do programa, para o projeto estrutural foi usada a cor roxa, o projeto hidrossanitário vem exposto com as cores azul, vermelha, verde e cinza, e o elétrico com a cor amarela.

4.4 COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE OS PROJETOS ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL

Para a verificação das incompatibilidades, primeiramente, foram preparados os desenhos em arquivo digital *dwg*. As informações não tão necessárias foram excluídas, tais como cotas, indicação de corte, hachuras, textos, mobiliários, entre outras. Além disso, ambos os projetos foram os ajustados em escalas e *layers*. Com o auxílio do *software SketchUp*, montamos um modelo tridimensional, que pode ser visto na Figura 11, no qual o desenho representa a estrutura de concreto armado.

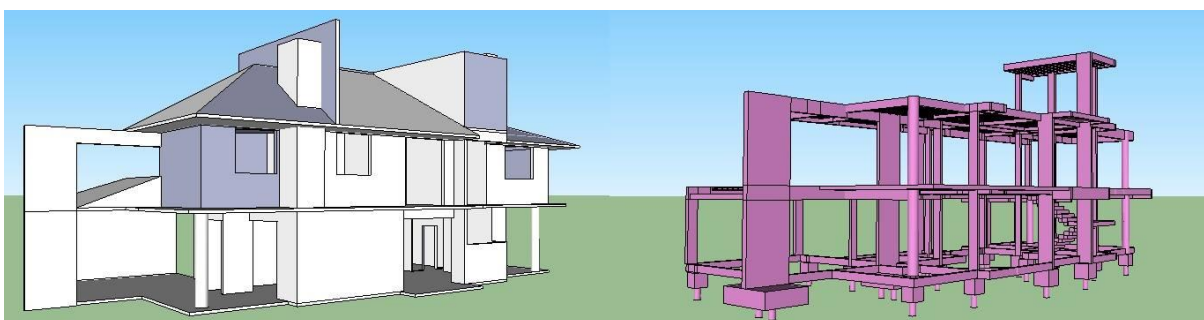


Figura 11 – Modelo tridimensional do projeto arquitetônico e estrutural
Fonte: Autoria Própria (2015).

A partir desse ponto foi realizada a sobreposição dos projetos arquitetônico e estrutural. Cada modelo foi subdividido por componentes, sendo eles cobertura, pavimento superior e pavimento térreo. Essa subdivisão facilitou a visualização das incompatibilidades em todos os ângulos, pois para a análise de cada pavimento foram retirados todos os componentes acima deste, tanto do projeto arquitetônico como do estrutural. A estrutura destinada ao barrilete está localizada um nível acima da cobertura do pavimento superior. Contudo, para simplificar nosso estudo de caso consideramos o barrilete e a cobertura como um mesmo componente, apenas com observação da diferenciação da cobertura como nível 3 (N3) e do barrilete como nível 4 (N4).

4.4.1 Verificação de incompatibilidades

Os resultados obtidos através da sobreposição dos projetos são apresentados a seguir por meio de quadros, nos quais especificamos os elementos analisados, com apontamento de compatibilidade ou não, qual a interferência gerada e as possíveis modificações propostas. O Quadro 01 mostra o resultado obtido na compatibilização do projeto arquitetônico com o estrutural do componente cobertura.

ELEMENTO	COMPATÍVEL	INTERFERÊNCIA	MODIFICAÇÕES PROPOSTAS
L1 – N4	Não	Dimensão	Aumentar largura
L2 –N3	Não	Reposicionamento e dimensão	Rebaixo conforme especificado no projeto arquitetônico e dimensão
L1 – N3	Não	Reposicionamento	Rebaixo conforme especificado no projeto arquitetônico
Demais Lajes	Sim	-	-
P16	Não	Posição	Criar uma viga de transição e mudar o pilar de posição
Demais Pilares	Sim	-	-
V4N3 e V4N4	Não	Dimensão	Aumentar comprimento
V4N1	Não	Posição	Deslocar conforme o tamanho da L1 – N4
V3N13 / V3N19 / V3N21	Não	Reposicionamento	Rebaixo conforme especificado no projeto arquitetônico
V3N1 e V3N14	Não	Reposicionamento e dimensão	Rebaixo conforme especificado no projeto arquitetônico e dimensão
V3N5	Não	Altura	Redimensionar de acordo com o projeto arquitetônico

Quadro 01 – Arquitetônico x Estrutural - COBERTURA
Fonte: Autoria própria (2015)

Já para a descrição dos problemas encontrados no componente superior foi elaborado o Quadro 02.

ELEMENTO	COMPATÍVEL	INTERFERÊNCIA	MODIFICAÇÕES PROPOSTAS
Lajes	Sim	-	-
P20 e P25	Não	Dimensão	Mudar para uma seção retangular e redimensioná-lo
P26	Não	Posição	Usar viga de transição e reposicioná-lo
P23	Não	Posição	Reposicionar ou alterar a arquitetura
P13	Não	Dimensão	Alterar dimensão
Demais Pilares	Sim	-	-

V2N22 / V2N46 / V2N47 / V2N2 / V2N31	Não	Reposicionamento	Deslocar as vigas para ficar no nível do pavimento ou rebaixar o forro
Demais Vigas	Sim	-	-
Escada	Sim	-	-

Quadro 02 – Arquitetônico x Estrutural – PAVIMENTO SUPERIOR
Fonte: Autoria própria (2015)

No Quadro 03 são relatadas as análises da compatibilização entre o projeto arquitetônico com o estrutural do componente térreo.

ELEMENTO	COMPATÍVEL	INTERFERÊNCIA	MODIFICAÇÕES PROPOSTAS
L1 / L11 / L12 / L13 /L14 / L30 /	Não	Reposicionamento	Deslocar a laje para ficar no nível do pavimento ou rebaixar o forro
Demais lajes	Sim	-	-
P8	Não	Posição	Usar viga de transição ou reposicionar o P12
P13	Não	Dimensão	Alterar dimensões ou mudar o projeto arquitetônico
Demais Pilares	Sim	-	-
V2N34	Não	Altura ou Reposicionamento	Alterar a dimensão da esquadria ou reposicionar a viga
Demais Vigas	Sim	-	-
Escada	Sim	-	-

Quadro 03 – Arquitetônico x Estrutural – PAVIMENTO TÉRREO
Fonte: Autoria própria (2015)

4.5 COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE OS PROJETOS ARQUITETÔNICO, ESTRUTURAL E HIDROSSANITÁRIO

Tendo em vista o mesmo raciocínio da compatibilização entre os projetos arquitetônico e estrutural, preparamos o desenho hidráulico e o desenho sanitário com a elaboração de modelos tridimensionais, como mostra a Figura 12.

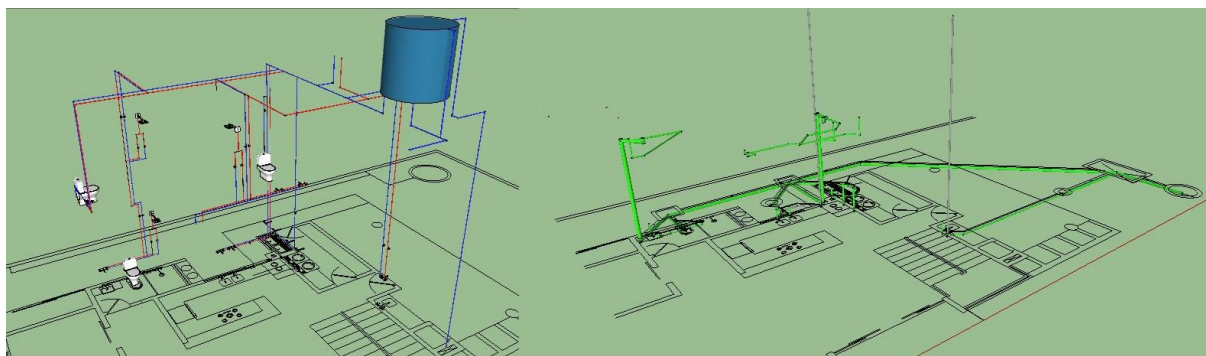


Figura 12 – Modelo tridimensional do projeto hidráulico e sanitário
Fonte: Autoria Própria (2015).

Optamos por separar o projeto hidráulico do sanitário para facilitar o desenvolvimento do trabalho e melhorar a visualização. A fim de alcançar o mesmo objetivo, da compatibilidade anterior, foram separadas as tubulações de diferentes finalidades por cores. Assim, a água fria está representada pela cor azul e a água quente pela cor vermelha. Já o esgoto sanitário pela cor verde e os tubos de ventilação pela cor cinza.

4.5.1 Verificação de incompatibilidades

Foi realizada a sobreposição dos projetos arquitetônico, estrutural, hidráulico e sanitário, os quais foram subdivididos por componentes da forma já citada no processo anterior. Deste modo, os resultados obtidos através da sobreposição dos projetos do componente cobertura são apresentados no Quadros 04.

ELEMENTO	COMPATÍVEL	INTERFERÊNCIAS	MODIFICAÇÕES PROPOSTAS
AF-4 e AQ-4	Não	Altura	Diminuir a altura da tubulação ou mudar a inclinação do telhado
AF-5	Não	Coincide com P19	Alterar a posição da prumada
AL-1	Não	Coincide com P22	Mudar a posição da tubulação
Extravasor	Não	Coincide com P24	Mudar a posição do extravasor
Demais colunas	Sim	-	-

Quadro 04 – Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário - COBERTURA

Fonte: Autoria própria (2015)

Por sua vez, o Quadro 05 apresenta a verificação da compatibilização entre os projetos do componente superior.

ELEMENTO	COMPATÍVEL	INTERFERÊNCIAS	MODIFICAÇÕES PROPOSTAS
AF-5	Não	Coincide com P19	Alterar a posição da prumada
Demais colunas	Sim	-	-
TQ-1	Não	Corte da V2N7	Fazer um shaft
TQ-2	Sim	-	-
Saída de esgoto (banheira e vasos sanitários)	Não	Corte nas vigotas	Deslocar estes pontos de esgoto
Demais pontos	Sim	-	-

Quadro 05 – Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário – PAVIMENTO SUPERIOR

Fonte: Autoria própria (2015)

Já a análise do componente térreo pode ser vista no Quadro 06.

ELEMENTO	COMPATÍVEL	INTERFERÊNCIAS	MODIFICAÇÕES PROPOSTAS
AF-5	Não	Coincide com P19	Alterar a posição da prumada
AF-6	Não	Corta um P30	Fazer mais uma coluna de água para abastecer os pontos
Demais colunas	Sim	-	-
TQ-1	Não	Visível no lado externo da edificação	Fazer um shaft, acompanhando o volume do chaminé
TQ-2	Não	Visível no lado interno da edificação e corta o bloco de fundação	Reposicionar o tubo de queda
Tubulações de esgoto BWC: Pavimento Superior	Não	Visível no pavimento térreo (BWC e cozinha)	Fazer um rebaixo no forro
Tubulações de esgoto da lavanderia	Não	Corta o bloco de fundação	Deslocar o caixa sifonada
Demais pontos	Sim	-	-

Quadro 06 – Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário – PAVIMENTO TÉRREO

Fonte: Autoria própria (2015)

4.6 COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE OS PROJETOS ARQUITETÔNICO, ESTRUTURAL, HIDROSSANITÁRIO E ELÉTRICO

A fim de concluir o processo de compatibilização, o último projeto a ser inserido no desenvolvimento do trabalho foi o elétrico. Com o projeto elétrico em arquivo *dwg* foi elaborada a distribuição da tubulação e criado o modelo tridimensional, conforme mostra a Figura 13.

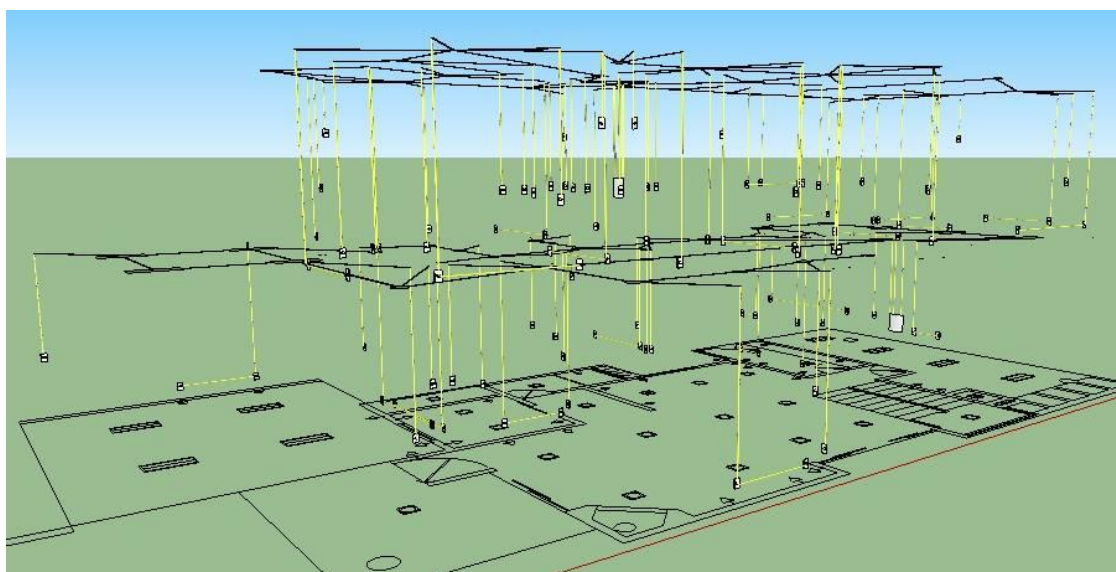


Figura 13 – Modelo tridimensional do projeto elétrico
Fonte: Autoria Própria (2015).

Para a compatibilização do projeto elétrico com os demais projetos foi utilizado o mesmo processo citado anteriormente.

4.6.1 Verificação de incompatibilidades

Da mesma maneira que foram procedidas as compatibilizações entre os projetos anteriores, realizou-se a sobreposição dos projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico, também subdividido por componentes. A sobreposição entre os projetos no componente cobertura resultou o Quadro 07.

ELEMENTO	COMPATÍVEL	INTERFERÊNCIAS	MODIFICAÇÕES PROPOSTAS
Conduto / P22	Não	Corta o pilar	Mudar a posição do conduto
Conduto / P25	Não	Corta o pilar	Reposicionar as tomadas
Conduto / AF-5 / P19	Não	Coincide com tubulação de água e pilar	Mudar a posição
Conduto / P17	Não	Corta e coincide com pilar	Mudar a posição do conduto e da tomada
Conduto / P14 e P15	Não	Coincide com pilar	Mudar a posição
Demais condutos	Sim	-	-

Quadro 07 – Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário x Elétrico – PAVIMENTO SUPERIOR
Fonte: Autoria própria (2015)

O Quadro 08 apresenta os resultados obtidos na compatibilização entre os projetos do componente térreo.

ELEMENTO	COMPATÍVEL	INTERFERÊNCIAS	MODIFICAÇÕES PROPOSTAS
Condutos / P14, P16, P17, P19, P23	Não	Coincidem com pilar	Mudar a posição
Conduto / tubulação de esgoto	Não	Corta a tubulação de esgoto	Alterar a altura das tomadas
Demais condutos	Sim	-	-

Quadro 08 – Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário x Elétrico – PAVIMENTO TÉRREO
Fonte: Autoria própria (2015)

Com as verificações das incompatibilidades entre os projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico foi possível realizar uma análise mais detalhada das interferências. Os resultados obtidos estão descritos no capítulo seguinte.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 PROJETO ARQUITETÔNICO VERSUS PROJETO ESTRUTURAL

Através da compatibilização do projeto arquitetônico com o estrutural foi possível visualizar, no componente cobertura, as primeiras interferências na Figura 14. A laje treliçada L1-N4 do barrilete possui 5,04m por 2,49m, contudo a sua dimensão, de acordo com o projeto arquitetônico, é de 6,40m por 2,49m. O pilar P16e a viga V4N1 devem ser deslocados 1,36m juntamente com a laje L1-N4 do barrilete. Por consequência, as vigas V4N3 e V4N4 deverão ser prolongadas com a mesma distância. A viga V3N5 deveria estar a 0,50m abaixo para não alterar o projeto arquitetônico.

