

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

PAULA CRISTINA ARAÚJO PINTO

**ANÁLISE DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: ESTUDO DE CASO EM UM
EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR EM JOÃO PESSOA**

**JOÃO PESSOA
2016**

PAULA CRISTINA ARAÚJO PINTO

**ANÁLISE DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: ESTUDO DE CASO EM UM
EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR EM JOÃO PESSOA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal da Paraíba como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Dr. Claudino Lins Nóbrega Júnior

JOÃO PESSOA

2016

FOLHA DE JULGAMENTO

PAULA CRISTINA ARAÚJO PINTO

**ANÁLISE DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: ESTUDO DE CASO EM UM
EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR EM JOÃO PESSOA**

Trabalho de Conclusão de Curso defendido em 13/06/2016 perante a seguinte Banca Julgadora:

Prof. Dr. Claudino Lins Nóbrega Júnior

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Prof. Dr. Hidelbrando Jose Farkat Diógenes

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Prof. Dr. Fábio Lopes Soares

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Prof^a. Dra. Ana Cláudia Fernandes Medeiros Braga
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

Dedico este trabalho à minha família, que em todos os momentos acreditaram, incentivaram e não mediram esforços para que eu concluísse mais esta etapa na minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por todas as bênçãos concedidas em minha vida, iluminando e abençoando meu caminho e me dando o discernimento necessário para vencer todos os obstáculos e concluir mais uma etapa de minha vida.

Ao meu professor e orientador, Claudino Lins, pelos ensinamentos, atenção e auxílio durante toda a elaboração deste trabalho.

Aos meus pais Paulo e Sandra, por toda a confiança e incentivo durante todo o período de curso, não medindo esforços para me dar todo o suporte necessário e me engrandecer tanto como pessoa quanto como profissional. Às minhas irmãs, Aline, Polyana e Sophia, por todo amor e ajuda durante a vida. À toda a minha família pelo carinho e incentivo dado durante o período do curso.

Ao meu namorado, Társio, por todo o apoio e companheirismo, sempre mostrando orgulho pelo meu esforço e me ajudando a enxergar que com otimismo e dedicação tudo daria certo.

Ao amigo Tiago, pela atenção e disponibilização de todo o material necessário para o estudo de caso da seguinte monografia, sempre me orientando com toda paciência possível.

À minha amiga Lara, fiel companheira que a universidade me presenteou, que compartilhou comigo a conquista de cada etapa do nosso curso, chegando juntas também nesta etapa.

Às amigas que também conquistei durante a universidade e pretendo levar para toda a vida e aos velhos amigos pela compreensão nos momentos de ausência.

RESUMO

A indústria da construção civil busca, de modo constante, fomentar o setor de edificação, seja por meio do desenvolvimento e aperfeiçoamento dos serviços oferecidos, seja pela redução do tempo e dos custos investidos naquele. No contexto da obra propriamente dita, grande parte dos atrasos e custos adicionais relativos aos extras são gerados por adversidades durante o processo de elaboração do projeto, em que habitualmente surgem conflitos entre os projetos arquitetônicos e seus complementares, fato que gera interferência na hora da execução, implicando, obrigatoriamente, no retrabalho. É diante dessa problemática que manifesta-se a proposta da compatibilização de projetos, estratégia que pode ser realizada de diversas maneiras, permitindo o saneamento dos citados conflitos, proporcionando melhoria na qualidade do empreendimento e reduzindo os custos. Este estudo apresenta, portanto, em um primeiro momento, uma revisão bibliográfica abordando os conceitos a respeito de compatibilização de projetos e a sua aplicação e em um segundo momento, analisa um estudo de caso constituído pelos projetos arquitetônico, estrutural, elétrico e hidrossanitário do pavimento tipo de um edifício multifamiliar, localizado na cidade de João Pessoa, apontando as incongruências existentes e propondo soluções para torná-los compatíveis.

Palavras-chave: Coordenador de projetos, Otimização, Compatibilização.

ABSTRACT

The construction industry seeks, constantly, to foster the edification sector, whether through development and enhancement of the services offered, whether through reducing time and costs invested in construction. Within the context of construction site, per se, the majority of delays and extra costs for the work are generated by setbacks during the design process, where conflicts between the architectural designs and their complementaries are usually found, fact that generates interference in execution time and requiring, necessarily, a rework. It is within this issue that the compatibility of projects expresses itself. On this issue, the proposal of making designs, which can be done in several ways, seeking to avoid such conflicts, providing enterprise quality improvement and cost reduction. The present work presents, primarily, a literature review that covers concepts regarding the compatibility of projects and their implementation, and, subsequently, introduces a case study with the architectural projects and complementaries to the floor type of a multi-family building, in the city of João Pessoa, pointing out inconsistencies and solutions to make the projects compatible with each other.

Key-words: Design coordinator, Optimization, Compatibilization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de uma equipe de projeto.....	20
Figura 2 - Proposta de gerenciamento de compatibilização.....	21
Figura 3 - BIM e o ciclo de vida da edificação.....	23
Figura 4 -Fachada frontal e lateral direita.....	27
Figura 5 - Legenda do projeto elétrico.....	29
Figura 6 - Detalhe do conflito entre cozinha e pilar parede do elevador.....	30
Figura 7 - Detalhe dos conflitos entre comprimento de vigas e laje.....	32
Figura8 - Detalhe dos conflitos entre viga (V26) laje(L7) e shaft.....	32
Figura 9 - Detalhe dos conflitos entre laje (L3) e shaft.....	32
Figura 10 - Detalhe dos conflitos entre pilar e tomada da cozinha.....	34
Figura 11 - Detalhe dos conflitos entre layout dos quartos da da arquitetura e elétrico.....	34
Figura 12 - Detalhe dos conflitos entre layout do banheiro da arquitetura e elétrico.....	34
Figura13-Detalhe os conflitos entre layout do banheiro da arquitetura e hidrossanitário.....	36
Figura 14 - Detalhe dos conflitos entre pilar e pia de cozinha.....	36
Figura 15 - Detalhe dos conflitos entre posições da bacia sanitária.....	36

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Gráfico 1 - Motivos das ocorrências de patologias em edificações.....	15
Tabela 1 - Etapas de projeto de acordo com AsBEA.....	16
Tabela 2 - <i>Softwares</i> BIM.....	24
Tabela 3 - Compatibilização entre projetos arquitetônico e estrutural.....	31
Tabela 4 - Compatibilização entre Projeto Arquitetônico, Projeto Estrutural e Projeto Elétrico.....	33
Tabela 5 - Compatibilização entre Projeto Arquitetônico e Projeto Hidrossanitário.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

AsBEA Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura

BIM *Building Information Modeling*

CAD *Computer Aided Design*

E.S. Engenharia Simultânea

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Contextualização	12
1.2 Problemática.....	12
1.3 Justificativa	13
1.4 Objetivos.....	13
1.4.1 Objetivo Geral.....	13
1.4.2 Objetivos Específicos	14
1.5 Estrutura do Trabalho.....	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 Projeto.....	15
2.2 Compatibilização de Projetos	17
2.2.1 Conceito	17
2.2.2 Importância	17
2.2.3 Métodos	18
2.2.3.1 Coordenação de projetos e engenharia simultânea.....	18
2.2.3.2 Desenvolvimento Integrado de Projetos	21
2.2.3.2.1 Sistema CAD.....	21
2.2.3.2.2 Tecnologia BIM.....	22
3 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	25
3.1 Levantamento de Dados	25
3.2 Estudo de Caso.....	25
3.3 Análise de Dados.....	25
4 RESULTADOS	26
4.1 Estudo de Caso.....	26
4.1.1 Caracterização do empreendimento	26
4.1.2 Caracterização do projeto estrutural.....	27
4.1.3 Caracterização do projeto hidrossanitário	27
4.1.4 Caracterização do projeto elétrico.....	28
4.1.5 Análise dos projetos	28
4.1.5.1 Projeto arquitetônico.....	28
4.1.5.2 Projeto arquitetônico x Projeto estrutural	29
4.1.5.3 Projeto arquitetônico x Projeto elétrico x Projeto estrutural	32

4.1.5.4 Projeto arquitetônico x Projeto hidrossanitário.....	34
4.2 Soluções Adotadas.....	36
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
APÊNDICE	41
Apêndice A: Questionário	41
Apêndice B: Plantas de Compatibilização	44

A658a Pinto, Paula Cristina Araújo

Análise de compatibilização de projetos: estudo de caso em um edifício multifamiliar em João Pessoa/PB. / Paula Cristina Araújo Pinto. / João Pessoa, 2016.

50f. il.:

Orientador: Prof. Dr. Claudino Lins Nóbrega Júnior

Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Civil) CGEC. Campus I - UFPB / Universidade Federal da Paraíba.

1. Coordenador de projeto. 2. Otimização. 3. Compatibilização
I. Título.

BSCT/UFPB

CDU:2.ed. 621.3 (043)

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Segundo Nascimento (2013), as perdas na construção civil não se referem apenas às perdas materiais, este conceito também pode ser estendido para qualquer gasto além do planejado, a exemplo de dispêndios com materiais, equipamentos, mão de obra e capital. Ademais, tais perdas aumentam os custos e, sobretudo, reduzem a qualidade do produto final. Dessa forma, é apenas por intermédio de uma análise aprofundada do processo produtivo de projetos e um acompanhamento de uma compatibilização adequada, que a redução dos gastos é de fato obtida. Para isso, é necessário, ainda, a inter-relação entre os diversos profissionais envolvidos na construção da edificação, quais sejam, os arquitetos, os engenheiros, os fornecedores, os investidores e até o consumidor final.

Uma etapa importante desta integração, que possui como objetivo a otimização dos custos e a melhoria da qualidade final do produto, é a chamada compatibilização de projetos, cujo processamento pode ser feito de várias formas. Assim, a compatibilização de projetos se realiza por meio da presença de um coordenador de projetos, que irá atuar como mediador nos momentos em que o contato entre os profissionais envolvidos, por intermédio do uso dos mais avançados softwares, que servem como apoio, facilitando tal processo para o projetista.

Para a otimização dos serviços prestados, as empresas da construção civil vêm adotando cada vez mais a prática de compatibilização, com o objetivo de obter uma maior eficiência no processo produtivo (DOLABELA E FERNANDES, 2014).

1.2 Problemática

Não é muito difícil encontrarmos diversos casos de incompatibilidade em obras de engenharia - pilares em posições inapropriadas, pontos de iluminação e de tomada coincidindo com elementos estruturais, tubulações hidrossanitárias fora de prumada, entre outros. O surgimento desses problemas durante a fase de execução ocorre devido à falta de compatibilização dos projetos.