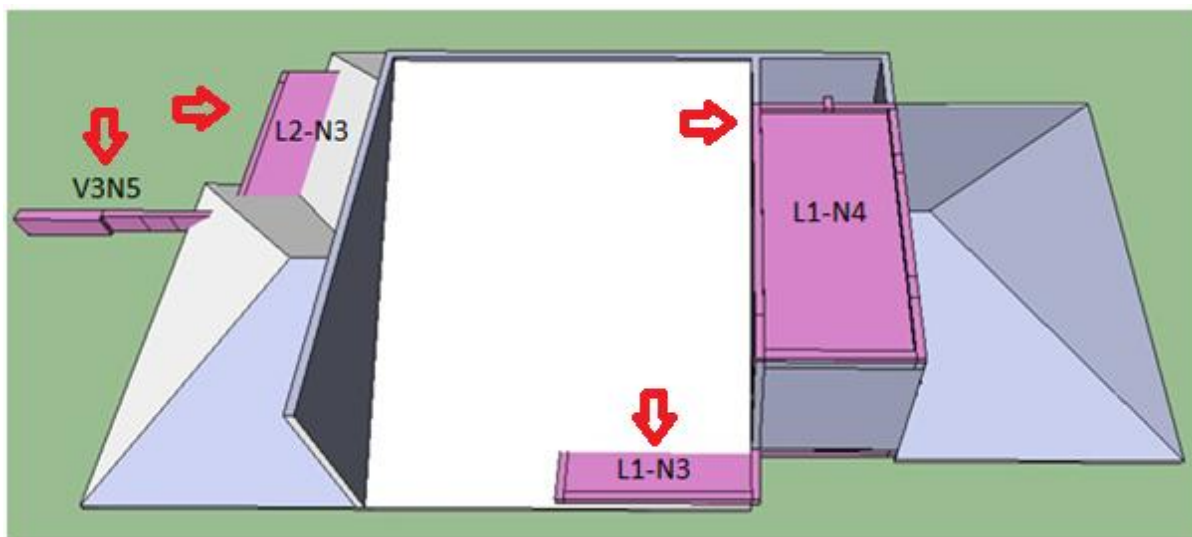


Figura 14 – Interferências entre projeto arquitetônico e projeto estrutural: componente cobertura

Fonte: Autoria Própria (2015).

A laje maciça L1-N3 está no mesmo nível de toda a laje do pavimento, todavia, a Figura 15 revela que a laje deveria ter um rebaixo juntamente com as vigas V3N13, V3N19 e V3N21 de 0,40m. Já a laje L2-N3, além de apresentar o mesmo problema de rebaixo, ainda deve ser alterada a sua dimensão de 5,55m para 4,31m.

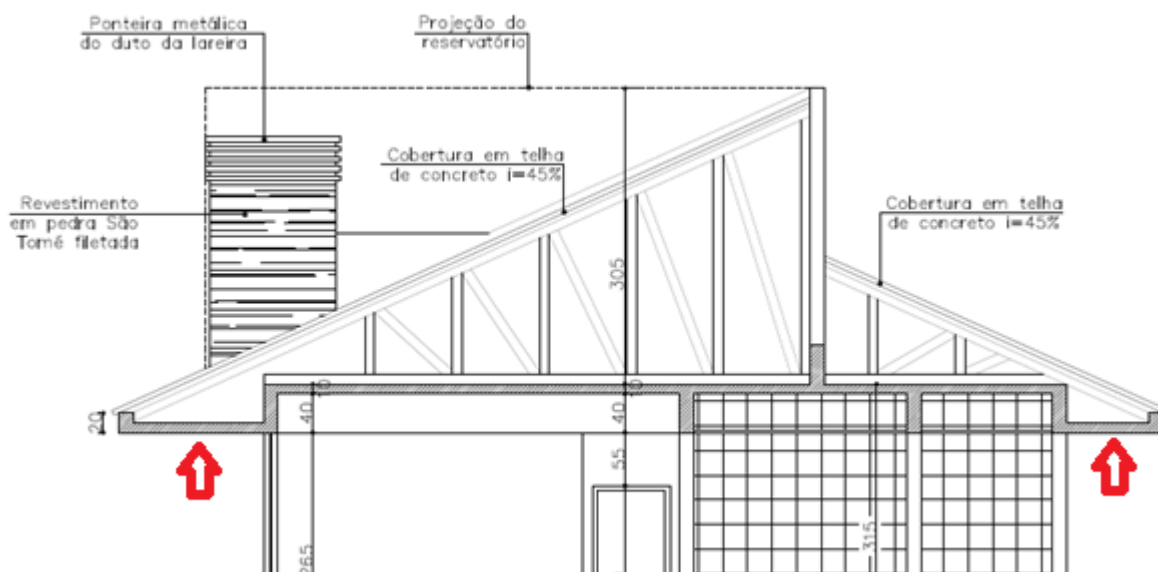


Figura 15 – Detalhe da laje do projeto arquitetônico
Fonte: Autoria Própria (2015).

Os pilares P20 e P25, que formam o detalhe arquitetônico do pavimento térreo, continuam com a seção circular no pavimento superior, o que criou um ressalto não previsto no projeto arquitetônico. A modificação proposta, neste caso, foi de redimensionar o pilar, com a alteração da seção circular por seção retangular.

O pilar P26 está locado em uma posição, que também não foi prevista pelo projeto arquitetônico. A solução mais adequada seria utilizar uma viga de transição para reposicionar o pilar de forma que fique embutido na alvenaria.

O pilar P23 segue a posição do pavimento térreo, porém, no pavimento superior fica visível que, nesse caso específico, poderia ser solicitado ao arquiteto a modificação do projeto arquitetônico de forma a usar o pilar como um detalhe ou reposicioná-lo.

Ademais, o pilar P13 que consiste no detalhe arquitetônico frontal não está compatível com as dimensões do projeto estrutural.

As interferências referentes à compatibilização do projeto arquitetônico com o estrutural, do componente superior, podem ser observadas na Figura 16.

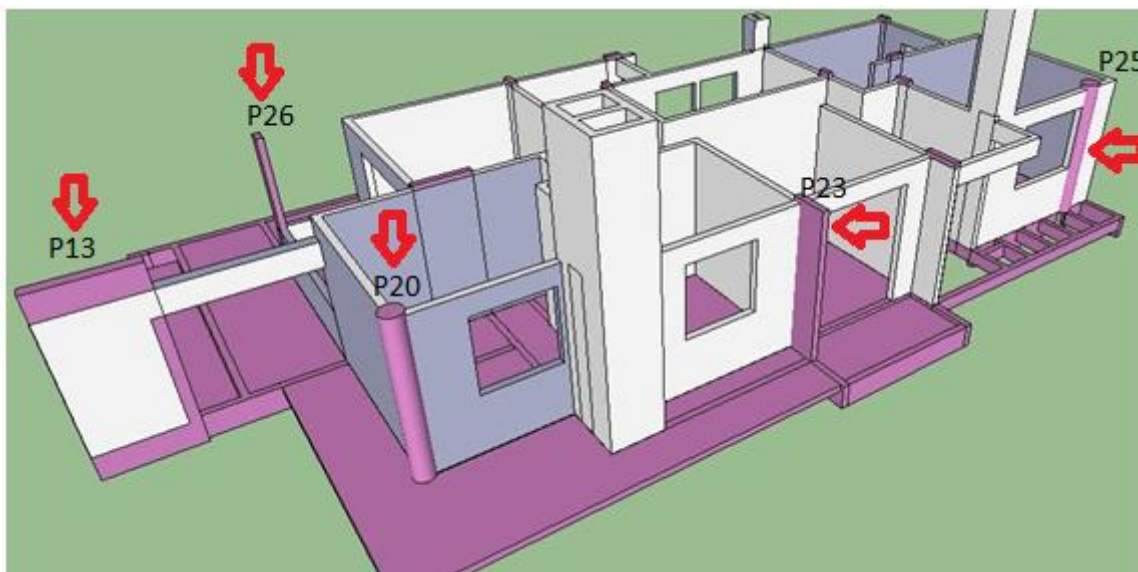


Figura 16 – Interferências entre projeto arquitetônico e projeto estrutural: componente superior
Fonte: Autoria Própria (2015).

A Figura 17 ilustra as interferências geradas no componente térreo. Como pode ser observado, na área de festas foi projetado o pilar P8, o qual prejudicou a concepção arquitetônica, tendo em vista que, nesta mesma área o arquiteto planejou dois pilares com seção circular que além da função estrutural, também compõe a estética da edificação. Para solucionar esta interferência deve ser feito o reposicionamento e, conseqüentemente, um novo dimensionamento para o pilar P12. O problema também pode ser solucionado através de uma viga de transição para reposicionar o pilar P8, o qual será embutido na alvenaria.

O P13, como já mencionado no pavimento superior, possui uma interferência entre os projetos arquitetônico e estrutural, contudo, esta interferência não gera influências significativas para a estética da edificação, tendo em vista que o pilar está 0,20m maior, no projeto estrutural, do que o previsto no projeto arquitetônico.

A esquadria da janela J5 da lavanderia foi projetada para ter 1,50m de altura, no entanto, as vigas V2N34 e V2N4 não estão compatíveis com esta dimensão, de tal forma que pela compatibilização dos projetos o espaço disponível para a esquadria é de 1,30m. Logo, deve-se alterar a dimensão da esquadria ou redimensionar as vigas.

As lajes L11, L12, L13, L14 e L30, tal como expostas na Figura 17, não estão no mesmo nível das demais lajes, o que causa um desnível não programado no projeto arquitetônico. A laje da garagem, L1, apresenta o mesmo problema, das já citadas anteriormente, com relação ao rebaixamento. As vigas que compõem estas lajes também deveriam ser reposicionadas a fim de evitar tal interferência.

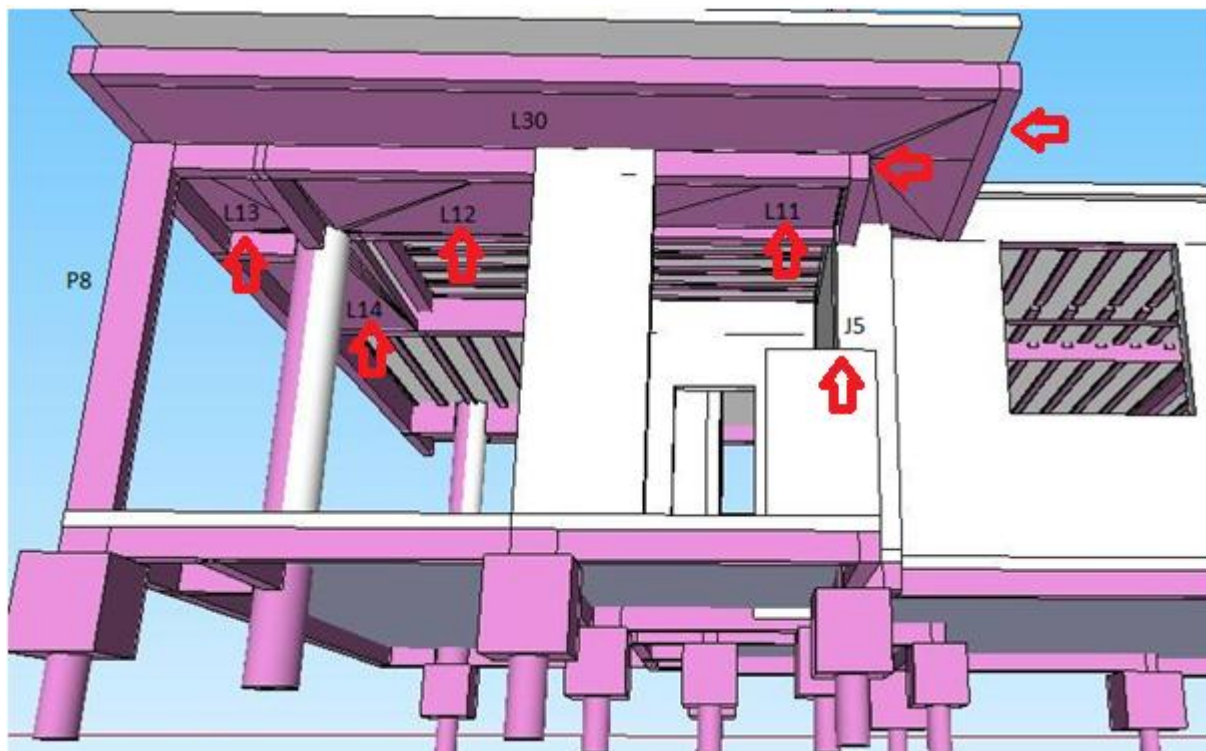


Figura 17 – Interferências entre projeto arquitetônico e projeto estrutural: componente térreo
Fonte: Autoria Própria (2015).

5.2 PROJETO ARQUITETÔNICO VERSUS PROJETO ESTRUTURAL VERSUS PROJETO HIDROSSANITÁRIO

Após o ajuste do projeto arquitetônico com o estrutural, foi acrescentado o projeto hidrossanitário ao arquivo. A compatibilização destes projetos se iniciou pelo componente cobertura.

A coluna AF-4 foi projetada com 30cm de altura a partir da laje do pavimento superior, enquanto a coluna AQ-4 foi projetada com 25cm de altura. Porém, como mostra a Figura 18, na compatibilização foi possível detectar uma interferência, no telhado. Devido à inclinação do mesmo, as colunas ficaram visíveis. Para solucionar esta interferência, as colunas deveriam ser de altura menor, ou mudar a inclinação do telhado, de forma a aumentar a altura do telhado e assim, embutindo as colunas.

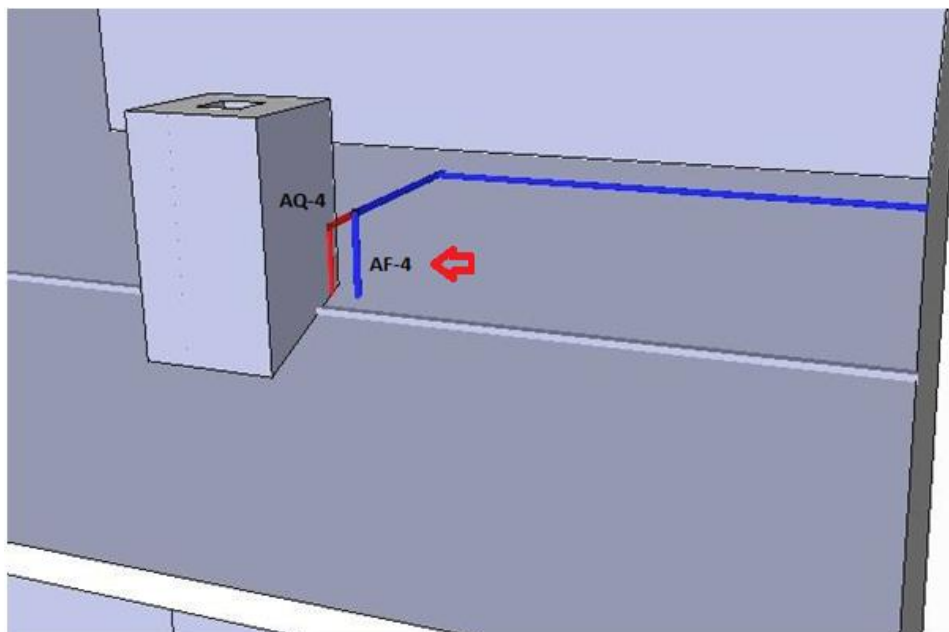


Figura 18 – Interferências entre projeto arquitetônico e hidrossanitário: componente cobertura
Fonte: Autoria Própria (2015).

As demais interferências encontradas podem ser vistas na Figura 19. A coluna AF-5, que sai no barrilete e desce até o pavimento térreo para abastecer a pia da cozinha do salão de festas, ocupa o mesmo espaço físico do pilar P19, este deve ser deslocado em, 5cm no mínimo.

O alimentador predial e o extravasor também coincidem com os pilares P22 e P24, e a modificação proposta é a mesma da coluna AF-5.

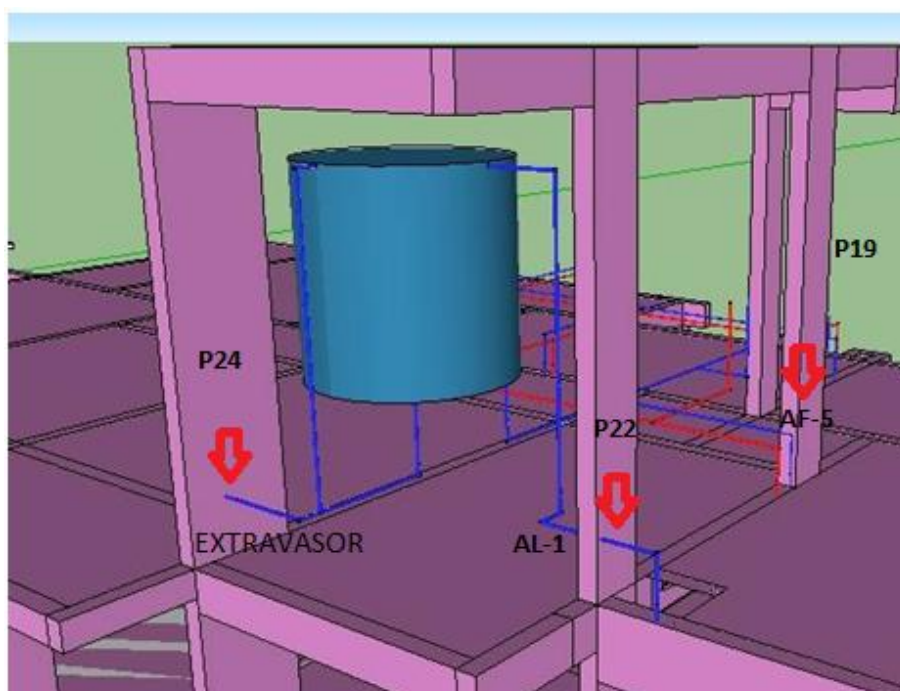


Figura 19 – Interferências entre projeto estrutural e hidrossanitário: componente cobertura
Fonte: Autoria Própria (2015).