De acordo com Dolabela e Fernandes (2014), a maioria das empresas do ramo da construção civil não pensam a longo prazo, resultando em retrabalho e possíveis manutenções no futuro, reduzindo, assim, o lucro que era esperado. Como efeito, são gerados acréscimos nos

custos, atrasos no cronograma, bem como a redução da qualidade dos serviços e o aumento de aparecimento de patologias.

Segundo Callegari et al (2007), a ausência da compatibilização de projetos leva a erros e custos extras, ocasionando em decisões equivocadas durante a obra e reduzindo tanto a qualidade do produto como a eficiência do processo.

1.3 Justificativa

Diante dos diversos problemas encontrados durante o processo produtivo da construção civil, é indicado buscar uma solução viável e econômica que vise a redução de tempo, custo e material e que detecte as inconsistências no decurso da elaboração do projeto.

Diversos erros podem ser evitados caso o planejamento seja adequado, as etapas do empreendimento sejam respeitadas e ocorra investimentos na fase em que existe a maior ocorrência de falhas, qual seja, a de elaboração dos projetos (Dolabela e Fernandes, 2014).

Nesse contexto, Santos *et al* (2013) expõe que o desperdício produz efeitos no que diz respeito ao preço final do empreendimento e esse desperdício é normalmente causado por erros de diversos aspectos de planejamento, dentre eles as falhas nos projetos. Diante disso, este estudo pode comprovar que o custo extra com retrabalho pode ser de até 5% do valor previsto inicialmente.

Portanto, o presente trabalho pretende trazer contribuições para a indústria da construção civil e para a comunidade acadêmica, objetivando ampliar os conhecimentos de causas sobre compatibilização de projetos, para assim reduzir incompatibilidades em projetos regionais.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Analisar e determinar o desenvolvimento de compatibilização de projetos arquitetônico, estrutural, elétrico e hidrossanitário em um edifício multifamiliar com 34 pavimentos.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Sobrepor e examinar os projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétricos;
- Identificar problemas e conflitos entre projetos;

- Sugerir solução para as incompatibilidades presentes;
- Propor sugestões para evitar posteriores incompatibilidades em situações semelhantes.

1.5 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos.

O primeiro capítulo se refere à parte introdutória, apresentando uma breve contextualização sobre o assunto que será abordado. Também é exposto neste capítulo a apresentação da problemática e justificativa, bem como os objetivos gerais e específicos traçados para o apropriado desenvolvimento do trabalho.

O segundo capítulo explana a fundamentação teórica a respeito do tema, versando sobre os conceitos de projeto, compatibilização de projetos, bem como a pormenorização dos métodos utilizados para efetivar a compatibilização. Apresenta, também, algumas ferramentas para o uso desses métodos, como o sistema CAD e a tecnologia BIM, formando a parte teórica do trabalho.

O terceiro capítulo exhibe a metodologia utilizada na pesquisa, mostrando como será feito o levantamento de dados, o estudo de caso e a devida análise dos projetos. No que tange ao quarto capítulo, pretende-se expor os resultados encontrados a partir da análise do estudo de caso, em um cenário posterior ao emprego da compatibilização entre os projetos arquitetônicos e os seus complementares, exibindo planilhas que constam tanto as incompatibilidades, quanto as sugestões para solucionar os problemas.

O quinto e último capítulo, apresenta a conclusão do trabalho de acordo com os resultados obtidos na pesquisa, bem como sugestões para os futuros trabalhos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Projeto

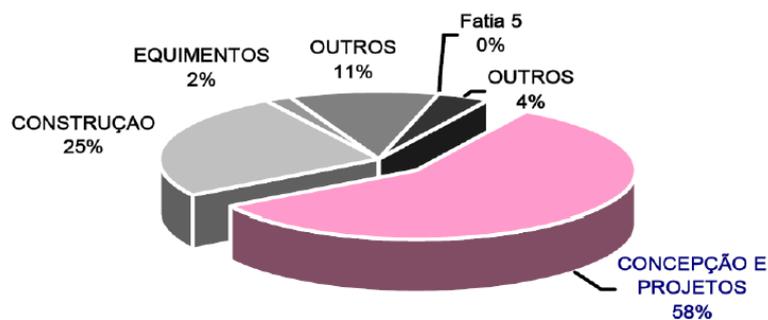
O processo de projeto se refere à etapa de planejamento, simulando a realidade que será construída e se tornando, por conseguinte, referencial para a sua execução (Ávilla, 2011).

De acordo com Nascimento (2014), o desenvolvimento dos projetos necessários para a construção da edificação deve ser entendido como um investimento e não como um custo adicional, afinal, é na fase de projetos que se detecta as dificuldades de execução, possibilitando o seu saneamento antes do início da obra e evitando retrabalhos no futuro. Nascimento (2014) também dispõe que o projeto é como a “espinha dorsal” do empreendimento, devendo ser estudado durante o seu desenvolvimento, para proporcionar uma racionalização da construção.

Segundo Novaes (2016), o projeto possui duas faces: uma tecnológica, relacionada “às soluções presentes nos detalhamentos dos vários projetos elaborados”; e outra gerencial, por se tratar de um processo composto por fases distintas que solicitam vários fatores e responsabilidades - tanto no âmbito técnico, quanto econômico -, assim como o cumprimento dos prazos.

A qualidade no processo de produção de projetos resulta em um aumento tanto na qualidade do objeto final quanto na eficiência deste processo produtivo (Silva, 2008). Ávilla (2011) afirma que é necessário dar uma atenção especial à etapa de projeto, pois esta etapa exerce extrema influência sobre o produto final. Assim, um maior tempo dedicado à etapa de projetos resulta na diminuição de falhas e retrabalhos, reduzindo, conseqüentemente, os custos. Afirma, ainda, que uma atenção especial à esta fase pode evitar a ocorrência de diversas patologias, como pode ser visto no gráfico 01.

Gráfico 01 – Motivos das ocorrências de patologias em edificação



Fonte: Abrantes *apud* Maciel; Melhado (2005) *apud* Ávilla (2011).

Segundo Duarte e Salgado (2002, p.66), “a tarefa de elaboração de um projeto de edifícios compreende diversas etapas com características próprias, interagindo com diferentes agentes e voltadas para um determinado objetivo”. Podemos ver na tabela 1 montada por Duarte e Salgado (2002), as etapas de projeto.

Tabela 1 – Etapas de projeto de acordo com AsBEA.

ETAPAS DE PROJETO				
ETAPAS	OBJETIVOS	CARACTERÍSTICAS	AGENTES ENVOLVIDOS	
Levantamento de dados	Obtenção de um conjunto de informações capaz de delinear o objeto e proporcionar elementos para estudo de viabilidade técnico-legal e econômica.	Tem como produto final relatório com dados abrangentes tais como: definições dos elementos básicos, informações legais e características geográficas e ambientais do local.	Cliente, arquiteto, topógrafo, emp. de sondagens	
Estudo Preliminar	A partir do levantamento de dados tem por objetivo apresentar soluções para o partido arquitetônico (permitindo inclusive uma apreciação da solução estrutural, das instalações e um pré-orçamento da obra) e obter a aprovação inicial do cliente para continuação do processo.	Tem como produto final plantas (baixas, de situação, cortes esquemáticos, etc.) e memorial contendo características gerais da edificação.	Cliente, arquiteto e eventuais consultores que se façam necessários	
Anteprojeto	Resultado final da solução arquitetônica proporcionando um conjunto de informações técnicas necessárias ao inter-relacionamento dos demais projetos e suficientes à elaboração de estimativas de custos, prazos e consultas prévias aos órgãos competentes.	Tem como produtos finais plantas (baixas de todos os pavimentos, situação e cortes) e definições da concepção visual externa (fachada e acesso) e interna (principais acabamentos e equipamentos) do produto.	Cliente, arquiteto, gerenciador, projetistas complementares e eventuais consultores	
Projeto legal	Obter licenças e alvarás da obra, de acordo com as normas vigentes.	Tem como produto final dossiê com os documentos exigidos para aprovação legal da edificação.	Cliente, arquiteto, órgãos licenciadores	
Projeto executivo	Pré-execução	Desenvolver de forma mais profunda o anteprojeto, incorporando dados reais pertinentes a todos os elementos (medidas conferidas do terreno, adequação ao formato dos componentes que serão utilizados, etc.) funcionando como centro distribuidor de informações.	Tem como produto final um conjunto de plantas de várias naturezas, que será distribuído para todos os profissionais envolvidos contendo informações capazes de alimentar todos os projetos complementares.	Cliente, arquiteto, gerenciador, projetistas complementares e consultores
	Projeto básico	Suprir de informações uma eventual licitação antes do término do projeto executivo.	Tem como produto final um conjunto de plantas capazes de definir a obra possibilitando sua contratação por terceiros e que deverá ser sucedido pelo projeto de execução para sua realização.	Cliente, arquiteto e gerenciador

Compatibilização e coordenação	Objetiva verificar as interfaces entre todos os projetos e sistemas e analisar as alternativas e diretrizes dos mesmos	Tem como produtos finais, relatórios contendo observações e critérios das avaliações e plantas comentadas onde devem estar assinaladas as correções e ajustes necessários	Cliente, arquiteto, gerenciador, projetistas complementares e consultores
Caderno de especificações	Objetiva relacionar todos os dados técnicos e informações detalhadas dos materiais que serão utilizados.	Tem como produto final relatórios que não suscitem dúvidas a respeito de qualquer componente ou material especificado (quer seja dimensão, texturas, cores, modelos, etc.)	Cliente, arquiteto, gerenciador e consultores
Projeto de execução	Proporcionar a exata execução técnica e artística da edificação.	Tem como produto final um conjunto de documentos (listagens e plantas de diversas naturezas) comprometidos com a real execução da obra e que seja legível por todos os profissionais envolvidos no empreendimento.	Cliente, arquiteto, gerenciador, projetistas complementares e consultores
Detalhamento	Complementar o projeto de execução, acoplado detalhes construtivos necessários a um melhor entendimento da obra.	Tem como produto final plantas de todos os elementos que necessitem ser detalhados em escalas compatíveis com as informações que serão passadas.	Cliente, arquiteto, gerenciador, projetistas complementares e consultores

Fonte: Duarte e Salgado (2002, p.66)

2.1 Compatibilização de Projetos

2.2.1 Conceito

“Compatibilização de projetos é a atividade que torna os projetos compatíveis, estabelecendo soluções integradas entre as diversas áreas que tornam um empreendimento factível” (SOUSA JUNIOR et al, 2014, p.3238).