No componente superior podemos observar, através da Figura 20, que o tubo de queda TQ-1 corta a viga V2N7. Na verdade, esta não é uma interferência de compatibilização e sim um erro de projeto que se tornou visível durante a compatibilização. Tendo em vista que este tubo possui um diâmetro de 100mm, o corte é significativo e pode comprometer a estrutura. Dessa forma, o tubo de queda deveria passar por baixo da viga, com um corte na alvenaria. Para esconder o tubo deverá ser usado um forro de gesso.

Outra interferência apontada se refere aos pontos de esgoto que cortam as vigotas das lajes pré-fabricadas. Estas lajes pré-fabricadas são compostas por vigotas e enchimentos de materiais variados, de tal forma que, esses pontos deveriam ser passados pelo enchimento no lugar das vigotas, e assim, não haveria problemas na estrutura da edificação.



Figura 20 – Interferências entre projeto estrutural e projeto hidrossanitário: componente superior

Fonte: Autoria Própria (2015).

A Figura 21 ilustra a compatibilização dos projetos arquitetônico, estrutural e hidrossanitário no componente térreo.

A coluna AF-6, que abastece os pontos hidráulicos da lavadeira, corta o pilar, o que pode comprometer o elemento estrutural. Desta forma, sugerimos ao projetista hidráulico acrescentar mais uma coluna de abastecimento, para distribuir a água nos pontos do outro lado do pilar.

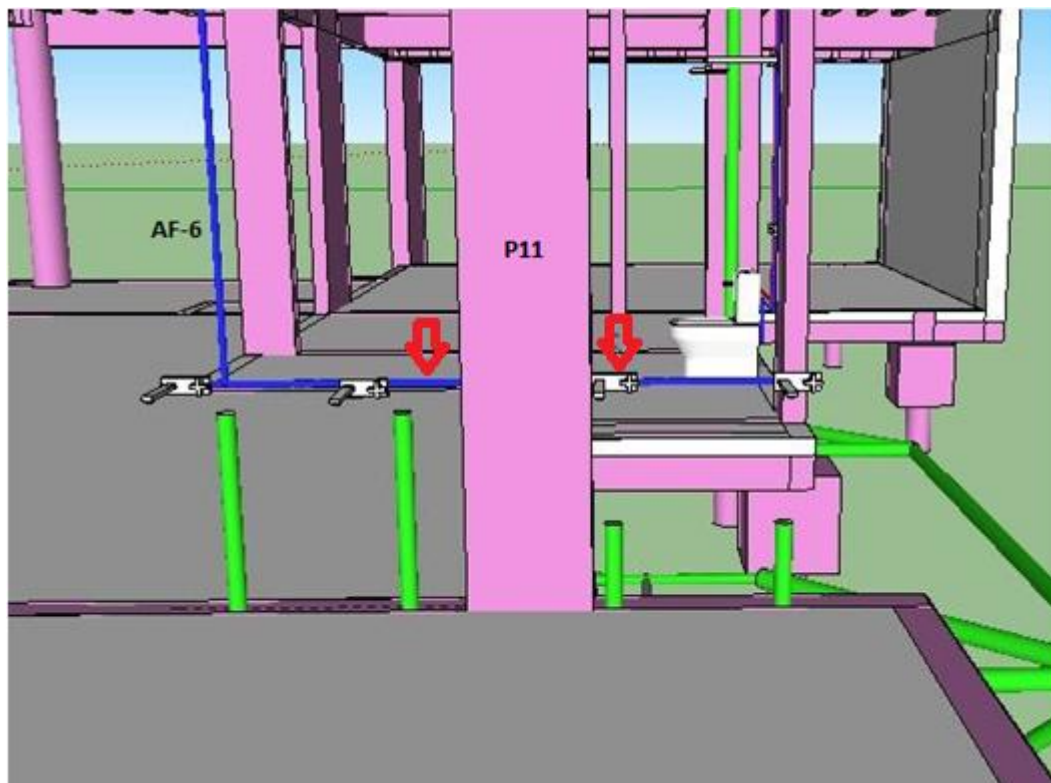


Figura 21 – Interferências entre projeto estrutural e projeto hidrossanitário: componente térreo
Fonte: Autoria Própria (2015).

O tubo de queda TQ-1, como citado na análise da compatibilização do componente superior, corta a viga V2N7, e torna-se visível no lado externo do componente térreo. Como solução, a criação de um shaft que acompanhe o volume da chaminé para embutir o tubo. Já, o tubo de queda TQ-2, é visível ao lado interno da edificação, sendo necessária a introdução de um shaft interno. Esta análise representou outro problema: ao chegar à infraestrutura da edificação, o tubo de queda corta o bloco de fundação. Assim, é necessário realocar a prumada do tubo.

Em seguida, foi observado que as tubulações de esgoto dos banheiros do pavimento superior ficaram visíveis no pavimento térreo, como pode ser observado na Figura 22. Contudo, o pé direito da residência tem altura suficiente para ser feito um rebaixo de forro, o que torna mais fácil resolver esta interferência.

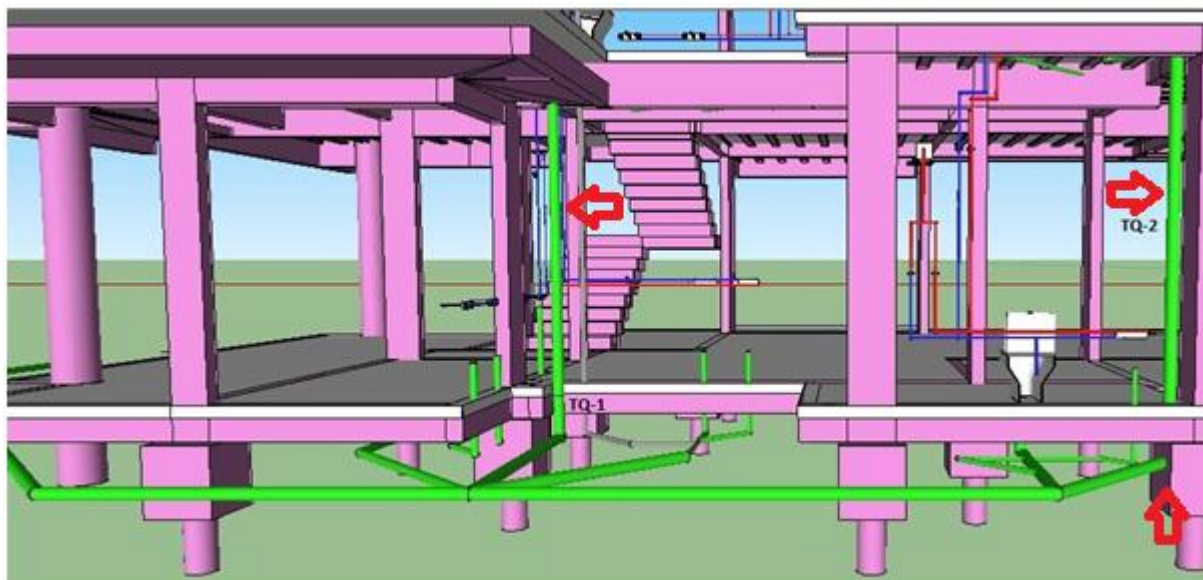


Figura 22 – Interferências entre projeto estrutural e hidrossanitário: componente térreo
Fonte: Autoria Própria (2015).

Na lavanderia também há a passagem da tubulação nos blocos de fundação, como pode ser observado na Figura 23. Considerando que a fundação é um elemento estrutural de grande importância para a transferência de cargas da edificação para o terreno, este tipo de interferência se torna inaceitável. Desta forma, faz-se necessário realizar uma nova distribuição da tubulação no terreno.

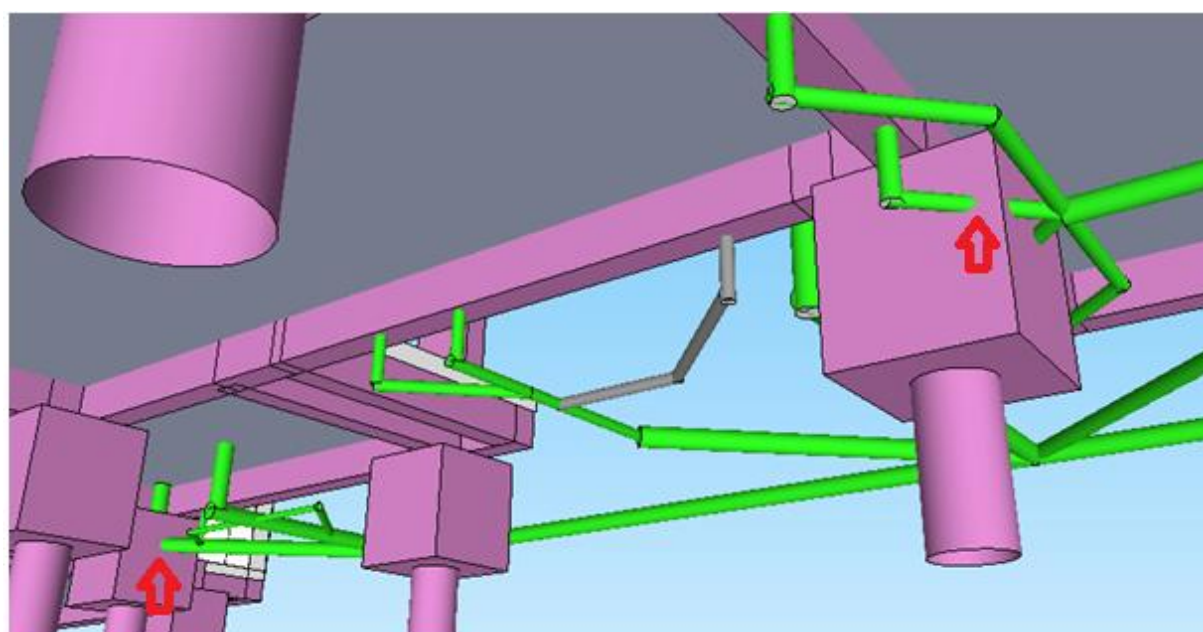


Figura 23 – Interferências entre projeto estrutural e hidrossanitário: componente térreo
Fonte: Autoria Própria (2015).

5.3 PROJETO ARQUITETÔNICO VERSUS PROJETO ESTRUTURAL VERSUS PROJETO HIDROSSANITÁRIO VERSUS PROJETO ELÉTRICO

Por fim, foi incluído o projeto elétrico aos demais projetos compatibilizados, a fim de obter o resultado final entre as compatibilizações da edificação. Como o projeto elétrico é composto por seus quadros de distribuição e a energia é concedida de forma subterrânea pela concessionária não é necessário chegar até a cobertura.

A Figura 24 ilustra as interferências do componente superior. Os pilares P22 e P25 foram cortados por condutos flexíveis. Nesse caso, a solução proposta para o P22 é mudar a ligação do conduto para outro ponto de luz. Já para o pilar P25 deve-se mudar a posição das tomadas e, conseqüentemente, a posição do conduto. Observou-se que outro conduto, além de coincidir com a coluna AF-5, também colide com o pilar P19, o que torna necessário o reposicionamento das tomadas.

O pilar P17 coincide com um conduto e também foi cortado por outro conduto que alimenta uma tomada. A solução mais adequada seria mudar a posição de ambos, como mostra a Figura 24, a seguir.

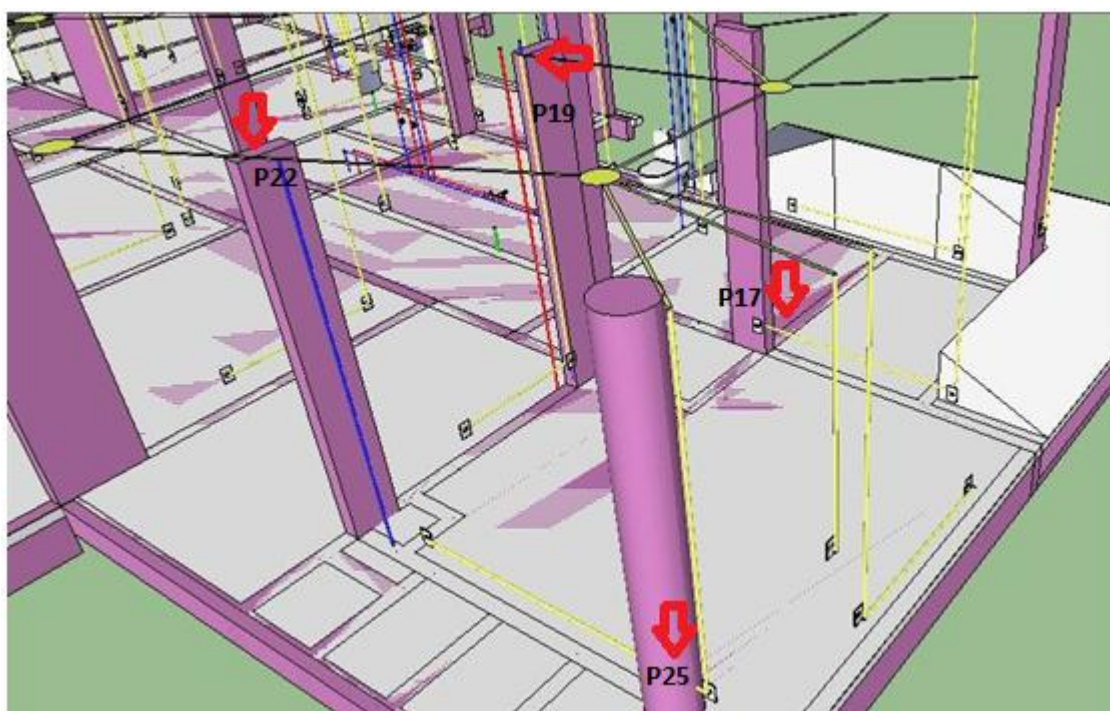


Figura 24 – Interferências entre o projeto estrutural, hidrossanitário e elétrico: componente superior

Fonte: Autoria Própria (2015).

Os pilares P14 e P15 também têm condutos coincidindo com a sua posição como pode ser visto na Figura 25.

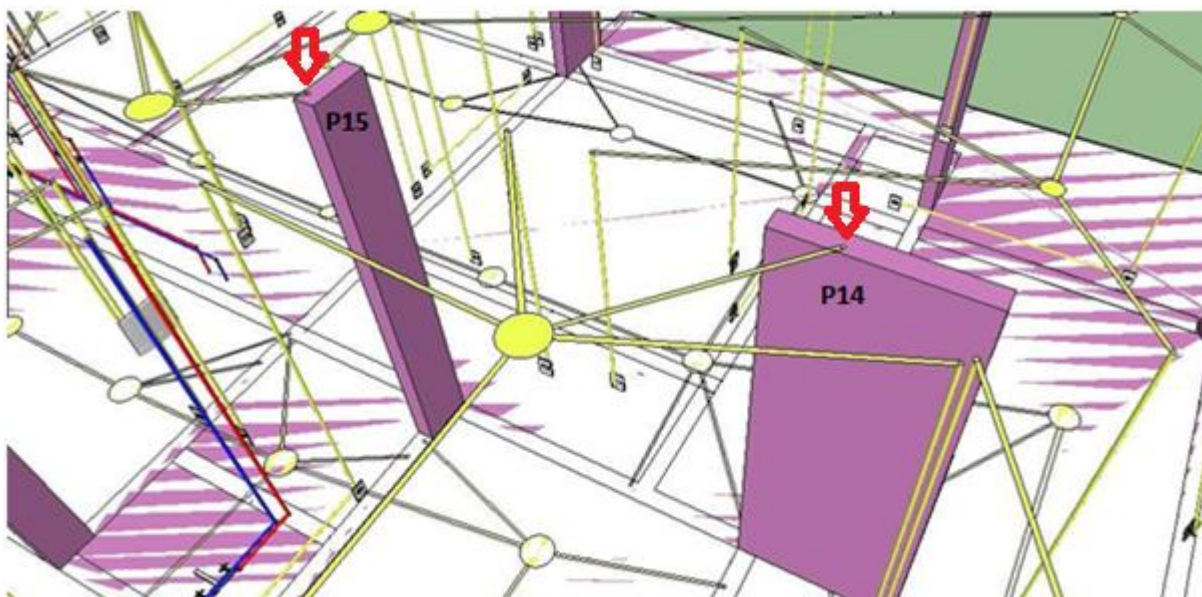


Figura 25 – Interferências entre o projeto estrutural, hidrossanitário e elétrico: componente superior
Fonte: Autoria Própria (2015).

O componente térreo, por sua vez, possui as mesmas interferências encontradas no pavimento superior. Na Figura 26 pode ser verificado o pilar P14, cujos condutos flexíveis coincidem com o pilar, sendo necessário mudar a posição das tomadas e interruptores. Os pilares P16, P17, P19 e P23 também apresentam a mesma interferência.

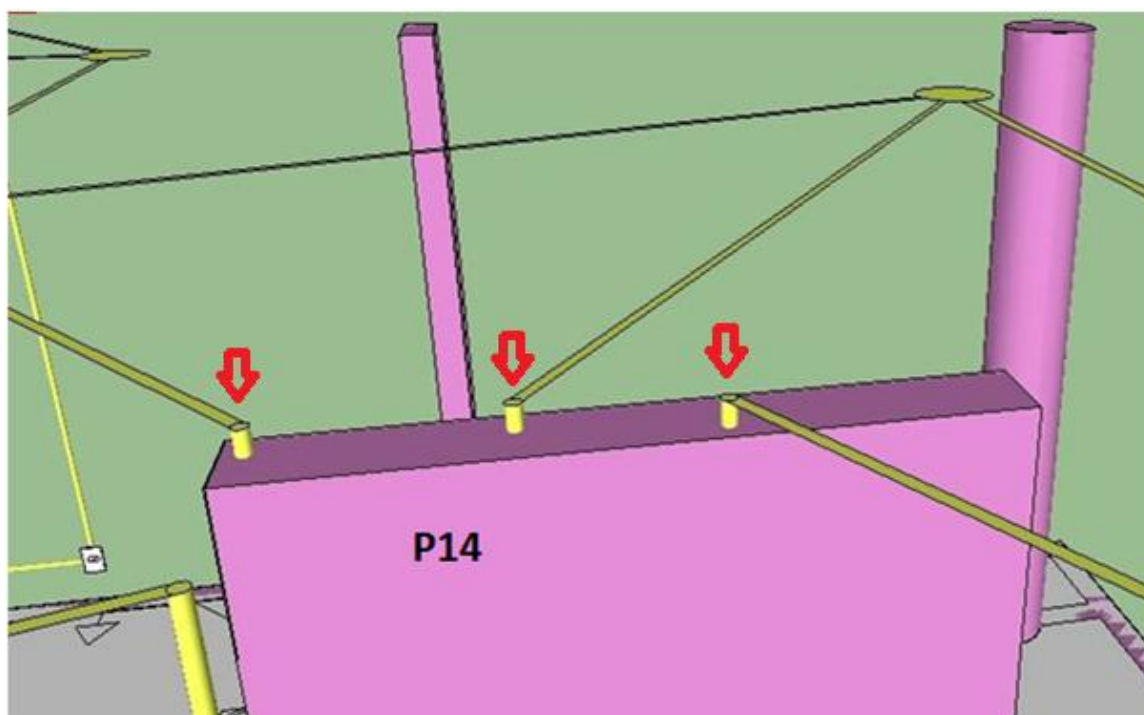


Figura 26 – Interferências entre projeto estrutural, projeto hidrossanitário e projeto elétrico: componente térreo
Fonte: Autoria Própria (2015).

Na sequência, foi verificado que a tubulação de esgoto na lavanderia foi cortada por um conduto elétrico, o mesmo conduto também atravessa a coluna de água, porém, como o diâmetro da coluna de água é relativamente pequeno e o conduto elétrico é flexível, há possibilidade de transpasse entre eles. Apesar disso, a tubulação de esgoto, por possuir um diâmetro maior, não possibilita a mesma manobra, sendo necessário mudar as tomadas de baixas altura (30cm) para médias altura (120cm). A Figura 27 explana esta interferência.

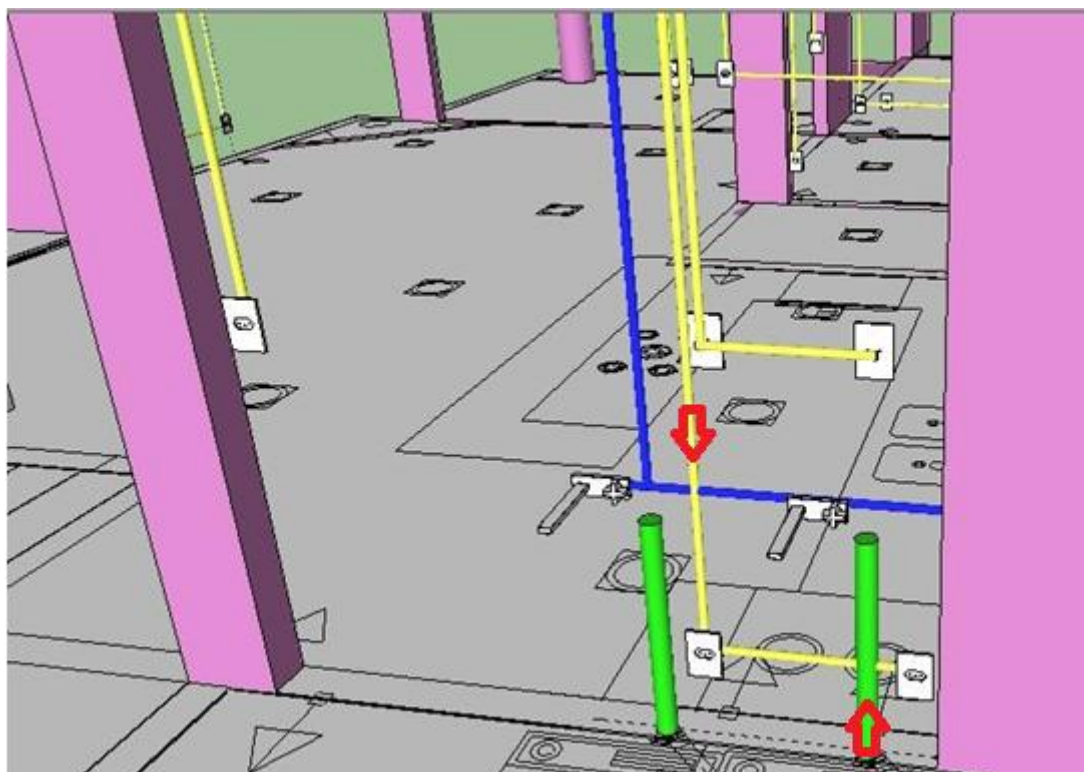


Figura 27 – Interferências entre projeto estrutural, hidrossanitário e elétrico: componente térreo
Fonte: Aatoria Própria (2015).

5.4 O SKETCHUP COMO FERRAMENTA DE COMPATIBILIZAÇÃO

A ferramenta *SketchUp* escolhida para realizar a compatibilização entre os projetos, mostrou-se satisfatória por operar em um ambiente 3D, que supre as lacunas deixadas pela ferramenta 2D. Além disso, é um programa gratuito e qualquer profissional pode ter acesso.

Um critério julgado como desfavorável na utilização desse *software* são as informações acumuladas, ou seja, o carregamento das informações torna o programa mais lento de ser processado, o que deixa o processo de compatibilização mais moroso.

5.5 RESUMO DAS INTERFERÊNCIAS E MODIFICAÇÕES PROPOSTAS

A partir da análise foi elaborado um resumo para melhor visualizar as compatibilidades, interferências e as soluções encontradas, já mencionadas no capítulo. Estas informações estão descritas no Quadro 09.

ELEMENTO	INTERFERÊNCIAS	MODIFICAÇÕES PROPOSTAS
Lajes	Dimensão	Atender as dimensões exigidas pelo projeto arquitetônico
	Reposicionamento	Atender o projeto arquitetônico nos pontos onde é especificado rebaixamento e analisar os lugares que devem continuar no mesmo nível
Pilares	Dimensão	Redimensionar em tamanho e seção os pilares que afetaram a proposta do arquiteto
	Posição	Reposição os pilares que prejudicaram o conceito do projeto arquitetônico. Assim como reposicionar as tubulações e condutos que coincidiram com os pilares
Vigas	Dimensão-	Atender as dimensões exigidas pelo projeto arquitetônico
	Reposicionamento	Atender o projeto arquitetônico nos pontos onde é especificado rebaixamento e analisar os lugares que devem continuar no mesmo nível

Quadro 09 – Resumo da compatibilização entre os projetos
Fonte: Autoria própria (2015)

Em seguida, com as interferências detectadas e com as propostas de modificações sugeridas pelo coordenador de projetos, devem ser convocados os profissionais concomitantemente envolvidos nos projetos que compõem a edificação para o consenso das modificações a serem feitas com o intuito de finalizar a adequação projetual.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho foram realizados os projetos complementares de uma residência unifamiliar, para realizar a compatibilização dos projetos, como estudo de caso. Esses projetos complementares foram elaborados em um mesmo ambiente, porém sem a interação multidisciplinar, ou seja, cada profissional ficou responsável por conceber o seu projeto.

Em seguida, foi aplicado o método de compatibilização dos projetos com o fito de identificar as interferências entre o projeto arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico. Tendo em vista que as interferências foram detectadas ainda na fase de projeto, as dificuldades e problemas durante a execução da obra tendem a ser menos frequentes, o que otimiza o tempo de execução, diminui retrabalhos, custos e impacto ambiental.

A compatibilização foi analisada através do *software* tridimensional, denominado *SketchUp*. Este, por sua vez, mostrou-se satisfatório ao possibilitar uma visão mais dinâmica, em que a compatibilização dos projetos pode ser vista por diferentes ângulos, facilitando a identificação das incompatibilidades entre os projetos.

Posteriormente, foram registradas as interferências visualizadas durante a compatibilização dos projetos, por meio de quadros. Estes quadros foram compostos por elemento de compatibilidade ou incompatibilidade, interferência e, por fim, apontava uma modificação, com o intuito de facilitar a apresentação dos conflitos para os projetistas e, assim, buscar em conjunto a melhor solução para tal interferência.

O processo de análise da compatibilização foi de grande valia, dado que nos pontos que presumíamos ter algumas interferências, estas não foram detectadas com tamanha frequência. Em contrapartida, foram encontradas interferências imprevistas, como foi visto na compatibilização entre o projeto arquitetônico e o estrutural, tal como os pilares em divergência com a arquitetura proposta e as lajes com alturas variadas.

Enfim, a análise da compatibilização dos projetos, demonstrou que, os projetos desenvolvidos de forma isolada, isto é, sem qualquer interação entre os projetistas, geram prejuízos para o setor da construção civil. Diante dessa situação, o atual panorama nacional no setor de edificações, no qual se busca novas formas

de diminuir custos e minimizar processos, a compatibilização abre caminho para um novo segmento dentro da engenharia civil, o coordenador de projetos. Este é o profissional responsável pela adequação projetual.

O estudo de caso desenvolvido neste trabalho vem confirmar a importância da compatibilização entre os projetos de uma edificação, visto que caso os projetos fossem para a fase de execução sem a compatibilização, várias interferências que foram encontradas, seriam resolvidas no decorrer da obra, gerando atrasos, retrabalhos e até mesmo, solução imediatas com custo mais elevado. Por fim, pode-se constatar que a compatibilização de projetos representa uma construção mais econômica, eficiente e,consequentemente, mais harmônica.

6.1 RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

O tema discorrido neste trabalho e os resultados obtidos concedem a possibilidade de aprofundar o assunto em novos estudos, como:

- Quantificar economicamente as vantagens de uma compatibilização de projetos.
- A compatibilização de projetos com o auxílio de outros *softwares*.

REFERÊNCIAS

ALTOQI Tecnologia Aplicada a Engenharia. Disponível em: <<http://www.altoqi.com.br/software>> Acesso em: 05 de novembro de 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9000**: Sistemas de Gestão da Qualidade – Fundamentos e Vocabulário. Rio de Janeiro, 2000.

_____. **NBR 5410**: Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 5626**: Instalação Predial de Água Fria. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 6118**: Projeto de Estrutura de Concreto - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 8160**: Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução. Rio de Janeiro, 1999.

_____. **NBR 13532**: Elaboração de Projetos de Edificações - Arquitetura. Rio de Janeiro, 1995.

AUTODESK. Disponível em: <<http://www.autodesk.com.br/products/autocad/overview>> Acesso em: 05 de novembro de 2014.

ÁVILA, Vinícius M. **Compatibilização de Projetos na Construção Civil – Estudo de Caso em um Edifício Residencial Multifamiliar**. 2011. 84f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2011.

BAZZO, Walter Antonio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. **Introdução à Engenharia: Conceitos, Ferramentas e Comportamentos**. 2ª ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2009.

CALLEGARI, Simara. **Análise da Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares**. 2007. 145f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

CASTRO, Diogo Amorim. **Computação Gráfica Aplicada a Engenharia: Estudo de Caso do Laboratório de Engenharia da Computação (UEFS)**. 2010. 79f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2010.

CONCEIÇÃO, Edmilson A. **A Evolução da Qualidade**. Qualidade na Construção. São Paulo, 1998.

FABRÍCIO, Márcio Minto. **O Processo De Projeto Na Construção De Edifício**. Gestão e Coordenação de Projetos de Edifícios. Nota de Aula 2. Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2004.

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.

GRAZIANO, F. P. **Compatibilização de Projetos**. 2003. Dissertação (Mestrado Profissionalizante) - Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT), São Paulo.

INOVACON-CE. Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil do Estado do Ceará. **Coordenação de Projetos: Compatibilização de Projetos, Projeto de Alvenaria, Racionalização do Corte de Aço, Projeto Fôrmas**. Ceará, 2000. 55p. (Módulo 2).

ISAIA, Geraldo Cechella. **Concreto: Ciência e Tecnologia**. 1ª ed. São Paulo: Editora IBRACON, 2011.

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

MELHADO, Silvio Burrattino; AGOPYAN, Vahan. O Conceito de Projeto na Construção de Edifícios: Diretrizes para sua Elaboração e Controle. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**. São Paulo, p. 5-6, 1995.

MIKALDO JÚNIOR, Jorge. **Estudo Comparativo do Processo de Compatibilização de Projetos em 2D e 3D com uso de TI**. 2006. 150f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

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 do; SANTOS, Eduardo Toledo. A Contribuição da Tecnologia da Informação ao Processo de Projeto na Construção Civil. **Escola Politécnica da USP**. São Paulo, p. 2-4, 2003.

PICCHI, Flávio Augusto. Entrevista. Revista Técnica, São Paulo, mar. / abr. 1993.

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.

REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. **Bases para Projetos Estrutural na Arquitetura**. 2ª ed. São Paulo: Zigurate Editora, 2007.

REGO, Rejane de Moraes. **A Projeção Arquitetônica e a Mediação Tecnológica: As modificações possíveis ao processo projetual pelo uso de Tecnologias**. 2000. 284f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2000.

RENDEIRO, Jose Eduardo. **O que significa BIM para engenheiros civis?**. Disponível em: <<http://www.plataformabim.com.br/2013/08/o-que-significa-bim-para-engenheiros>> Acesso em: 05 de novembro de 2014.

SINDUSCON – PR/ SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Pequenas e Micro Empresas do Paraná). **Diretrizes Gerais para Compatibilização de Projetos**, Curitiba, 1995.