A compatibilização de projetos tem por objetivo principal a otimização de custos, tempo e qualidade da obra. Busca, em adição, auxiliar nas manutenções, além de detectar e consertar as falhas de incoerências geométricas, presentes nos ambientes da edificação, englobando tanto o projeto arquitetônico, quanto os seus complementares (DOLABELA E FERNANDES, 2014).

Segundo Mikaldo Jr e Scheer (2008), compatibilização de projetos se trata de uma atividade responsável por proporcionar, conjuntamente, soluções entre os variados setores responsáveis pela concretização do empreendimento. Mikaldo Jr e Scheer (2008, p.5), 'veem a compatibilização como “uma ferramenta que pode remediar a falta de integração entre a equipe e as tarefas”.

De acordo com Ávila (2011), a compatibilização é vista como uma ferramenta indispensável ao desenvolvimento de projetos, tendo em vista identificar e excluir os problemas ainda na etapa de concepção do projeto, promovendo assim diminuição nos custos, prazos, além de aumentar a qualidade do empreendimento.

Para Sousa (2010) a compatibilização vai além de sobrepor projetos, ela está diretamente ligada com o processo de desenvolvimento desses.que, segundo ele é composto por três fatores: a gerência; a coordenação; e a compatibilização em si. Esta última é a responsável por encontrar falhas ligadas à interferências e incoerências entre os elementos da obra.

2.2.2 Importância

Dolabela e Fernandes (2014) fizeram um estudo de caso de compatibilização de projetos, em que se identificava os problemas de incompatibilidade e os custos adicionais, o tempo perdido e a redução de qualidade do empreendimento, produtos da ausência, a priori, de compatibilização.

Com apenas 03 (três) casos de incompatibilizações citados, foi possível observar um gasto de R\$ 62.441,00 (sessenta e dois mil, quatrocentos e quarenta e um reais). Contudo, caso esses problemas tivessem sido diagnosticados em período de projeto, o custo total seria de R\$6.000,00 (seis mil reais). Com a elaboração de um projeto compatibilizado, percebe-se, portanto, uma economia de R\$ 56.441,00,00 (cinquenta e seis mil quatrocentos e quarenta e um reais), um gasto extra equivalente à 940% do custo real.

Além disso, deve-se observar se estes projetos já estão compatibilizados, para isso é indicada a presença do coordenador de projetos, que irá se responsabilizar pela compatibilização e à quem será imputado o dever de desempenhar a função de elo de contato entre as diversas partes envolvidas - os engenheiros, os técnicos, os arquitetos, os construtores e os clientes - e o objeto final, que é a própria obra.

Segundo Melo (2014), faz-se necessário a ocorrência de uma mudança de pensamento por parte dos profissionais do setor da construção civil, afinal, estes estão habituados a solucionar os problemas apenas na fase de execução, o que gera aumento de custos diretos e indiretos, além de atrasos no cronograma. Porém, mediante a compatibilização de projetos das variadas disciplinas, os erros seriam identificados de forma antecipada, evitando esses custos adicionais

2.2.3 Métodos

2.2.3.1 Coordenação de projetos e engenharia simultânea

O surgimento de novas tecnologias contribuiu para acentuar a complexidade dos projetos necessários à execução da obra, conferindo-lhes, porquanto, forma mais detalhada. Tal fato resulta em novos desafios para a indústria da construção civil, ratificando, assim, a necessidade de um profissional responsável pela coordenação desses projetos, exercendo o papel de organizar e intermediar o contato entre os diversos profissionais envolvidos durante a sua concepção.

Silva (2008), sugere que para a produção de edifícios mais complexos e, concomitantemente, de melhor qualidade, faz-se mister a incorporação de um coordenador de projetos eficiente e, para que sejam atingidas as metas desejadas, a presença deste é necessária desde o processo de produção,

Ainda segundo Silva (2008), o papel do coordenador de projetos é fundamental para gerir o processo de forma eficiente, afinal, sua função é procurar suprir os objetivos e diretrizes do empreendimento, como também integrar da maior forma possível os envolvidos no processo produtivo destes projetos.

Segundo Mikaldo Jr e Scheer (2008, p.5), “a solução para um projeto eficiente e racional está ligado diretamente a eficiência da integração das pessoas e tarefas por estas realizadas. ”

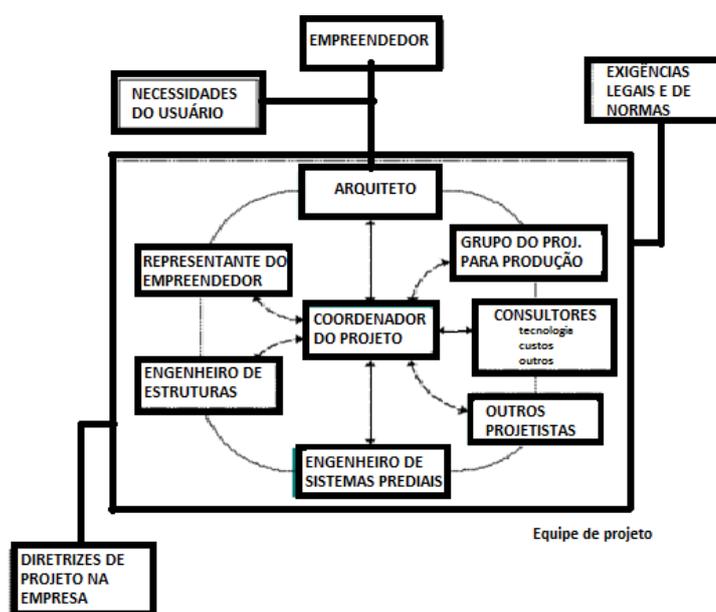
De acordo com Nóbrega Junior e Melhado (2013), o coordenador de projetos aparece como estimulador para a relação e contribuição entre os envolvidos no processo de projeto, sendo também responsável pelos resultados positivos e soluções adotadas. Nesse contexto, sugerem que deve haver uma garantia de que o profissional esteja preparado para executar todas as funções incumbidas a um coordenador de projetos.

Dessa forma, Nóbrega Junior e Melhado (2013) citam a coordenação como sendo uma área complexa e mutável, definindo que as pessoas necessitam possuir um leque de habilidades para garantir eficiência no seu trabalho, sugerindo, então, algumas funções para o coordenador de projetos. Quais sejam:

- Dar início ao processo de projeto;
- Fazer o planejamento do processo;
- Fazer também a gerencia da equipe de projeto;
- Assegurar que as soluções adotadas por diversos projetistas sejam compatíveis;
- Ter o controle do fluxo de informações entre projetistas

A figura 1 ilustra uma proposta de atuação dos diversos profissionais envolvidos com a produção de um empreendimento, bem como explana como deve ser a atuação destes profissionais e qual o vínculo entre eles. É fácil perceber que a figura do coordenador de projetos é fundamental para a equipe, pois ele sistematiza a comunicação entre os envolvidos, objetivando a otimização do produto final.

Figura 1: Modelo de uma equipe de projeto

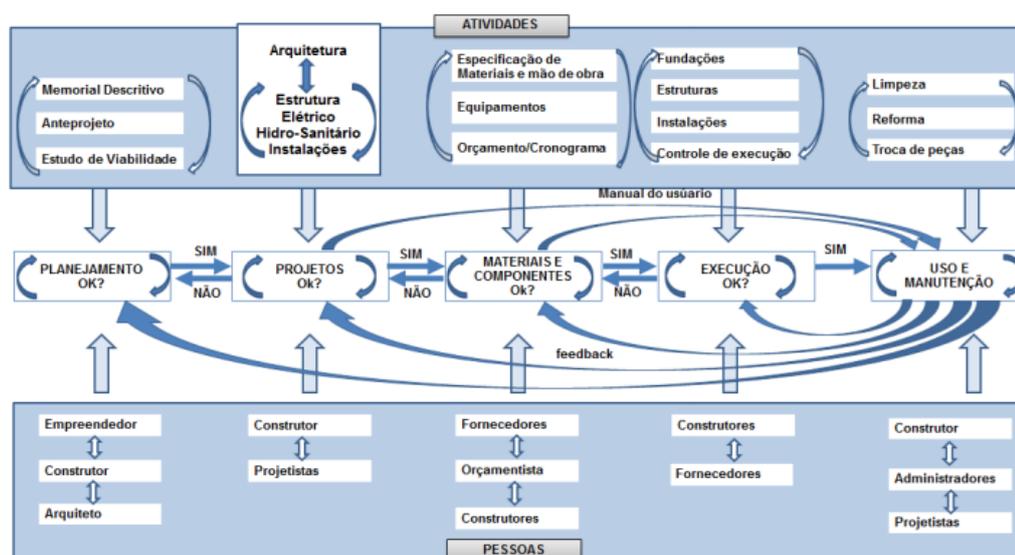


Fonte: Melhado (1994) *apud* Fabricio e Melhado (2000)

Para que possa adquirir um projeto, suprimindo todos os requisitos solicitados, bem como atendendo ao cumprimento de tempo e de custos previstos, faz-se imprescindível que o coordenador de projetos preencha os requisitos necessários para tal função, possuindo conhecimento, competência e habilidades suficientes, tanto no âmbito pessoal quanto técnico (NÓBREGA JUNIOR e MELHADO, 2013).

Santos *et al* (2013), em sua pesquisa, também sugere uma proposta para o gerenciamento de compatibilização de projetos, para empreendimentos da construção civil, como mostra a figura 2.

Figura 2: Proposta de gerenciamento de compatibilização



Fonte: Santos *et al* (2013)

Assim como as tecnologias e os maiores detalhamentos, oriundos da evolução dessa, solicitaram uma coordenação de projetos, destaca-se, de igual modo, a indispensabilidade da sincronia e da simultaneidade durante a produção destes projetos, que assegura-se mediante o contato direto dos diversos profissionais envolvidos no processo produtivo, caracterizando, assim, o conceito da chamada Engenharia Simultânea (E.S.).

Segundo Fabricio e Melhado (1998), graças à E.S., as empresas estão conseguindo aumentar sua capacidade de maturação no surgimento de tecnologias, gerando, dessa forma, produtos mais competitivos. Os autores apontam alguns pontos comuns da Engenharia Simultânea que podem ser transferidos para o conceito de Projeto Simultâneo, são eles:

- Realização em paralelo de várias “etapas” do processo de desenvolvimento de produto;
- Desenvolvimento do processo de produção simultaneamente à concepção e projeto do produto;
- Integração no projeto de visões de diferentes agentes do processo de produção, conformando equipes de projetos multidisciplinares;
- Orientação para a satisfação dos clientes e usuários.