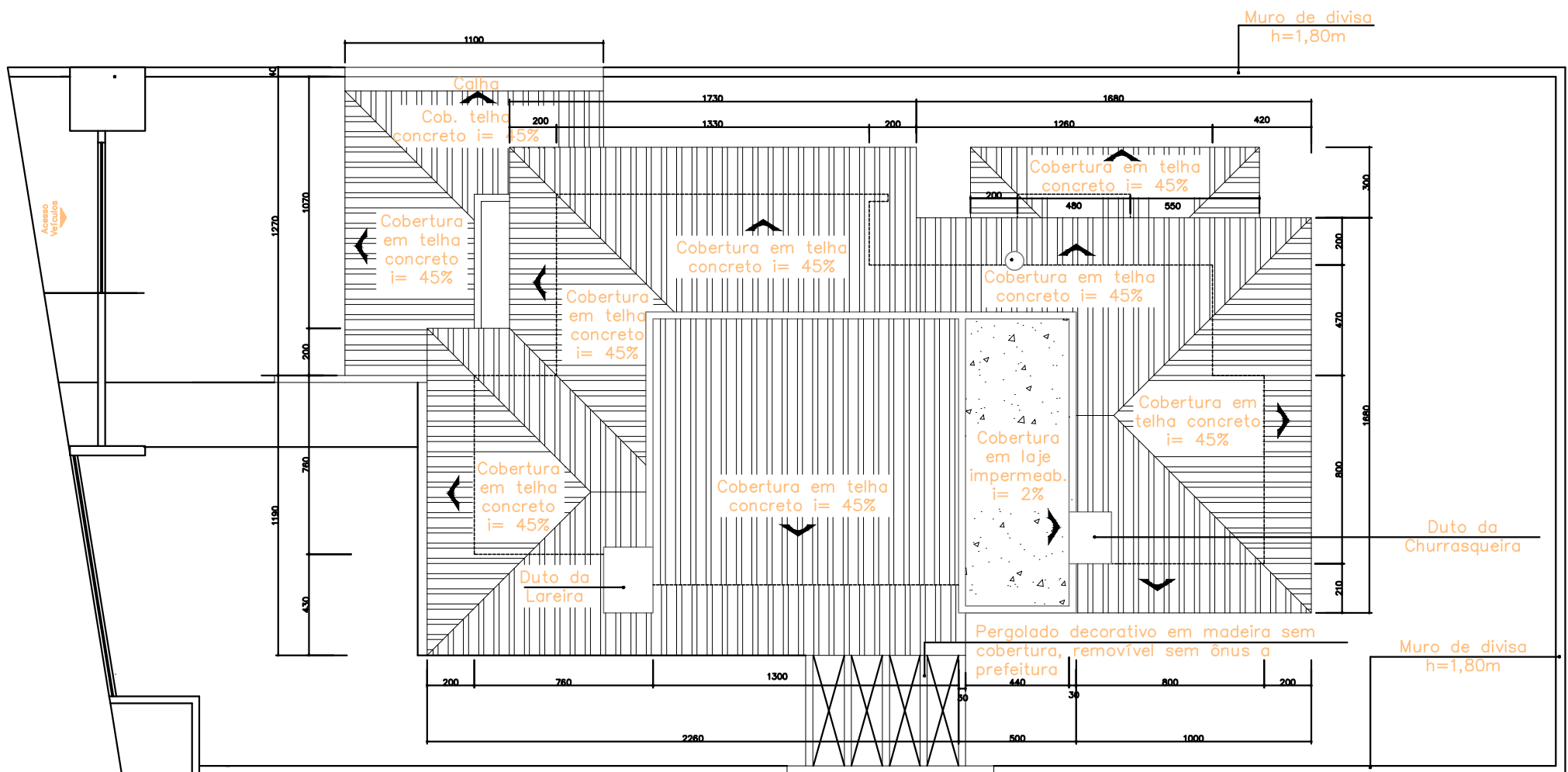
SOLANO, Renato da Silva. XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Compatibilização de projetos na construção civil de edificações: Método das dimensões possíveis e fundamentais**. Porto Alegre, 2005.

SOUZA, Francisco Jesus de. **Compatibilização de Projeto em Edifício de Múltiplos Andares – Estudo de caso Estrutural**. 2010. 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2010.

STEFANI, Sergio. **O que é o SketchUp?**. Disponível em: <<http://blog.render.com.br/diversos/o-que-e-o-sketchup/>> Acesso em: 24 de setembro de 2014.

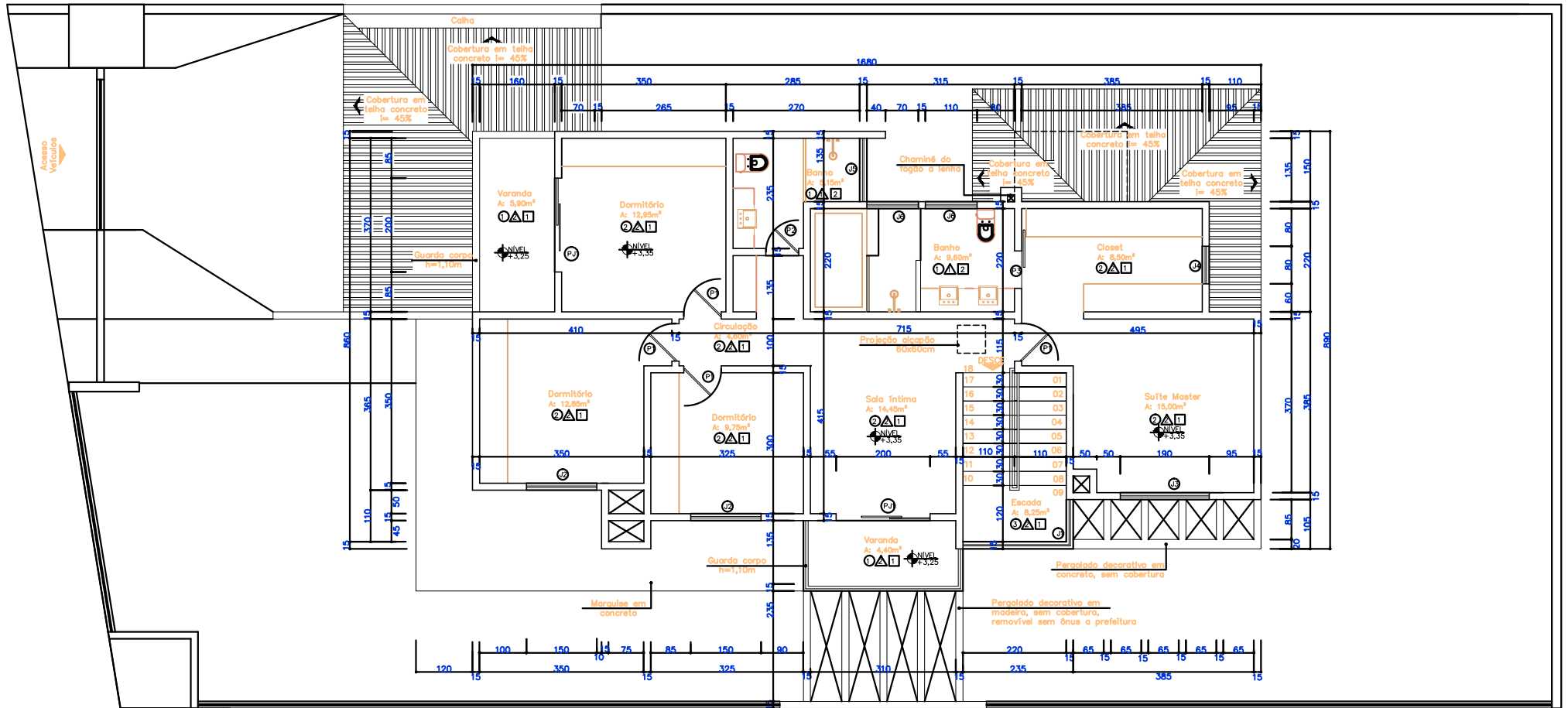
TARRAFA, Diogo Gonçalo Pinto. **Aplicabilidade Prática do Conceito BIM em Projeto de Estruturas**. 2012. 60f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Coimbra, Portugal, 2012.

ANEXOS

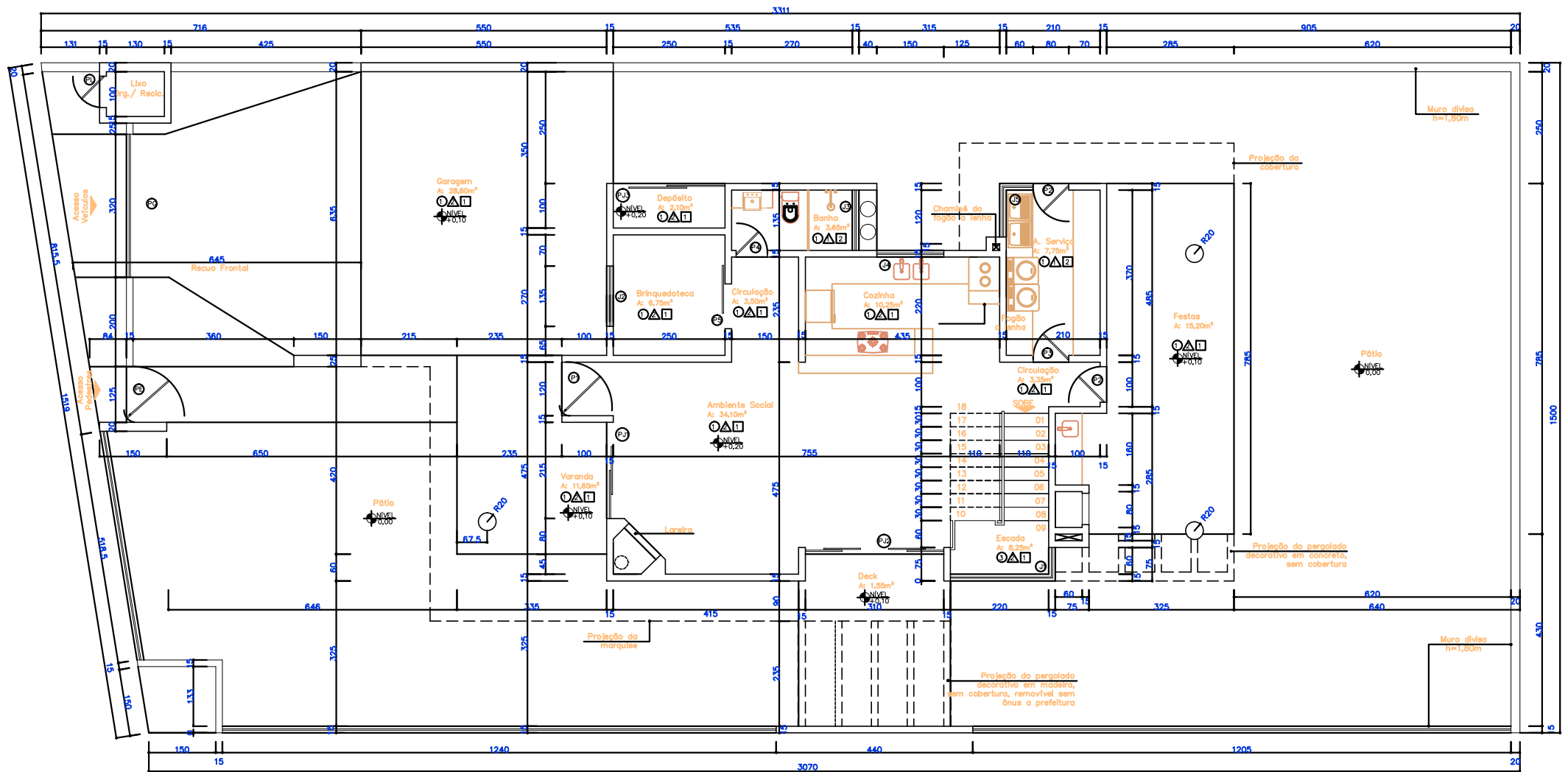


PLANTA BAIXA COBERTURA
ARQUITETÔNICO

Escala 1:175

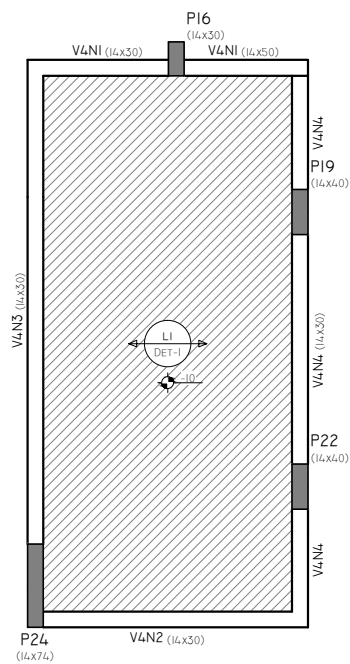


PLANTA BAIXA PAVIMENTO SUPERIOR
 ARQUITETÔNICO
 Escala 1:175



PLANTA BAIXA PAVIMENTO TÉRREO
ARQUITETÔNICO

Escala 1:175



PLANTA FÔRMAS - N4 (NÍVEL 658)
 ESTRUTURAL
 Escala 1:50

VIGAS			
NOME	SEÇÃO (cm)	ELEVAÇÃO (cm)	NÍVEL (cm)
V4N1	14x30	0	658
	14x50	0	658
V4N2	14x30	0	658
V4N3	14x30	0	658
V4N4	14x30	0	658

PILARES			
NOME	SEÇÃO (cm)	ELEVAÇÃO (cm)	NÍVEL (cm)
P16	14 x 30	0	658
P19	14 x 40	0	658
P22	14 x 40	0	658
P24	14 x 74	0	658

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS	
FCK (KGF/CM ²)	ECS (KGF/CM ²)
300	268384

LEGENDA DOS PILARES	
	PILAR QUE MORRE
	PILAR QUE PASSA
	PILAR QUE NASCE
	PILAR COM MUDANÇA DE SEÇÃO

LAJES					
NOME	TIPO	ALTURA (cm)	ELEVAÇÃO (cm)	NÍVEL (cm)	SOBRECARGA (KGF/M ²)
LI	TRELIÇADA ID	14	-10	648	100

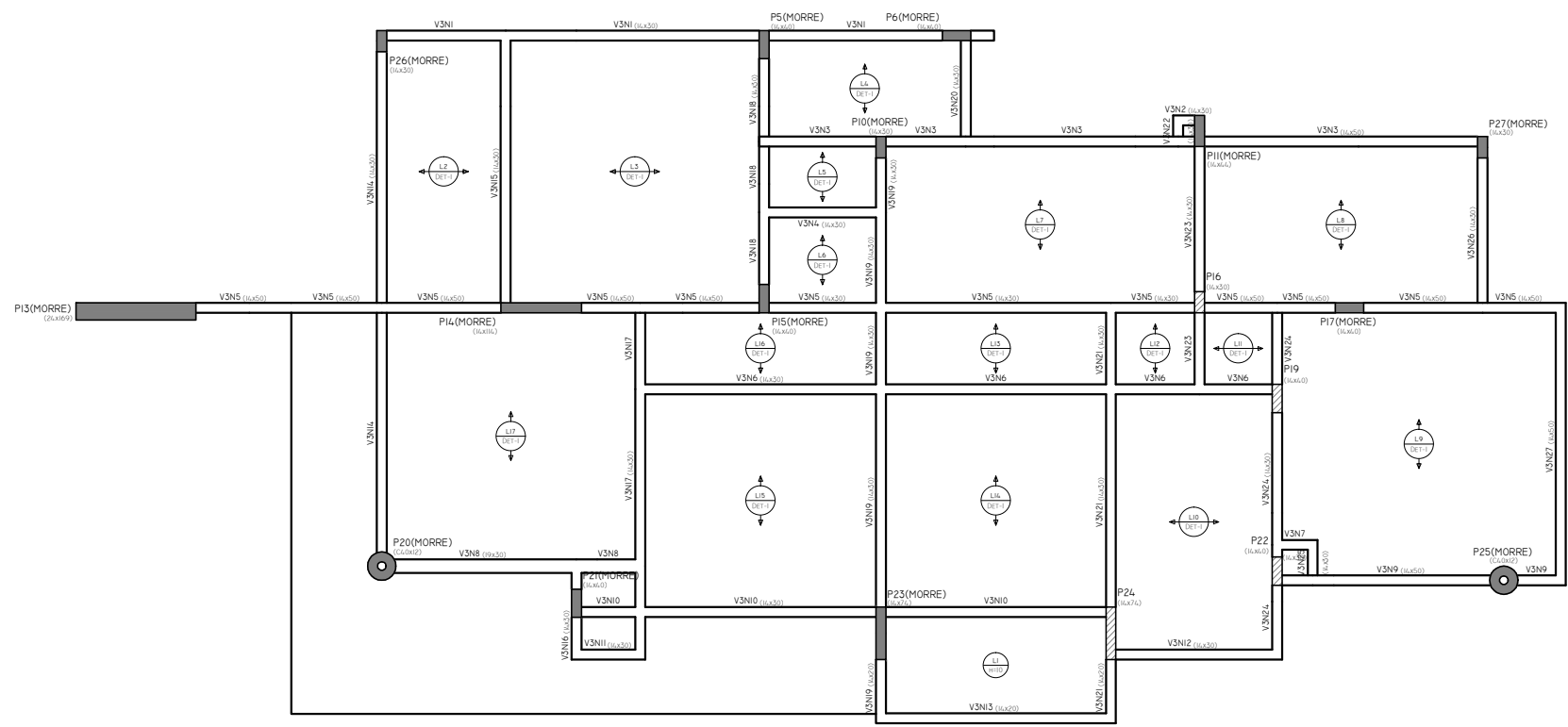
ÁREA DE LAJES			
TIPO	ALTURA (cm)	BLOCO DE ENCHIMENTO	ÁREA (M ²)
TRELIÇADA ID	14	B10/30/100	10.52

BLOCOS DE ENCHIMENTO						
DETALHE	TIPO	NOME	DIMENSÕES (cm)			QUANTIDADE
			HB	BX	BY	
	EPS UNIDIRECIONAL	B10/30/100	10	30	100	36

LEGENDA DOS PILARES	
	PILAR QUE MORRE
	PILAR QUE PASSA
	PILAR QUE NASCE
	PILAR COM MUDANÇA DE SEÇÃO

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS	
FCK	ECS
(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)
300	268384