Para que os projetos sejam produzidos de forma simultânea, é necessária uma aproximação entre construtoras e projetistas, em virtude, primordialmente, de a qualidade final do projeto ser determinante para a sua materialização, isto é, para a construção do empreendimento, bem como para a sua venda e manutenção. A ação de projeto simultâneo se

constitui em uma produção voltada para o desenvolvimento da edificação em todas as suas faces, necessitando, assim, de uma maior atenção para revisões, um maior tempo de projetos e, conseqüentemente, maiores custos. (FABRICIO e MELHADO,1998).

Portanto, para a execução do que chamamos de projeto simultâneo, é necessário que haja uma aproximação da construtora com os projetistas, isto é, a cooperação entre as equipes de várias disciplinas, que irão criar os projetos de forma simultânea e integrada, e o uso de tecnologias para a produção desses projetos, para facilitar o compartilhamento de informações e influências entre os projetistas envolvidos no processo. (FABRICIO e MELHADO,1998).

2.2.3.2 Desenvolvimento Integrado de Projetos

2.2.3.2.1 Sistema CAD

De acordo com Leão (2016), CAD significa *Computer Aided Design*, que nada mais é do que um desenho assistido por computador, em língua portuguesa. Afirma, igualmente, que o CAD surge como um facilitador do processo de manufatura, auxiliando na criação, modificação e otimização de projetos.

O uso da ferramenta CAD permitiu aos engenheiros uma economia significativa de tempo, visto que, em razão dessa, é possível que o projeto seja desenvolvido através de programas de computador, deixando ferramentas como lápis e papel de lado, e permitindo, de modo equivalente, a sobreposição de projetos em formato digital.

Segundo Sousa (2010), o CAD proporcionou melhorias notórias para a concepção e gestão de projetos, posto que o seu uso oferece ao projetista o crescimento da produtividade e a conexão das interfaces, gerando assim, uma visão mais destrinchada das soluções adotadas, do desenvolvimento da sequência executiva e das etapas da execução.

A compatibilização de projetos com programas CAD 2D se torna uma opção menos cansativa do que a sobreposição de projetos de forma manual, porém, ainda é vista como limitada, uma vez que os desenhos não permitem a visualização completa dos detalhes de planta, cortes e fachadas (GONÇALVES JR, 2016).

O pensamento de que o sistema CAD é ultrapassado se dá pelo fato de a identificação dos objetos, pelo programa, ser processada apenas por um conjunto de símbolos e formas geométricas. Assim, cabe ao projetista identificar os erros e incompatibilidades de maneira visual, sendo a função do programa limitada à representar graficamente os desenhos.

2.2.3.2.2 Tecnologia BIM

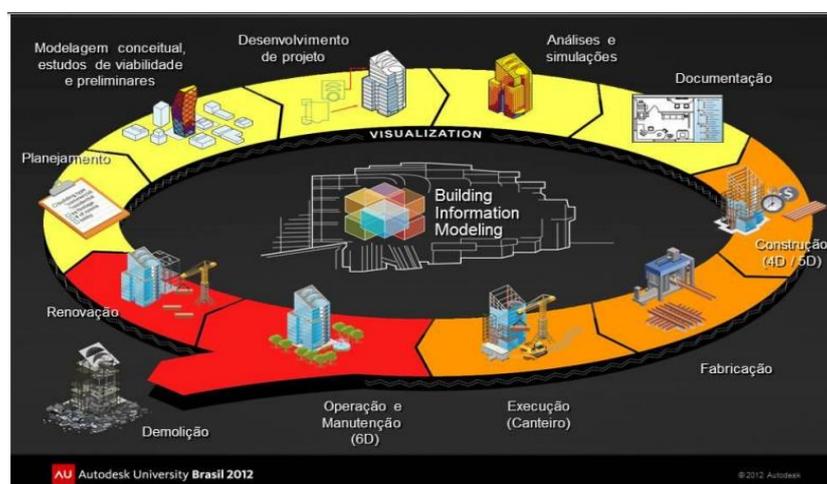
BIM (*Building Information Modeling*) significa, em português, Modelagem da Informação da Construção e surge na indústria da construção civil como um novo modelo construtivo.

Segundo SAEPRO (2016) o BIM não é um software, mas sim um conceito que engloba modelagem, virtualização e gerenciamento das etapas que formam o processo de construção civil. Também afirma que este conceito é facilitador do reconhecimento de incompatibilidades, o que torna o projeto bastante semelhante à realidade.

De acordo com Mello (2012), o BIM se baseia em modelos tridimensionais com inteligência, desta forma, é possível criar e gerenciar projetos de maneira mais rápida e eficiente, ocasionando uma diminuição significativa de erros.

Esta modelagem atua em diferentes etapas do empreendimento, compreendendo desde o seu início, com os planejamentos, até a fase de manutenção da edificação (Mello, 2012). Mello (2012) ressalta, ainda, que este modelo não só pode, como deve ser levado a todas às etapas da edificação, garantindo, portanto, a sua maior qualidade e a diminuição dos erros, o que, conseqüentemente, otimiza os ganhos em todas as fases do processo. A figura 3 representa o BIM em todo ciclo da edificação, desde a fase de planejamento, estando em amarelo a fase de projeto, como pode ser visto, a maior etapa, posteriormente em laranja a fase de construção e finalmente em vermelho a etapa de manutenção e operação.

Figura 3: BIM e o ciclo de vida da edificação



Fonte: Mello (2012).

De acordo com Eastman (2008) *apud* Melo (2014), a sobreposição de projetos em 2D apenas de forma gráfica é um processo demorado, que tende à ocorrência de erros grosseiros.

Não obstante, utilizando o método BIM, é possível identificar as interferências de forma automática, além de atentar às particularidades de projeto que necessitam de um maior detalhamento. Ademais, a identificação de conflitos pode ser feita em qualquer etapa envolvida, uma vez que as suas ferramentas permitem a análise de todas as disciplinas de forma conjunta.

Existem diversos *softwares* que são utilizados no método BIM, em que a sua característica principal é a possibilidade de interação entre os programas. É possível observar alguns na tabela 2, que mostra as ferramentas de acordo com cada disciplina do processo de projeto.

Tabela 2: *Softwares* BIM

Disciplinas de Projeto	Ferramentas BIM
Arquitetura	<i>Revit Architecture</i>
	<i>ArchiCAD</i>
	<i>Vectorworks</i>
	<i>Bentley Architecture</i>
	<i>Allplan</i>
	<i>DDS-CAD Architect</i>
Estrutura	<i>Tekla Structures</i>
	<i>Revit Structure</i>
	<i>CAD/TQS</i>
	<i>Bentley Structural</i>
Elétrica	<i>Revit MEP</i>
	<i>Bentley – Building Electrical Systems</i>
	<i>DDS-CAD Electrical</i>
Hidráulica/HVAC	<i>Revit MEP</i>
	<i>Bentley Mechanical Systems</i>
	<i>DDS-HVAC</i>
Gerenciamento de projetos	<i>Navisworks</i>
	<i>Synchro</i>
	<i>Solibri</i>
Gerenciamento e orçamento de obras	<i>Vico Software</i>
	<i>Volare/TCPO</i>
	<i>Primavera</i>
	<i>MSPProject</i>
	<i>Tron-orc</i>
	<i>Orca Plus</i>

Fonte: Adaptado (BARINSON; SANTOS, 2011) *apud* (Melo, 2014).

Com o aumento da complexidade dos empreendimentos, ocorre, conseqüentemente, o aumento das incompatibilidades, todavia, estas incongruências também estão presentes em obras de pequeno porte, consolidando o BIM como um elemento fundamental à construção civil, independentemente de sua dimensão ou finalidade (MELO, 2014).

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 Levantamento de Dados

A seguinte pesquisa é referente ao estudo de projetos de um edifício residencial multifamiliar com 34 pavimentos, localizado na cidade de João Pessoa, Paraíba. Será feita uma análise prioritária no pavimento tipo do edifício, buscando a compatibilização entre os projetos arquitetônico, estrutural, elétrico, hidráulico e sanitários.

A análise dos projetos será feita através de arquivo *dwg.*, a partir da sobreposição de projetos, tendo como base o projeto arquitetônico. As possíveis incompatibilidades serão diagnosticadas através de um check list, bem como as propostas para as soluções dos problemas.

A obra em estudo se encontra em fase de acabamento final, logo, os problemas enfrentados com a falta de compatibilidade dos projetos em questão podem ser levantados facilmente. Dessa forma, tal pesquisa será realizada através de um questionário aplicado aos responsáveis técnicos pela execução da obra.

3.2 Estudo de Caso

Trata-se do estudo de caso de um edifício multifamiliar, composto por 30 pavimentos tipo, 3 pavimentos de garagem e mezanino. O estudo será feito no pavimento tipo, lâmina onde os conflitos de incompatibilização de projetos são mais pertinentes.

O pavimento tipo é formado por 4 apartamentos, sendo simétrico no seu eixo y. Com base nisso e a partir dos arquivos de projeto em formato *dwg*, utilizando o programa Autocad 2D, será feita a análise individual de cada projeto, buscando incoerências e possíveis erros. Em sequência, será feito, então, a sobreposição dos projetos e assim encontrados os pontos críticos.

3.3 Análise de Dados

Após a identificação dos pontos críticos, todos os dados serão levantados e quantificados, desse modo, será proposta uma solução para adaptação do projeto, sendo feita finalmente a compatibilização entre o projeto arquitetônico e alguns de seus complementares.