VIGAS			
NOME	SEÇÃO (cm)	ELEVAÇÃO (cm)	NÍVEL (cm)
V3N1	14x30	0	34,3
V3N2	14x30	0	34,3
V3N3	14x50	0	34,3
V3N4	14x30	0	34,3
V3N5	14x50	0	34,3
V3N6	14x30	0	34,3
V3N7	14x30	0	34,3
V3N8	19x30	0	34,3
V3N9	14x50	0	34,3
V3N10	14x30	0	34,3
V3N11	14x30	0	34,3
V3N12	14x30	0	34,3
V3N13	14x20	0	34,3
V3N14	14x30	0	34,3
V3N15	14x30	0	34,3
V3N16	14x30	0	34,3
V3N17	14x30	0	34,3
V3N18	14x30	0	34,3
V3N19	14x20	0	34,3
V3N20	14x30	0	34,3
V3N21	14x20	0	34,3
V3N22	14x30	0	34,3
V3N23	14x30	0	34,3
V3N24	14x30	0	34,3
V3N25	14x30	0	34,3
V3N26	14x30	0	34,3
V3N27	14x50	0	34,3



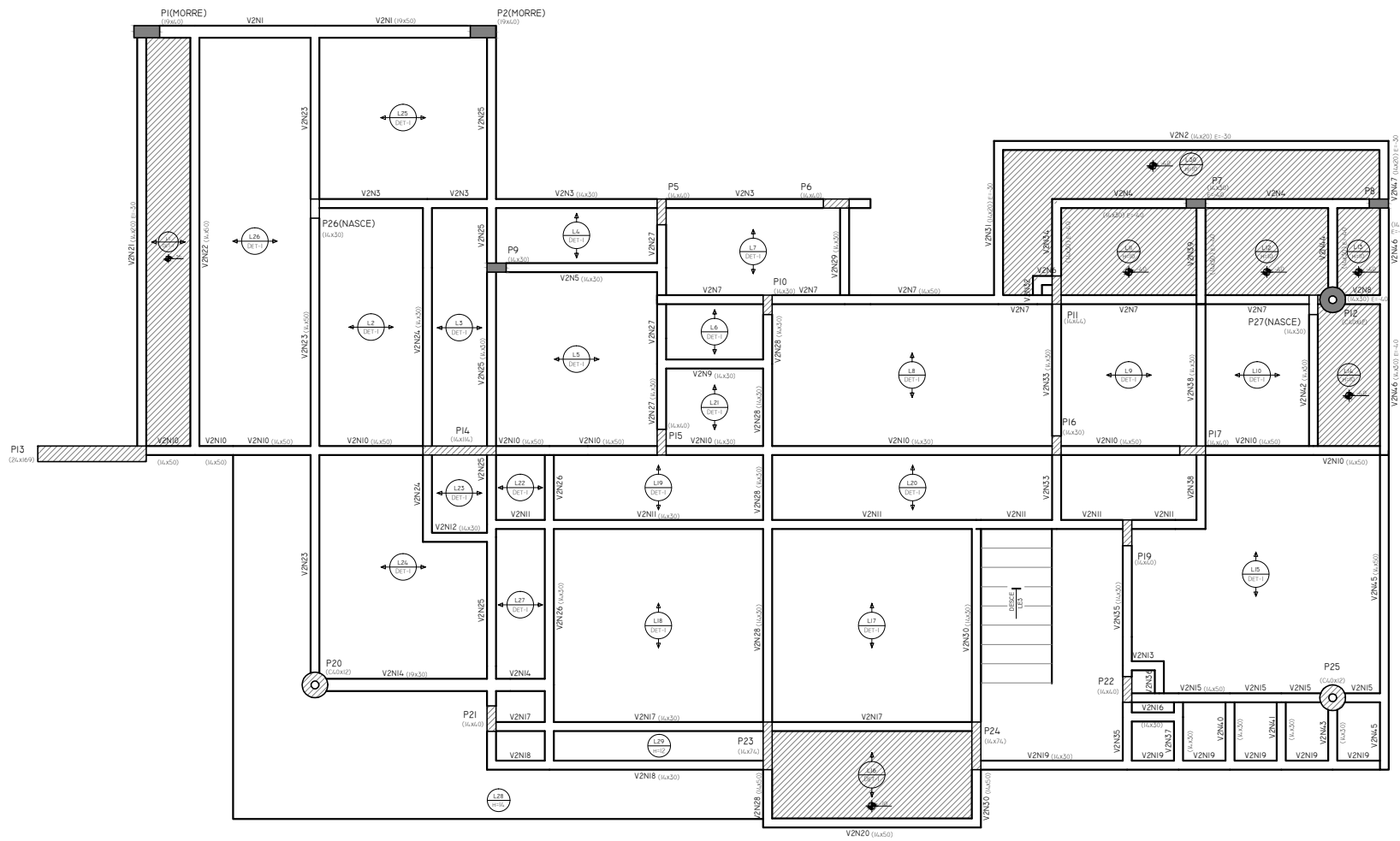
PILARES			
NOME	SEÇÃO (cm)	ELEVAÇÃO (cm)	NÍVEL (cm)
P5	14 x 40	0	34,3
P6	14 x 40	0	34,3
P10	14 x 30	0	34,3
P11	14 x 44	0	34,3
P13	24 x 169	0	34,3
P14	14 x 114	0	34,3
P15	14 x 40	0	34,3
P16	14 x 30	0	34,3
P17	14 x 40	0	34,3
P19	14 x 40	0	34,3
P20	CIRC 40 x 12	0	34,3
P21	14 x 40	0	34,3
P22	14 x 40	0	34,3
P23	14 x 74	0	34,3
P24	14 x 74	0	34,3
P25	CIRC 40 x 12	0	34,3
P26	14 x 30	0	34,3
P27	14 x 30	0	34,3

LAJES					
NOME	TIPO	ALTURA (cm)	ELEVAÇÃO (cm)	NÍVEL (cm)	SOBRECARGA (kgf/m ²)
L1	MACIÇA	10	0	34,3	100
L2	TRELIÇADA ID	14	0	34,3	100
L3	TRELIÇADA ID	14	0	34,3	100
L4	TRELIÇADA ID	14	0	34,3	100
L5	TRELIÇADA ID	14	0	34,3	100
L6	TRELIÇADA ID	14	0	34,3	100
L7	TRELIÇADA ID	14	0	34,3	100
L8	TRELIÇADA ID	14	0	34,3	100
L9	TRELIÇADA ID	14	0	34,3	100
L10	TRELIÇADA ID	14	0	34,3	100
L11	TRELIÇADA ID	14	0	34,3	100
L12	TRELIÇADA ID	14	0	34,3	100
L13	TRELIÇADA ID	14	0	34,3	100
L14	TRELIÇADA ID	14	0	34,3	100
L15	TRELIÇADA ID	14	0	34,3	100
L16	TRELIÇADA ID	9	0	34,3	100
L17	TRELIÇADA ID	14	0	34,3	100

PLANTA FÔRMAS - N3 (NÍVEL 343)
ESTRUTURAL
Escala 1:75

ÁREA DE LAJES			
TIPO	ALTURA (cm)	BLOCO DE ENCHIMENTO	ÁREA (m ²)
MACIÇA	10		4,23
TRELIÇADA ID	14	B10/30/100	105,96

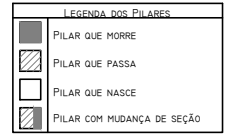
BLOCOS DE ENCHIMENTO				
DETALHE	TIPO	NOME	DIMENSÃO (SEÇÃO)	QUANTIDADE
I	EPS UNIDIRECIONAL	B10/30/100	10 30 100	34,7



PLANTA FÔRMAS - N2 (NÍVEL 28)
ESTRUTURAL
Escala 1:75

VIGAS			
NOME	SEÇÃO (cm)	ELEVAÇÃO (cm)	NÍVEL (cm)
VZ1	19x50	0	28
VZ2	14x20	-30	-2
VZ3	14x30	0	28
VZ4	14x30	-40	-12
VZ5	14x30	0	28
VZ6	14x30	0	28
VZ7	14x50	0	28
VZ8	14x30	-40	-12
VZ9	14x30	0	28
VZ10	14x30	0	28
VZ11	14x50	0	28
VZ12	14x30	0	28
VZ13	14x30	0	28
VZ14	19x30	0	28
VZ15	14x50	0	28
VZ16	14x30	0	28
VZ17	14x30	0	28
VZ18	14x30	0	28
VZ19	14x30	0	28
VZ20	14x50	0	28
VZ21	14x20	-30	-2
VZ22	14x50	0	28
VZ23	14x50	0	28
VZ24	14x30	0	28
VZ25	14x30	0	28
VZ26	14x30	0	28
VZ27	14x30	0	28
VZ28	14x30	0	28
VZ29	14x30	0	28
VZ30	14x50	0	28
VZ31	14x20	-30	-2
VZ32	14x30	0	28
VZ33	14x30	0	28
VZ34	14x50	-40	-12
VZ35	14x30	0	28
VZ36	14x30	0	28
VZ37	14x30	0	28
VZ38	14x30	0	28
VZ39	14x30	-40	-12
VZ40	14x30	0	28
VZ41	14x30	0	28
VZ42	14x30	-40	-12
VZ43	14x30	0	28
VZ44	14x30	-40	-12
VZ45	14x30	-40	-12
VZ46	14x20	-30	-2

PILARES			
NOME	SEÇÃO (cm)	ELEVAÇÃO (cm)	NÍVEL (cm)
P1	19 x 40	0	28
P2	19 x 40	0	28
P3	14 x 30	0	28
P4	14 x 40	0	28
P5	14 x 40	0	28
P6	14 x 30	-40	-12
P7	14 x 30	-40	-12
P8	14 x 30	0	28
P9	14 x 30	0	28
P10	14 x 44	0	28
P11	14 x 30	0	28
P12	CIRC 40 x 12	0	28
P13	24 x 169	0	28
P14	14 x 114	0	28
P15	14 x 40	0	28
P16	14 x 30	0	28
P17	14 x 40	0	28
P18	14 x 40	0	28
P19	CIRC 40 x 12	0	28
P20	14 x 40	0	28
P21	14 x 40	0	28
P22	14 x 74	0	28
P23	14 x 74	0	28
P24	CIRC 40 x 12	0	28



CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

FCk	ECS
300	268384

L.A.JES					
NOME	TIPO	ALTURA (cm)	ELEVAÇÃO (cm)	NÍVEL (cm)	SOBRACARGA (kgf/m ²)
L1	TRELIÇADA ID	14	-36	8	100
L2	TRELIÇADA ID	14	0	28	200
L3	TRELIÇADA ID	14	0	28	200
L4	TRELIÇADA ID	14	0	28	200
L5	TRELIÇADA ID	14	0	28	200
L6	TRELIÇADA ID	14	0	28	200
L7	TRELIÇADA ID	14	0	28	200
L8	TRELIÇADA ID	14	0	28	200
L9	TRELIÇADA ID	14	0	28	200
L10	TRELIÇADA ID	14	0	28	200
L11	MACIÇA	10	-40	-12	100
L12	MACIÇA	10	-40	-12	100
L13	MACIÇA	10	-40	-12	100
L14	MACIÇA	10	-40	-12	100
L15	TRELIÇADA ID	14	0	28	200
L16	TRELIÇADA ID	14	-10	18	200
L17	TRELIÇADA ID	14	0	28	200
L18	TRELIÇADA ID	14	0	28	200
L19	TRELIÇADA ID	14	0	28	200
L20	TRELIÇADA ID	14	0	28	200
L21	TRELIÇADA ID	14	0	28	200
L22	TRELIÇADA ID	14	0	28	200
L23	TRELIÇADA ID	14	0	28	200
L24	TRELIÇADA ID	14	0	28	200
L25	TRELIÇADA ID	14	0	28	100
L26	TRELIÇADA ID	14	0	28	100
L27	TRELIÇADA ID	14	0	28	200
L28	MACIÇA	14	0	28	100
L29	MACIÇA	12	0	28	200
L30	MACIÇA	10	-40	-12	100
LE3	MACIÇA	20	0	28	330

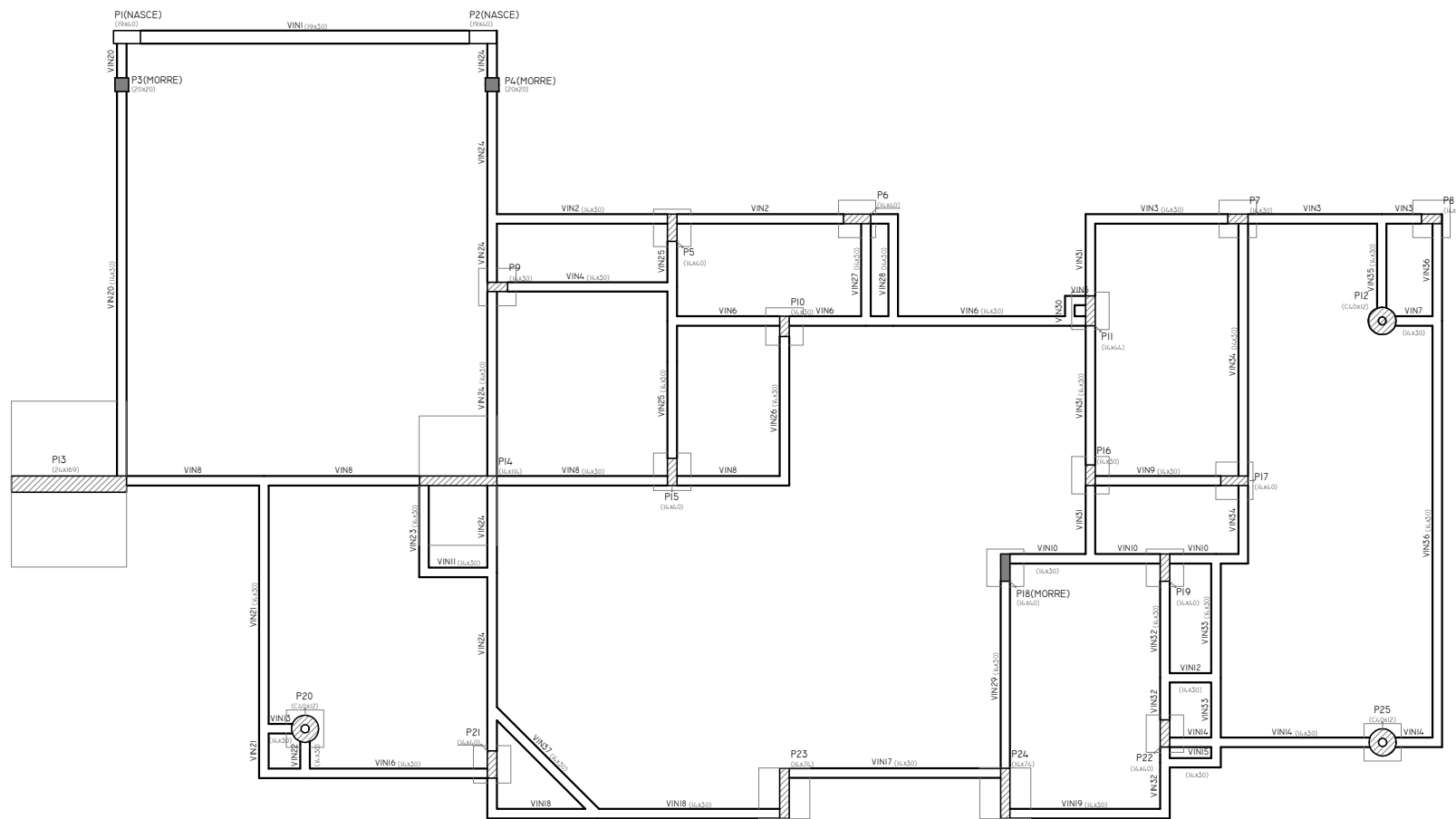
ÁREA DE L.A.JES			
TIPO	ALTURA (cm)	BLOCO DE ENCHIMENTO	ÁREA (m ²)
MACIÇA	10	-	14.03
MACIÇA	12	-	1.50
MACIÇA	14	-	15.68
MACIÇA	20	-	2.66
TRELIÇADA ID	14	B10/30/100	119.91