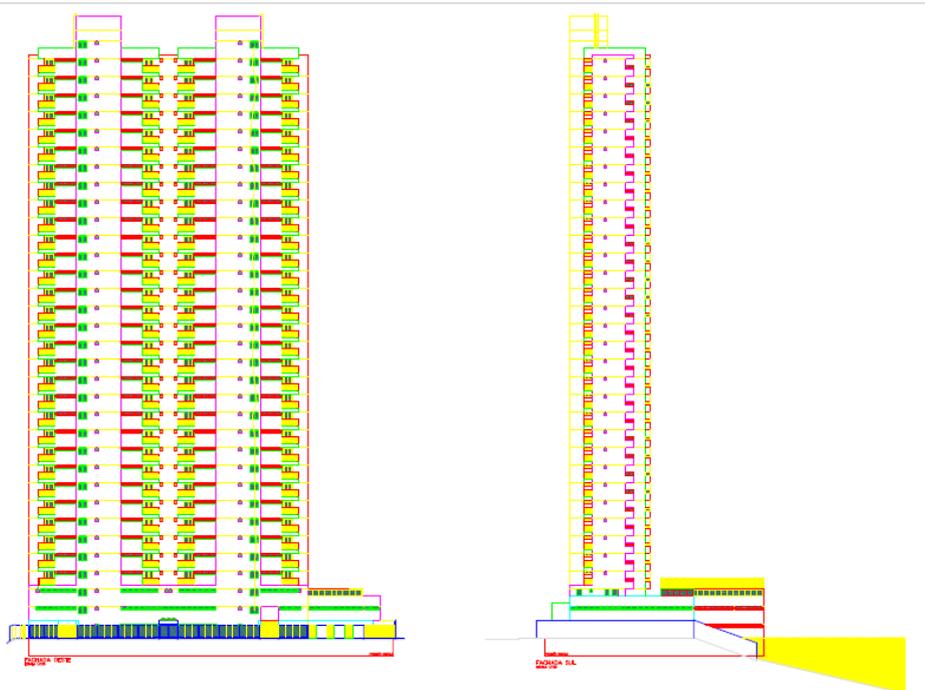
4 RESULTADOS

4.1 Estudo de Caso

4.1.1 Caracterização do empreendimento

O objeto de estudo trata-se de um edifício multifamiliar, mostrado na figura 4, localizado na cidade de João Pessoa (PB), que se encontra, no momento, em fase de acabamento. Este edifício é composto por 3 pavimentos de estacionamento, sendo eles: subsolo, térreo e pilotis, oferecendo duas vagas por apartamento. Conta também com um pavimento de mezanino, composto por: piscinas, mini-quadra, salão de festas, brinquedoteca, salão de jogos, *lan house*, escritório, salão de jogos, *fitness center*, *playground*, sauna, banheiros, etc.

Figura 4: Fachada frontal e lateral direita.



Fonte: Empresa referente ao estudo de caso

Além disso, possui 30 pavimentos tipo, compostos por 4 unidades autônomas em cada, formando um total de 120 unidades habitacionais e uma área total de 12.770,10 m². Em cada apartamento é possível encontrar sala de estar, sala de jantar, varanda, cozinha, área de serviço, três quartos, sendo um suíte, dormitório de serviço e banheiro de serviço. O pavimento tipo conta também com dois núcleos de circulação compostos por escada e quatro paradas de

elevadores, bem como *hall* dos elevadores, *shaft* de passagem de tubulações e área destinada à instalação de ar-condicionado tipo Split. O pavimento tipo possui área total de 515,60 m².

Os projetos elétrico, hidráulico e sanitários foram feitos pela mesma empresa, todavia, no que concerne o arquitetônico e estrutural, este foi feito por diferentes escritórios de projeto.

A estrutura do edifício é formada por vigas e pilares de concreto armado, as lajes são do tipo nervuradas, armadas em duas direções e maciças. Os pilares possuem dimensões e sessões variadas, sendo alguns do tipo pilar parede, já no caso das vigas, a sua largura também é variável.

4.1.2 Caracterização do projeto estrutural

Como já foi citado anteriormente a estrutura é formada por vigas, lajes e pilares de concreto armado. A edificação é formada por lajes nervuradas armadas em duas direções de grande área, com altura de 26cm, na região dos apartamentos e nas áreas comuns do pavimento, lajes do tipo maciça também armadas em duas direções, além de varandas em balanço com alturas variando entre 10 e 14cm.

As vigas são esbeltas, possuindo largura que varia entre 15 e 25cm e uma altura variando entre 50 e 70cm. As vigas servem de apoio para as lajes e para outras vigas e se apoiam nos pilares.

Os pilares, como já foi citado, são em sua maioria do tipo parede, ou seja, possuem dimensões de altura e comprimento muito maiores que a sua largura. Possuem, em sua maioria, formato retangular e cuja largura varia de 35 a 40cm e o comprimento de 90 até 225cm. Também existem dois pilares do tipo U, na área do elevador, dando sustentador ao mesmo e ao seu maquinário.

4.1.3 Caracterização do projeto hidrossanitário

Os projetos hidráulicos e sanitários foram feitos separadamente, porém, pela mesma empresa. Nos arquivos por esta disponibilizados, não se encontrou as pranchas dos detalhes isométricos do projeto hidráulico, limitando, assim, a análise de compatibilização, contudo, não impediu a análise do projeto hidráulico geral do pavimento.

4.1.4 Caracterização do projeto elétrico

O projeto elétrico do edifício foi feito pela mesma empresa que produziu o projeto hidrossanitário. Segundo o que está representado em planta, o projeto elétrico foi produzido tendo como base a sobreposição dos projetos arquitetônico e estrutural do pavimento tipo. Acredita-se que esta medida foi tomada para que fossem evitadas as incompatibilidades.

Este projeto contempla toda a parte elétrica do apartamento bem como do *hall* social e da escada, logo, ele inclui os pontos de tomada, iluminação, campainha, tomadas de uso específico - como as de chuveiro e ar condicionado -, além dos acessórios necessários para a execução. Tal fato demonstra, claramente, o encaminhamento dos eletrodutos, porém, deixando livre, isto é, a critério do construtor, o encaminhamento, podendo ser executado, portanto, em linha reta.

Para a produção do projeto foram utilizados os seguintes símbolos, exibidos na figura 5:

Figura 5: Legenda do projeto elétrico

CONVENÇÕES ADOTADAS			
	TRÊS CONDUTORES FASE + UM CONDUTOR NEUTRO DE 14,0 mm ² DE DIÂMETRO.		TOMADA DE CORRENTE 2P+T A 1,10m DO PISO, CIRCUITO 3.
	CAIXA DE LUZ TIGREFLEX 4"X4", NO TETO.		INTERRUPTOR 2 SECCÕES A 1,10m DO PISO, COMANDOS LUMINÁRIA "N" E LUMINÁRIA "T".
	CAIXA DE LUZ TIGREFLEX 4"X4", NA PAREDE.		TOMADA DE CORRENTE 2P+T CIRCUITO 3, COM INTERRUPTOR BIPOLAR PARA CHUVEIRO ELÉTRICO, CIRCUITO 7, A 1,10m DO PISO.
	PONTO PARA ARANDELA, NA PAREDE A 1,10m DO PISO, CIRCUITO 3, COMANDO "a".		TOMADA DE CORRENTE 2P+T, PARA AR CONDICIONADO, A 1,80m DO PISO, CIRCUITO 10.
	SENSOR DE PRESENÇA		TOMADA DE CORRENTE 2P+T A 0,30m DO PISO, CIRCUITO 4, COM INTERRUPTOR 3W COMANDO "a".
	PONTO DE LUMINÁRIA DO CIRCUITO 1, COMANDO "a".		TOMADA DE CORRENTE 2P+T A 0,30m DO PISO, CIRCUITO 3.
	PULSADOR CAMPAINHA NA PAREDE A 1,10m DO PISO, DO CIRCUITO 1		CABOS NEUTRO E RETORNO FORA DO ELETRODUTO, CIR. 1, COM ELÉT. "a", PARA INST. DE LUMINÁRIA NO ENTREFORRO (VER DETALHE)
	CAMPAINHA NA PAREDE A 2,00m DO PISO, EXCETO INDICADOS, DO CIRCUITO 1		QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO COM BARRAMENTO, NA PAREDE, A 1,30m DO PISO.
	TOMADA PARA INSTALAÇÃO DE CHUVEIRO ELÉTRICO, CIRCUITO 7.		CONDUTOR FASE, NEUTRO, RETORNO E PROTEÇÃO, EM ELETRODUTO, DO CIRCUITO 3, COMANDO DA LUMINÁRIA "B".
	INTERRUPTOR BIPOLAR PARA AÇIONAMENTO DE CHUVEIRO ELÉTRICO, A 1,80m DO PISO, CIRCUITO 6.		ELETRODUTO DE PVC, SOB O FORRO.
	TOMADA DE CORRENTE 2P+T, NO TETO, PARA INSTALAÇÃO DE LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA, DO CIRCUITO 6.		PONTO PARA ARCONDICIONADO, A 1,80m DO PISO, DO CIRCUITO 7, E CONJUNTO TOMADA COM INTERRUPTOR 3W A 0,30m DO PISO.

Fonte: Empresa referente ao estudo de caso

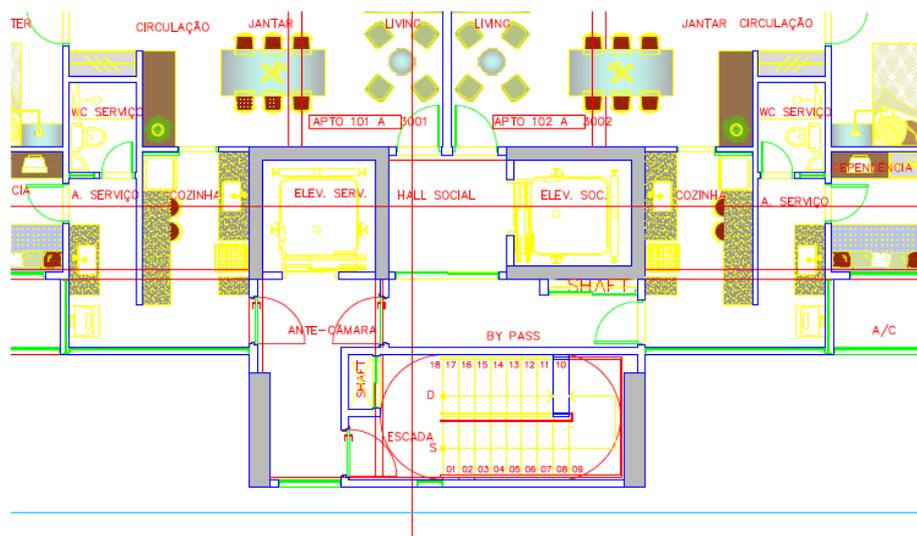
4.1.5 Análise dos projetos

4.1.5.1 Projeto arquitetônico

O projeto arquitetônico do pavimento tipo apresenta todo o layout dos apartamentos, desde a posição de todos os ambientes, até a dos móveis que possivelmente existirão em cada cômodo e a sua possível posição. Este projeto serve como guia para a produção de todos os projetos complementares. Ademais, o arquiteto já propôs uma possível posição dos pilares que sustentarão o prédio, bem como as suas dimensões.

Percebeu-se que a cozinha foi posicionada de tal forma, que em todos os apartamentos a pia de cozinha e o fogão ficariam encostados no pilar parede do elevador, decisão que ocasionou diversas incompatibilidades com os projetos complementares, afinal, não seria possível instalar pontos de água, esgoto e tomada sem causar danos a este elemento estrutural, que é necessário para a sustentação da edificação, esse detalhe pode ser observado na figura 6.

Figura 6: Detalhe do conflito entre cozinha e pilar parede do elevador



Fonte: Empresa referente ao estudo de caso

4.5.1.2 Projeto arquitetônico x Projeto estrutural

Na compatibilização de projetos foi utilizada a prancha de forma a englobar as características estruturais relevantes de todo o pavimento. Por se tratar de um edifício com muitos pavimentos, as dimensões dos elementos estruturais mudam de acordo com tais pavimentos, sendo assim, existem três projetos de forma relativos às estruturas, um para o 1º pavimento tipo, outro que representa a forma do 2º ao 20º pavimento e um terceiro que representa os pavimentos do 21º até a cobertura. O projeto escolhido para compatibilização foi o que envolve do 2º até o 20º pavimento, englobando a maior parte dos pavimentos.

Para proporcionar maior facilidade de visualização, todo o *layer* do projeto arquitetônico foi colocado na cor cinza, exceto os pilares, que permaneceram na cor azul. Já na estrutura, visualizamos as vigas na cor verde, os pilares em hachura na cor vermelha e as lajes também na cor vermelha.

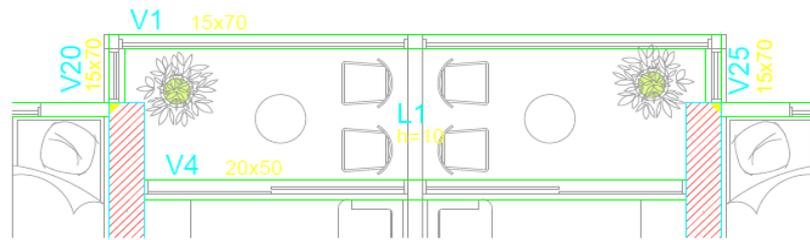
Os conflitos encontrados são listados na tabela 2, bem como as devidas sugestões para reparo dos mesmos, já os desenhos ilustrando os conflitos, estão em anexo.

Tabela 3 - Compatibilização entre os projetos arquitetônico e estrutural

Projeto arquitetônico x Projeto Estrutural						
Elemento - estrutural	Elemento - arquitetura	Compatível	Elementos conflitantes	Interferência física	Solução Proposta	Obs
Pilares	Pilares	x				
	Paredes	x				
	Esquadrias	x				
	Escada	x				
	Elevador	x				
Vigas	Pilares	x				
	Vigas		V1	Viga de comprimento diferente da proposta na arquitetura	Redimensionar V1 para o mesmo comprimento da parede proposto no arquitetônico	
			V20 e V25	Vigas não alinhadas com vigas do arquitetônico	Realinhar vigas ou propor mudança na arquitetura de acordo com necessidade estrutural	
	Esquadrias	x				
	Escada	x				
	Shafts		V26	Viga dentro de shaft, diferente de arquitetura	Redimensionar viga	
Elevador	x					
Lajes	Lajes		L1	Laje de dimensões diferentes do arquitetônico	Redimensionar Laje de forma a tornar compatível com arquitetura	Problema gerado por conta de vigas 1,20 e 25
	Shafts		L3, L4 e L7	Shafts previstos na arquitetura, não existentes no estrutural	Redimensionar lajes prevendo a existência dos shafts.	

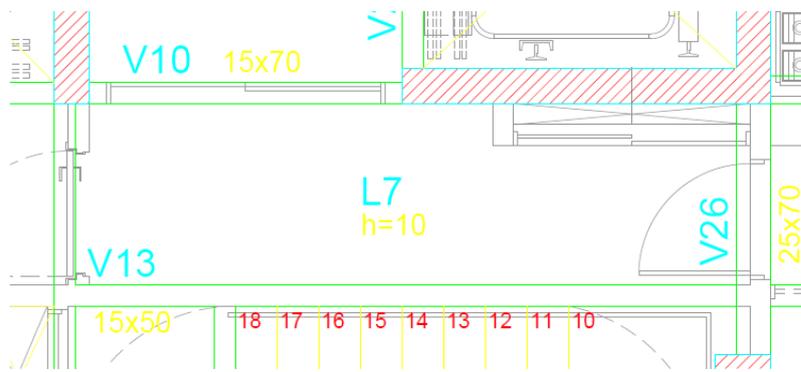
Fonte: Do Autor

Figura 7: Detalhe dos conflitos entre comprimento de vigas e laje.



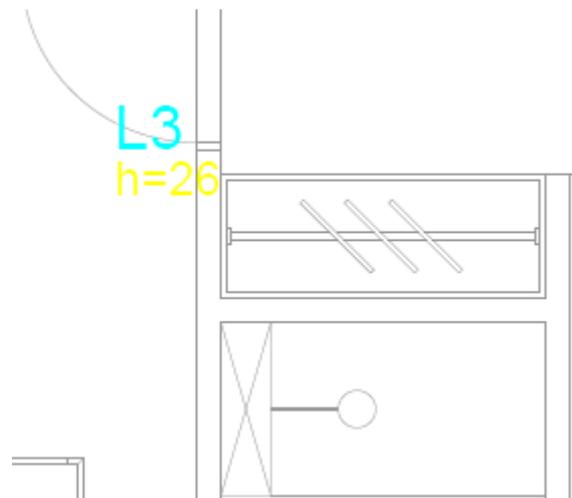
Fonte: Empresa referente ao estudo de caso

Figura 8: Detalhe dos conflitos entre viga (V26) laje(L7) e shaft.



Fonte: Empresa referente ao estudo de caso

Figura 9: Detalhe dos conflitos entre laje (L3) e shaft.



Fonte: Empresa referente ao estudo de caso

4.5.1.3 Projeto arquitetônico x Projeto elétrico x Projeto estrutural

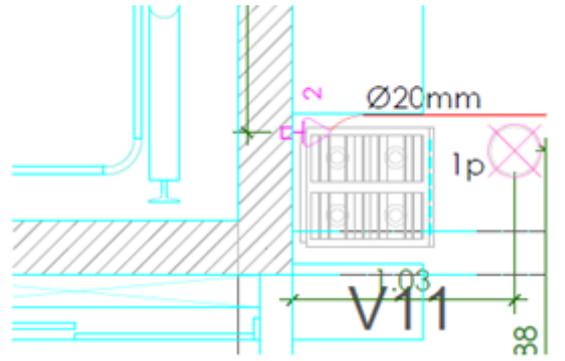
De acordo com o projeto elétrico disponibilizado, o mesmo foi produzido a partir da sobreposição dos projetos arquitetônico e estrutural, acredita-se que esta atitude foi tomada com o objetivo de evitar incompatibilidades entre os projetos. Para a sobreposição, todo o *layer* dos projetos arquitetônico e estrutural foram colocadas na cor Cyan, as cores do projeto elétrico não foram alteradas. Apesar disso, ainda foram encontrados alguns conflitos em relação a posição de tomadas que podem ser observados na tabela 03.

Tabela 4 – Compatibilização entre Projeto Arquitetônico, Projeto Estrutural e Projeto Elétrico

Projeto Arquitetônico x Projeto Estrutural x Projeto Elétrico							
Elemento elétrico	Elemento estrutural	Elemento arquitetura	Compatível	Elementos conflitantes	Interferência física	Solução Proposta	Obs
Tomadas	Pilares	Pilares		Tomadas das cozinhas e pilares do elevador	Caixa de tomada em conflito com pilares	Mover ponto de tomada para local que não exista elementos estruturais ou usar eletroduto/caixa aparentes	
	-	Paredes	x				
	-	Layout		Posição dos móveis diferentes na arquitetura e elétrico	Tomadas em conflito com camas e ausência de tomada para provavel TV	Relocar os pontos de tomada de acordo com projeto arquitetônico, suprimindo as necessidades reais do ambiente.	
	-	Esquadrias	x				
Iluminação	Pilares	Pilares	x				
	-	Paredes	x				
	-	Layout		Posição de bacia sanitária e lavatório da suite master diferentes em projetos	Luminária localizada acima de bacia sanitária, onde posivelmente estaria acima do lavatório	Relocar os pontos de iluminação de acordo com projeto arquitetônico, suprimindo as necessidades reais do ambiente.	
	-	Esquadrias	x				
Interruptores	Pilares	Pilares	x				
	-	Paredes	x				
	-	Layout	x				
	-	Esquadrias	x				
Eletrodutos	Pilares	Pilares	x				
	Vigas	Vigas	x				
	Lajes	Lajes	x				
	-	Paredes	x				
	-	Layout	x				
	-	Esquadrias	x				

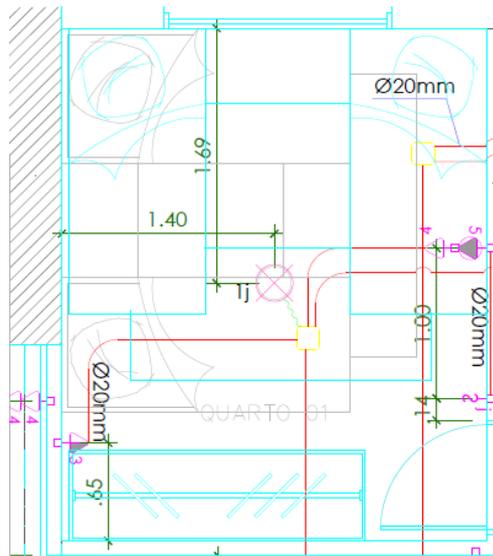
Fonte: Do autor.