BLOCOS DE ENCHIMENTO				
DETALHE	TIPO	NOME	TEMPERATURA (cm)	QUANTIDADE
1	EPS UNIDIRECIONAL	B10/50/100	10 - 30 - 100	390

LEGENDA DOS PILARES	
	PILAR QUE MORRE
	PILAR QUE PASSA
	PILAR QUE NASCE
	PILAR COM MUDANÇA DE SEÇÃO

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

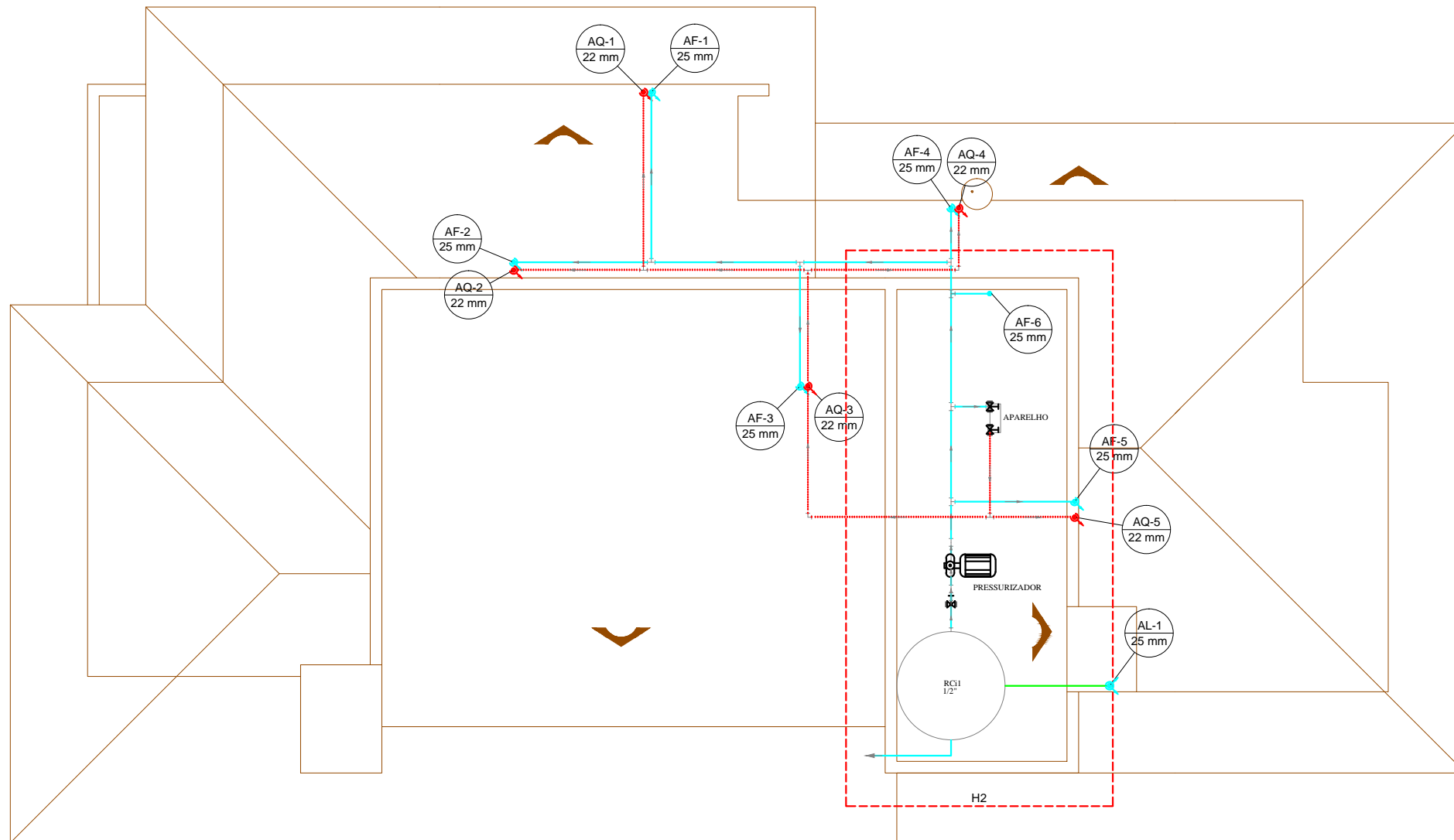
FCk	ECS
(KGF/CM ²)	(KGF/CM ²)
300	268384



NOME	SEÇÃO (cm)	VIGAS	
		ELEVAÇÃO (cm)	NÍVEL (cm)
VIN1	19x30	0	-287
VIN2	14x30	0	-287
VIN3	14x30	0	-287
VIN4	14x30	0	-287
VIN5	14x30	0	-287
VIN6	14x30	0	-287
VIN7	14x30	0	-287
VIN8	14x30	0	-287
VIN9	14x30	0	-287
VIN10	14x30	0	-287
VIN11	14x30	0	-287
VIN12	14x30	0	-287
VIN13	14x30	0	-287
VIN14	14x30	0	-287
VIN15	14x30	0	-287
VIN16	14x30	0	-287
VIN17	14x30	0	-287
VIN18	14x30	0	-287
VIN19	14x30	0	-287
VIN20	14x30	0	-287
VIN21	14x30	0	-287
VIN22	14x30	0	-287
VIN23	14x30	0	-287
VIN24	14x30	0	-287
VIN25	14x30	0	-287
VIN26	14x30	0	-287
VIN27	14x30	0	-287
VIN28	14x30	0	-287
VIN29	14x30	0	-287
VIN30	14x30	0	-287
VIN31	14x30	0	-287
VIN32	14x30	0	-287
VIN33	14x30	0	-287
VIN34	14x30	0	-287
VIN35	14x30	0	-287
VIN36	14x30	0	-287
VIN37	14x30	0	-287

NOME	SEÇÃO (cm)	PILARES	
		ELEVAÇÃO (cm)	NÍVEL (cm)
PI1	19 x 40	0	-287
PI2	19 x 40	0	-287
PI3	20 x 20	0	-287
PI4	20 x 20	0	-287
PI5	14 x 40	0	-287
PI6	14 x 40	0	-287
PI7	14 x 30	0	-287
PI8	14 x 30	0	-287
PI9	14 x 30	0	-287
PI10	14 x 30	0	-287
PI11	14 x 44	0	-287
PI12	CIRC 4,0 x 12	0	-287
PI13	24 x 169	0	-287
PI14	14 x 14	0	-287
PI15	14 x 40	0	-287
PI16	14 x 30	0	-287
PI17	14 x 40	0	-287
PI18	14 x 40	0	-287
PI19	14 x 40	0	-287
PI20	CIRC 4,0 x 12	0	-287
PI21	14 x 40	0	-287
PI22	14 x 40	0	-287
PI23	14 x 74	0	-287
PI24	14 x 74	0	-287
PI25	CIRC 4,0 x 12	0	-287

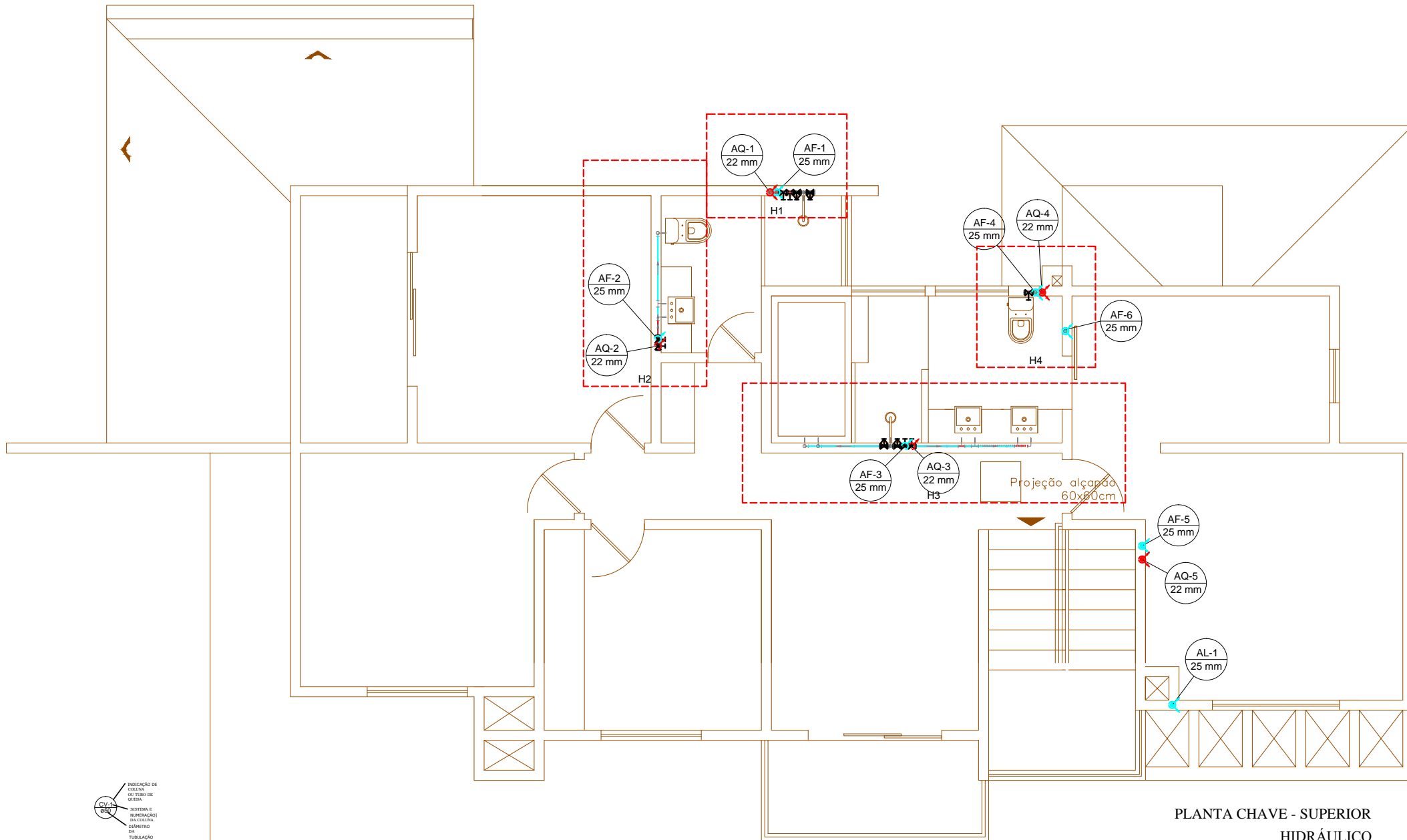
PLANTA CHAVE - N1 (NÍVEL -287)
ESTRUTURAL
Escala 1:75



PLANTA CHAVE - COBERTURA
 HIDRÁULICO
 Escala 1:75

		INDICAÇÃO DE QUEDA DE TUBO DE QUEDA
ÁGUA FRIA	AQ	SISTEMA E NÚMERAÇÃO DA CILINDRA DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO
ÁGUA FRIA	AF	
ALIMENTAÇÃO	AL	
ESGOTO	TQ	(TUBO DE QUEDA)
VENTILAÇÃO	CV	(COLUNA DE VENTILAÇÃO)
ÁGUA PLUVIAL	AP	

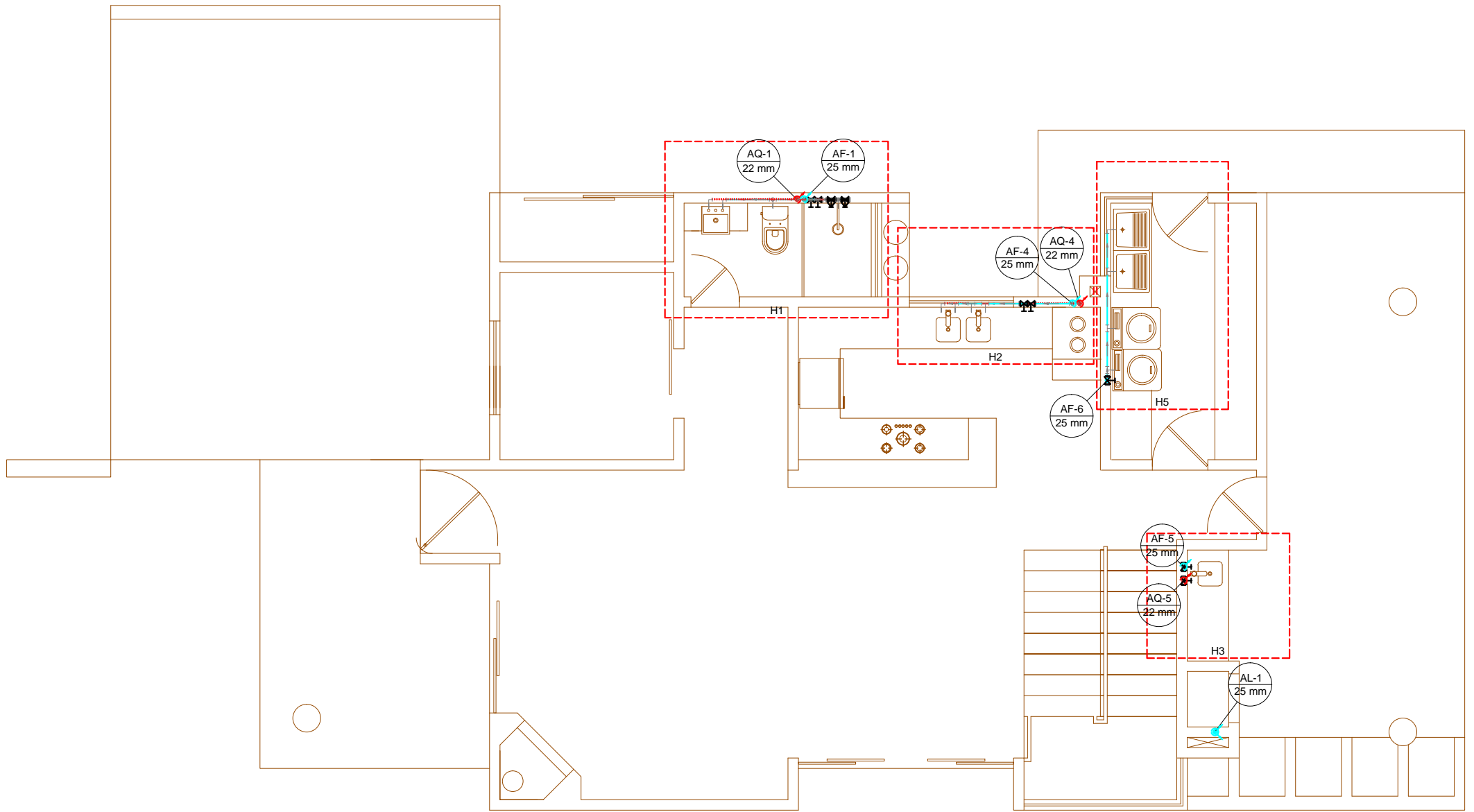
ÁGUA QUENTE
ÁGUA FRIA
ALIMENTAÇÃO
ESGOTO
VENTILAÇÃO
PLUVIAL



- INDICAÇÃO DE
SISTEMA
OU TIPO DE
QUEDA
- CV 1
80
- SISTEMA E
NUMERAÇÃO
DO TUBO
DIÂMETRO
DA
TUBULAÇÃO
- ÁGUA FRIA AQ AQ
 - ÁGUA FRIA AF AF
 - ALIMENTAÇÃO AL AL
 - ESGOTO TQ (TUBO DE QUEDA)
 - VENTILAÇÃO CV (COLUNA DE VENTILAÇÃO)
 - ÁGUA PLUVIAL AP AP