Figura 10 - Detalhe dos conflitos entre pilar e tomada da cozinha



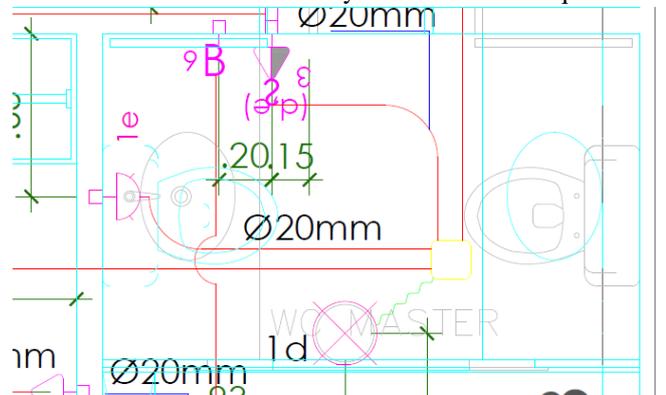
Fonte: Empresa referente ao estudo de caso

Figura 11 - Detalhe dos conflitos entre layout dos quartos da da arquitetura e elétrico



Fonte: Empresa referente ao estudo de caso

Figura 12: Detalhe dos conflitos entre layout do banheiro da arquitetura e elétrico



Fonte: Empresa referente ao estudo de caso

4.1.5.4 Projeto arquitetônico x Projeto hidrossanitário

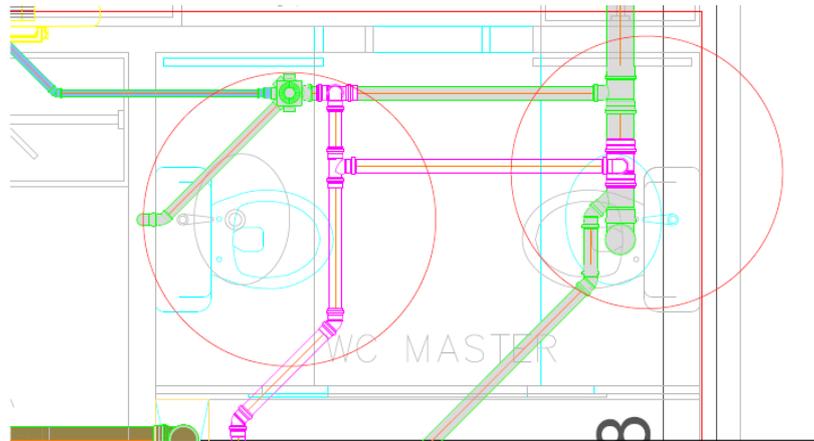
Não se encontrou, nos projetos disponibilizados, as pranchas com detalhes isométricos das instalações hidráulicas, mas sim, apenas o projeto hidráulico geral. Todavia, foi possível perceber, mediante a análise do projeto arquitetônico, a incompatibilidade da pia da cozinha, tendo em vista estar encostada em um pilar parede, tornando impossível a instalação de um ponto de água naquele local. Tal fato provoca a ingerência do mesmo problema para o projeto sanitário, que determinava a necessidade de a tubulação de esgoto da pia ser embutida na parede. Para a análise dos projetos, todas as *layers* do projeto arquitetônico foram colocadas na cor cinza e as do projeto sanitário mantidas.

Tabela 5– Compatibilização entre Projeto Arquitetônico e Projeto Hidrossanitário

Projeto Arquitetônico x Projeto Hidrossanitário							
Elemento sanitário	Elemento arquitetura	Compatível	Elementos conflitantes	Interferência física	Solução Proposta	Obs	
Esgoto	Pilares		Pilar do elevador e pia da cozinha	Tubulação de esgoto passando dentro de um pilar parede	Relocar a pia no projeto arquitetônico ou utilizar tubulação aparente		
	Paredes	x					
	Shafts	x					
	Esquadrias	x					
	Layout			Posição da bacia sanitária divergente em relação ao arquitetônico	Ponto de esgoto locado em lugar diferente do determinado pelo arquitetônico para bacia	Relocar ponto de esgoto para posição certa de bacia	
				Posição do lavatório e bacia divergentes entre projetos	Tubulação determinada para bacia, sendo destinada a lavatório e vice versa	Compatibilizar projeto sanitário com arquitetônico, relocando os pontos de esgoto para suas reais peças.	
Coluna de ventilação	Pilares	x					
	Paredes	x					
	Shafts	x					
	Esquadrias	x					
	Layout	x					
Água fria	-	não informado					
Tubos queda	Pilares	x					
	Paredes	x					
	Shafts	x					
	Esquadrias	x					
	Layout	x					

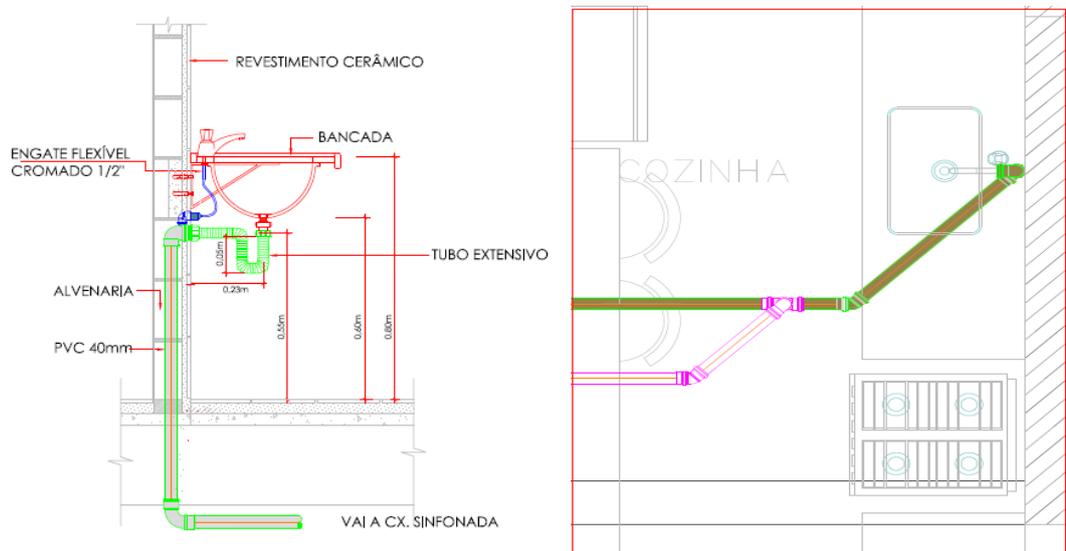
Fonte: Do autor

Figura 13 - Detalhe dos conflitos entre layout do banheiro da arquitetura e hidrossanitário



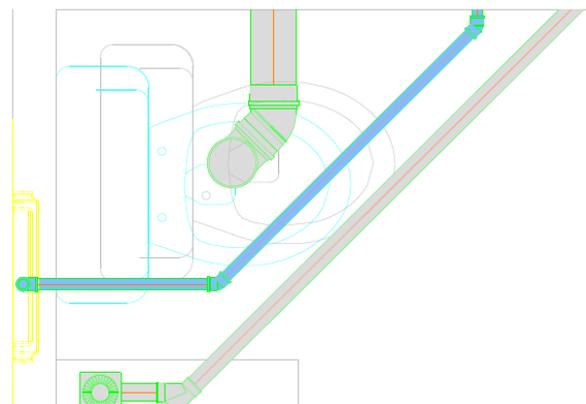
Fonte: Empresa referente ao estudo de caso

Figura 14 - Detalhe dos conflitos entre pilar e pia de cozinha



Fonte: Empresa referente ao estudo de caso

Figura 15 - Detalhe dos conflitos entre posições da bacia sanitária



Fonte: Empresa referente ao estudo de caso.

4.2 Soluções Adotadas

De acordo com o questionário aplicado, foi possível tomar conhecimento de quais as soluções adotadas, já em campo, com fins a resolver os problemas relativos às incompatibilidades.

O entrevistado, técnico em edificações do empreendimento em questão, atenta para a necessidade de compatibilização prévia, isto é, no início da obra, dos projetos arquitetônico, estrutural, elétrico e hidrossanitários. Além disso, alega a importância de um projeto estrutural que preveja as aberturas necessárias nas lajes e vigas, para evitar o surgimento de patologias na edificação.

Em relação aos atrasos, o técnico cita que em virtude, unicamente, das incompatibilidades no projeto sanitário, houve um atraso de 6 (seis) meses na conclusão do serviço. Além disso, alude que houve problemas com relação à compra de materiais, por faltar confiabilidade no quantitativo fornecido pelo projetista.

Na entrevista foi possível observar que soluções tomadas apenas em campo, mesmo que não tenha sido citado os valores, são bem mais onerosas e trabalhosas. É o caso da solução tomada para o conflito entre o layout da cozinha e o pilar parede, que consistiu em um aumento da espessura do reboco para que houvesse o recobrimento das tubulações.

Como solução para o problema do layout do banheiro da suíte máster, que gerou conflitos em diversos projetos, foi adotada a execução de forma espelhada, baseado nos banheiros com o layout correto, porém, esta decisão gerou conflitos com clientes que possuíam projetos com layout trocado.

Em relação à comunicação entre os responsáveis, foi citado que a mesma não existiu sequer para a informação/decisão das adaptações do projeto em obra, portanto, o único projetista que ficou ciente das modificações e as aprovou foi o engenheiro responsável pelo projeto estrutural.

Finalmente, o entrevistado apoia novamente a compatibilização de projetos, reconhecendo que o seu custo - de 1% a 1,5% do valor total da obra -, se diluiria em tempo de execução, custos adicionais de reparos, qualidade e durabilidade da edificação.

5 CONCLUSÃO

Com este trabalho foi possível perceber os problemas existentes no setor da construção civil, em principal, os relacionados ao processo de projeto. Foi possível perceber, diante dessa problemática, a importância de buscar soluções para a otimização do processo de projeto, buscando uma economia de custos e tempo.

É possível, ainda, observar que diversos autores defendem a prática da compatibilização de projetos, atentando que essa, mais do que eficiente, é necessária para a identificação prévia dos erros.

Existem diversas ferramentas e metodologias que objetivam aplicar, isto é, realizar esta compatibilização, seja ela de forma manual, com a sobreposição de projetos, a partir da figura de um responsável, que é o coordenador de projetos - com a utilização de ferramentas do tipo CAD -, seja com a implementação do conceito BIM, que possibilita a compatibilização, criando e gerenciando projetos de maior qualidade.

O estudo de caso serviu como oportunidade para exercitar a compatibilização, a partir da sobreposição dos projetos, no qual foram encontradas diversas inconsistências e, em consequência disso, propostas algumas soluções para tornar os projetos compatíveis.

Foi possível observar, também, que muitos problemas poderiam ter sido evitados caso os projetos fossem revisados criteriosamente antes de serem entregues aos clientes, fato que corrobora a importância da presença de um coordenador de projetos.