- ÁGUA QUENTE -----
- ÁGUA FRIA -----
- ALIMENTAÇÃO -----
- ESGOTO -----
- VENTILAÇÃO -----
- PLUVIAL -----

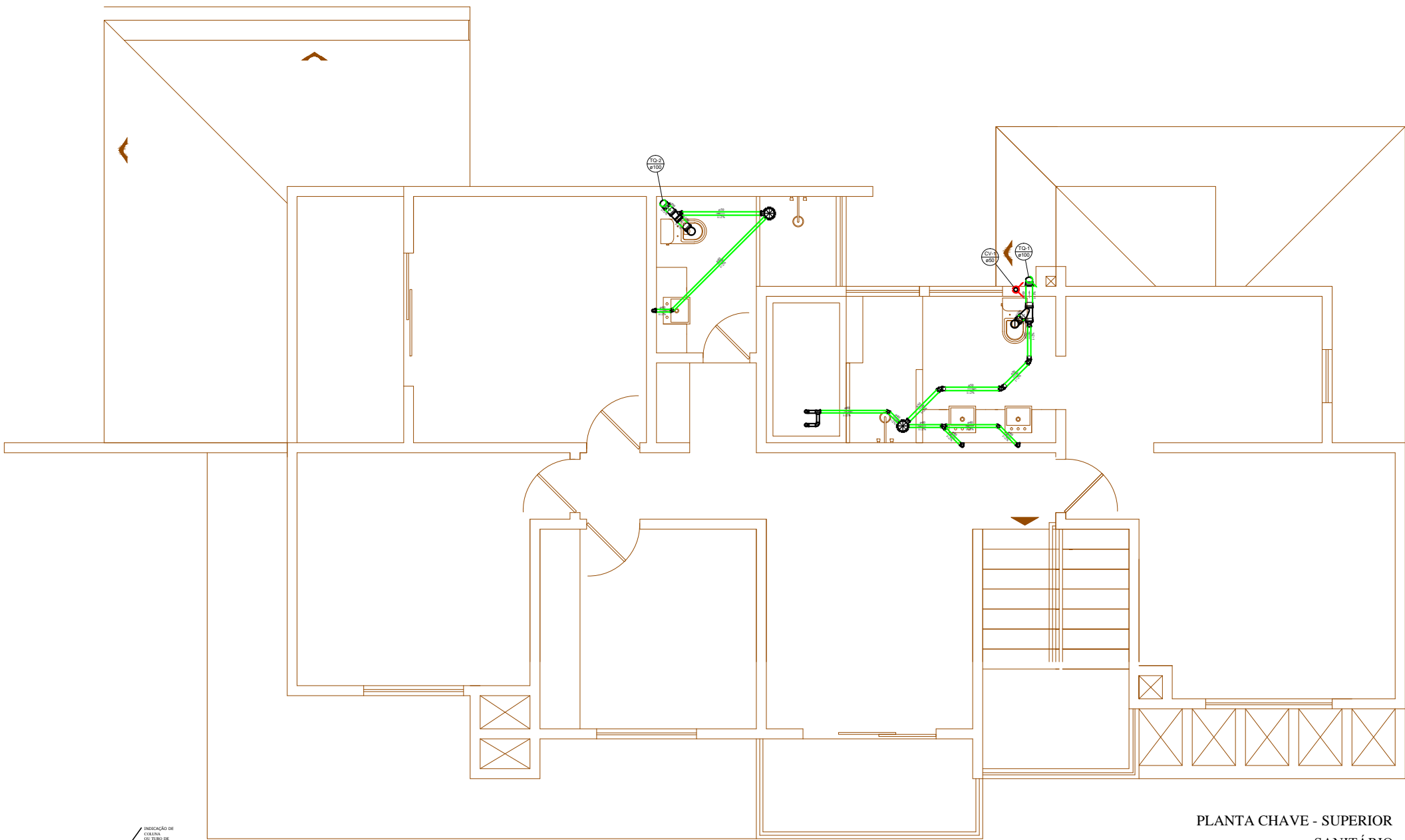
PLANTA CHAVE - SUPERIOR
HIDRÁULICO
Escala 1:75



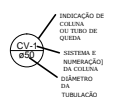
PLANTA CHAVE - TÉRREO
 HIDRÁULICO
 Escala 1:75

- INDICAÇÃO DE COLUNA OU TUBO DE Queda
- INDICADOR DE SISTEMA E NUMERAÇÃO DA COLUNA (DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO)
- ÁGUA FRIA AQ AQ
- ÁGUA FRIA AF AF
- ALIMENTAÇÃO AL AL
- ESGOTO TQ (TUBO DE QUEDA)
- VENTILAÇÃO CV (COLUNA DE VENTILAÇÃO)
- ÁGUA PLUVIAL AP AP

- ÁGUA QUENTE -----
- ÁGUA FRIA -----
- ALIMENTAÇÃO -----
- ESGOTO -----
- VENTILAÇÃO -----
- PLUVIAL -----

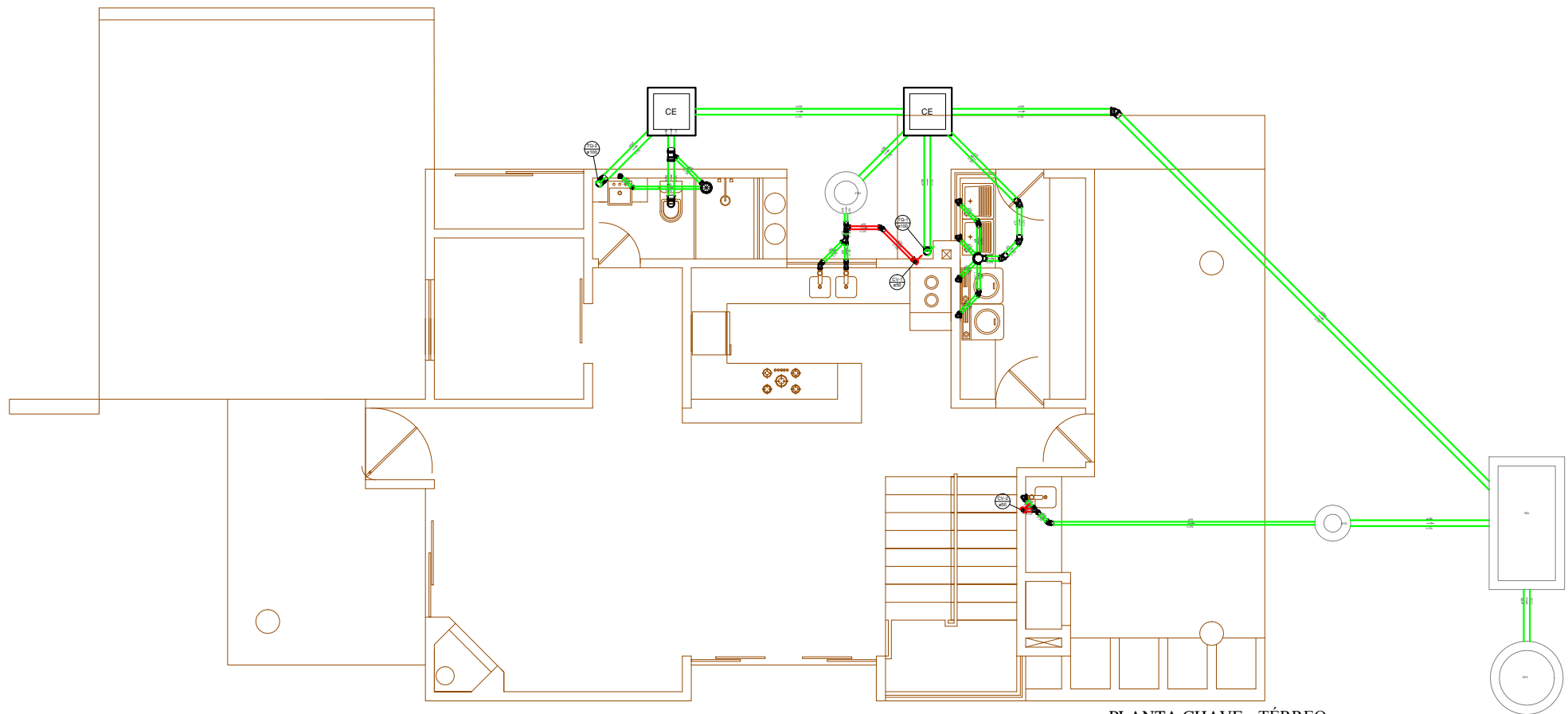


PLANTA CHAVE - SUPERIOR
 SANITÁRIO
 Escala 1:75



ÁGUA FRIA	AQ	AQ
ÁGUA FRIA	AF	AF
ALIMENTAÇÃO	AL	AL
ESGOTO	TQ	(TUBO DE QUEDA)
VENTILAÇÃO	CV	(COLUNA DE VENTILAÇÃO)
ÁGUA PLUVIAL	AP	AP

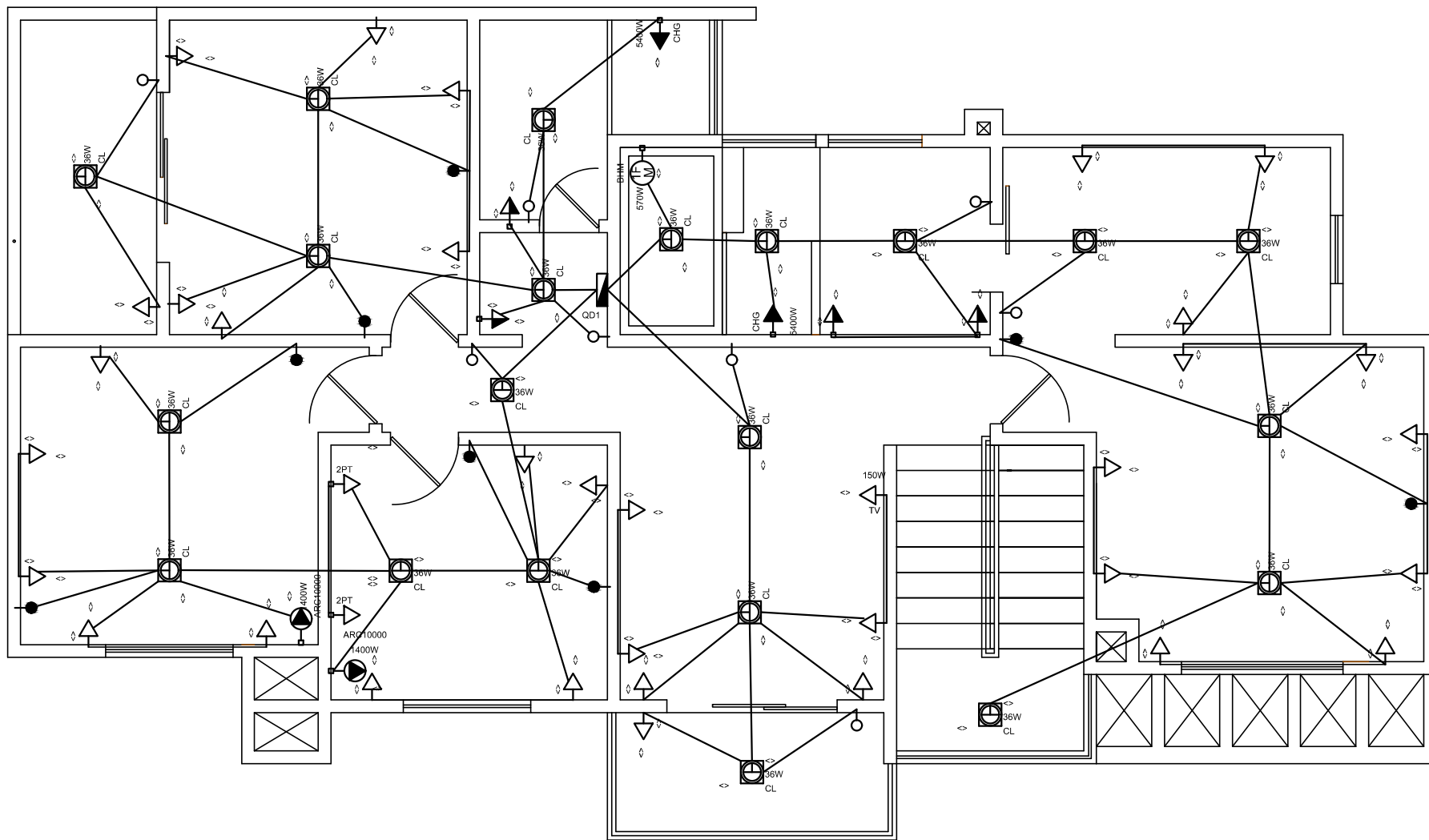
ÁGUA QUENTE	
ÁGUA FRIA	
ALIMENTAÇÃO	
ESGOTO	
VENTILAÇÃO	
PLUVIAL	






PLANTA CHAVE - TÉRREO
SANITÁRIO
Escala 1:100

		INDICAÇÃO DE COLUNA OU TUBO DE QUEDA
		SISTEMA E NUMERAÇÃO DA COLUNA
		DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO
ÁGUA FRIA	AQ	AQ
ÁGUA FRIA	AF	AF
ALIMENTAÇÃO	AL	AL
ESGOTO	TQ	(TUBO DE QUEDA)
VENTILAÇÃO	CV	(COLUNA DE VENTILAÇÃO)
ÁGUA PLUVIAL	AP	AP





ÁGUA QUENTE	—————
ÁGUA FRIA	—————
ALIMENTAÇÃO	—————
ESGOTO	—————
VENTILAÇÃO	—————
PLUVIAL	—————



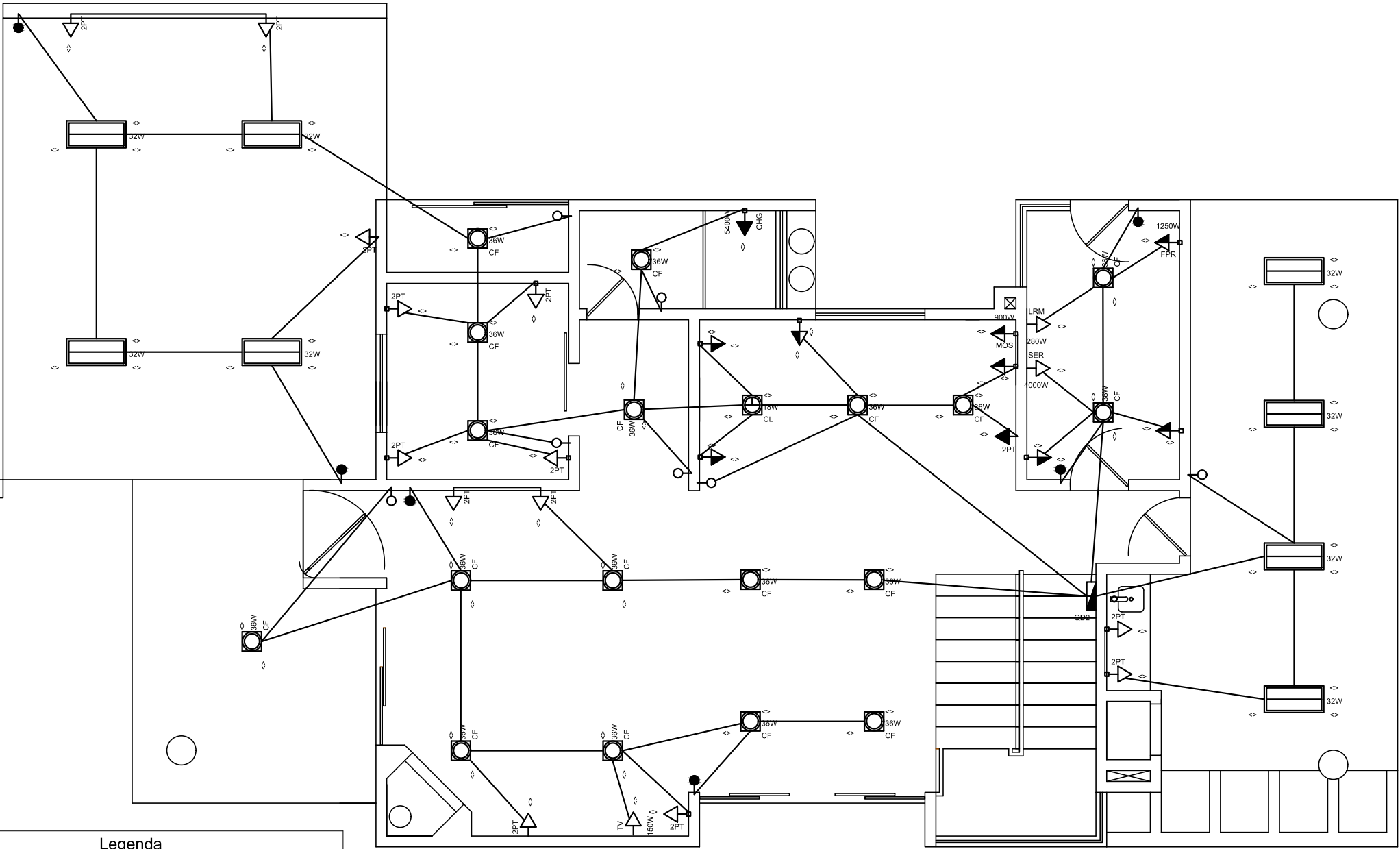
Legenda

-  Tomada hexagonal (NBR 14136) - 2P+T 10 A a 0,30m do piso
-  Tomada hexagonal (NBR 14136) - 2P+T 10 A a 1,10m do piso
-  Tomada hexagonal (NBR 14136) - 2P+T 10 A a 2,20m do piso
-  Tomada hexagonal (NBR 14136) - 2P+T 20 A a 2,20m do piso

Legenda

-  Interruptor paralelo 1 tecla - 1,10m do piso
-  Interruptor simples 1 tecla - 1,10m do piso
-  Luminária p/ lâmp. incand. comum - embutir
-  Quadro de distribuição - embutir a 1,50m do piso

PLANTA CHAVE - SUPERIOR
ELÉTRICO
Escala 1:100



Legenda

	Tomada hexagonal (NBR 14136) - 2P+T 10 A a 0,30m do piso
	Tomada hexagonal (NBR 14136) - 2P+T 10 A a 1,10m do piso
	Tomada hexagonal (NBR 14136) - 2P+T 10 A a 2,20m do piso
	Tomada hexagonal (NBR 14136) - 2P+T 20 A a 2,20m do piso

Legenda

	Interruptor paralelo 1 tecla - 1,10m do piso
	Interruptor simples 1 tecla - 1,10m do piso
	Luminária p/ lâmp. incand. comum - embutir
	Quadro de distribuição - embutir a 1,50m do piso

PLANTA CHAVE - TÉRREO
 ELÉTRICO
 Escala 1:100