Acredita-se que o fator que colaborou diretamente para os erros, foi a falta de comunicação entre os envolvidos com a edificação, desse modo, deve haver, preliminarmente, um levantamento das necessidades dos clientes, bem como dos construtores e, sobretudo, uma comunicação direta entre os projetistas, fato que provavelmente não ocorreu, quando observadas e constatadas as divergências entre os projetos arquitetônico, hidrossanitário, elétrico e estrutural.

Como proposta para os trabalhos futuros, seria interessante a análise do tempo e dos custos adicionais, ocasionados pela presença de incompatibilidades e que foram solucionadas apenas na etapa de construção. Seria, por conseguinte, bastante interessante observar o quanto a atuação da compatibilização de projetos é importante para qualidade do produto final.

BIBLIOGRAFIA

- ÁVILA, Vinicius M. **Compatibilização de projetos na construção civil**: estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar. Monografia apresentada ao curso de especialização em Construção Civil. UFMG. Belo Horizonte, 2011.
- CALLEGARI, Simara et al. **Análise comparativa da compatibilização de projetos em três estudos de caso**. Congresso Construção 2007 – 3º Congresso Nacional. Universidade de Coimbra, Portugal. 2007.
- COSTA, Eduardo Cavalcanti. **Compatibilização de projetos na construção civil: Estudo de caso da arquibancada do parque aquático da Vila Olímpica Ronaldo Marinho**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal da Paraíba, 2015.
- DOLABELA, Gustavo Soares; FERNANDES, Jordane Geraldo Moreira. **Falhas devido à falta de compatibilização de projetos- estudo de casos em obras de edificações**. Revista Pensar Engenharia, v.2, n.1, Janeiro/2014.
- DUARTE, Técia Maria Pereira e SALGADO, Mônica Santos. **O projeto executivo de arquitetura como ferramenta para o controle de qualidade na obra**. ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Foz do Iguaçu – Paraná. Maio de 2002.
- FABRICIO, M.M. & MELHADO, S.B. Projeto Simultâneo e a Qualidade na Construção de Edifícios. In. **Seminário Internacional: Arquitetura e Urbanismo: Tecnologias para o Século XXI**. Anais: FAU-USP, São Paulo. 2008.
- GONÇALVES JR, Francisco. **Os processos de compatibilização de projetos na construção civil**. Mais Engenharia. Abril, 2016. Disponível em: <<http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/os-processos-de-compatibilizacao-de-projetos-na-construcao-civil/>> .Acesso em: 01 jun. 2016.
- JUNIOR, Almir Mariano de Sousa, *et al.* **Compatibilização de projeto arquitetônico, estrutural e sanitário**: Uma abordagem teórica e estudo de caso. Ufersa – RN. Fevereiro de 2014.
- LEÃO, Lucas. **CAD, CAE e CAM: qual a diferença?**. Blog Engenharia Eletrica Moderna. Disponível em: < <http://www.cim-team.com.br/blog-engenharia-eletrica-moderna/cad-cae-e-cam-qual-a-diferenca>> Acesso em: 01 jun. 2016.
- MELLO, R. B. **BIM e custos**: maximize os dados do modelo com o Navisworks e o Quantity Takeoff. São Paulo: Autodesk, 2012. 60 p.
- MELO, Renan Garcia. Trabalho de conclusão de curso. **Building Information Modeling (BIM) como ferramenta na compatibilização de projetos para construção civil**. Centro Universitário de Formiga – UNIFOR. Formiga – MG – 2014.
- MIKALDO JR, Jorge; SCHEER, Sergio. **Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução?**. Revista USP. 2008. Disponível em <

www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/download/50928/55010 >. Acesso em: 17 mar. 2016.

NASCIMENTO, José Marcos do. **A importância da compatibilização de projetos como fator de redução de custos na construção civil.** Revista On-line IPOG. Especialize. Agosto/2013. <<http://www.ipoggo.com.br/revista-ipog/download/a-importancia-da-compatibilizacao-de-projetos-como-fator-de-reducao-de-custos-na-construcao-civil> > Acesso em: 17 mar. 2016.

NOBREGA JUNIOR, Claudino Lins; e MELHADO, Silvio Burratino. **Coordenador de projetos de edificações: Estudo e proposta para perfil, atividades e autonomia.** Gestão e Tecnologia de Projetos, São Paulo, v.8, n.1, p 69-89, jan-jun.2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4237/gtp.v8i1.244> >. Acessado em: 26 abr. 2016.

NOVAES, Celso Carlos. **Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edifícios.** Universidade Federal de São Carlos. Ano??. Disponível em: <http://www.eesc.usp.br/sap/workshop/anais/ACOES_PARA_CONTROLE_E_GARANTIA_DA_QUALIDADE.pdf> Acesso em: 17 mar. 2016.

ROCHA, A. P. Por dentro do BIM: em fase de teste em toda a cadeia da construção civil, conceito de modelagem da informação já mostra quais são os seus benefícios imediatos, mas também quanto trabalho há pela frente. **Téchne**, São Paulo, n. 168, mar. 2011. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/168/por-dentro-do-bim-em-fase-de-teste-em-287822-1.aspx>>. Acesso em: 11 maio 2016.

SAEPRO. Sistema avançado para estudos e projetos viários. **O conceito de BIM.** Disponível em < <http://www.ufrgs.br/saepro/saepro-2/conheca-o-projeto/o-conceito-bim-building-information-model/> > . (201?). Acesso em: 31 abr. 2016.

SANTOS, White José dos, *et al.* **Compatibilização de Projetos:** Análise de algumas falhas em uma edificação pública. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELENCIA EM GESTÃO, 9.,2013. Niterói, RJ.

SILVA, Maria Vitória Ferraz Pinto et al. **A coordenação de projetos de edificações:** estudo de caso. Revista Gestão & Tecnologia de Projetos. Maio/2008. <<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50927> > . Acesso em: 18 mar. 2016.

SOUSA, Francisco Jesus de. **Compatibilização de projetos em edifícios de múltiplos andares:** estudo de caso. Dissertação de Mestrado. Universidade Católica de Pernambuco. Recife, 2010.

SOUSA, O. K.; MEIRIÑO, M. J. **Aspectos da implantação de ferramentas bim em empresas de projetos relacionados à construção civil.** In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELENCIA EM GESTÃO, 2013. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2013.

SOUSA JUNIOR, Almir Mariano de, et al. **Compatibilização de projeto arquitetônico, estrutural e sanitário:** Uma abordagem teórica e estudo de caso. Revista Monografias Ambientais – REMOA. V.14, N.2 (2014):Março, p. 3236-3244.

APENDICE - A

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Orientador: Prof. Dr. Claudino Lins Nóbrega Júnior

Pesquisadora: Paula Cristina Araújo Pinto

**QUESTIONÁRIO REFERENTE AOS PROBLEMAS ENCONTRADOS NA
OBRA DEVIDO A FALTA DE COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE OS PROJETOS.**

O presente questionário faz parte da pesquisa de trabalho de conclusão de curso de Paula Cristina Araújo Pinto sob orientação do professor Claudino Lins Nóbrega Júnior, visa obter respostas sobre os problemas encontrados pelos responsáveis técnicos na execução do edifício multifamiliar, objeto de estudo do trabalho citado. Bem como, as consequências e custos gerados pela falta de compatibilização entre os projetos.

Nome do participante: TIAGO TEOTONIO DO NASCIMENTO SANTOS

Cargo que atua na empresa: TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES/ TRAINEE EM ENGENHARIA CIVIL

- 1) Quais projetos, você acha necessário ter em mãos, antes do início da obra, para que seja feita uma edificação de qualidade?

Deve ter em mãos todos os projetos executivos e já compatibilizados entre os projetistas, ou seja, projeto arquitetônico bem detalhado, projeto hidrossanitário, projeto elétrico e projeto estrutural. Esses são os projetos mínimos para se começar um empreendimento. Vejo que é importante até um projeto que localize os furos estritamente

necessários em lajes e vigas e já compatibilizado com o projeto estrutural para não gerar futuras patologias mediante a interferência de um projeto com outro.

2) Houve atraso na execução por conta da falta de algum dos projetos? Se sim, de quanto tempo?

Sim. No projeto sanitário teve a destinação do esgoto alterada devido a inviabilidade de lançamento na rede coletora pública. Ou seja, o projeto especificava o lançamento para uma rua, que segundo a Cagepa, não havia rede coletora. Desta forma tivemos que mudar o caminhamento de vários trechos para levar o esgoto para uma Estação Elevatória de Esgoto e recalcar para o ponto especificado pela Cagepa. Com isso atrasamos mais de 6 meses para concluir o serviço e fazer a ligação definitiva do prédio.

3) Foram encontrados problemas de compras de materiais, em relação aos quantitativos errados ou falhas de projeto?

Sim, não confiamos nos quantitativos que as vezes vem em projeto. Antes de fazer as compras quantificamos os itens novamente.

4) Você acharia vantajoso, para uma próxima obra, investir o valor de 1% a 1,5% do custo total da obra com compatibilização e aguardar o tempo necessário para a produção e estudo dos projetos executivos antes de iniciar a obra?

Sim, acredito que o valor que se gastaria bem como o tempo de espera, seriam revertidos em uma maior agilidade de execução, menor retrabalho e melhor qualidade do sistema. Por exemplo, nossa obra foi orçada inicialmente em 20 milhões e “gastarmos” R\$200.000,00 em compatibilizações, apesar das cifras, esse custo é diluído em tempo de execução, custos adicionais de reparos, qualidade e durabilidade da edificação, principalmente quando se leva em conta a nova norma de desempenho.

5) Quais as soluções adotadas em obra para os conflitos encontrados entre os projetos arquitetônico e estrutural?

A estrutura foi executada de acordo com o projeto estrutural, após execução, incompatibilidades não foram vistas inicialmente, só foram vistas depois. Enfim, estrutura foi executada sem compatibilização. Em relação aos shafts na estrutura não foram deixadas as esperas, foram feitos furos até mesmo em capitel e vigas. Os furos só foram feitos, com a autorização do engenheiro estrutural.

6) Quais as soluções adotadas em obra para os conflitos encontrados entre os projetos arquitetônico e elétrico?

Com a diferença de layout os pontos foram executados com base no elétrico, porem na hora da execução de alguns pontos, como no banheiro da suíte máster, diferença foi encontrada, para solucionar foi seguido o layout espelhado, sem comunicação nenhuma com projetista. Como o projeto foi enviado para clientes com posição errada, o cliente fez projetos de paginação com layout errado, havendo problemas entre empresa e cliente.

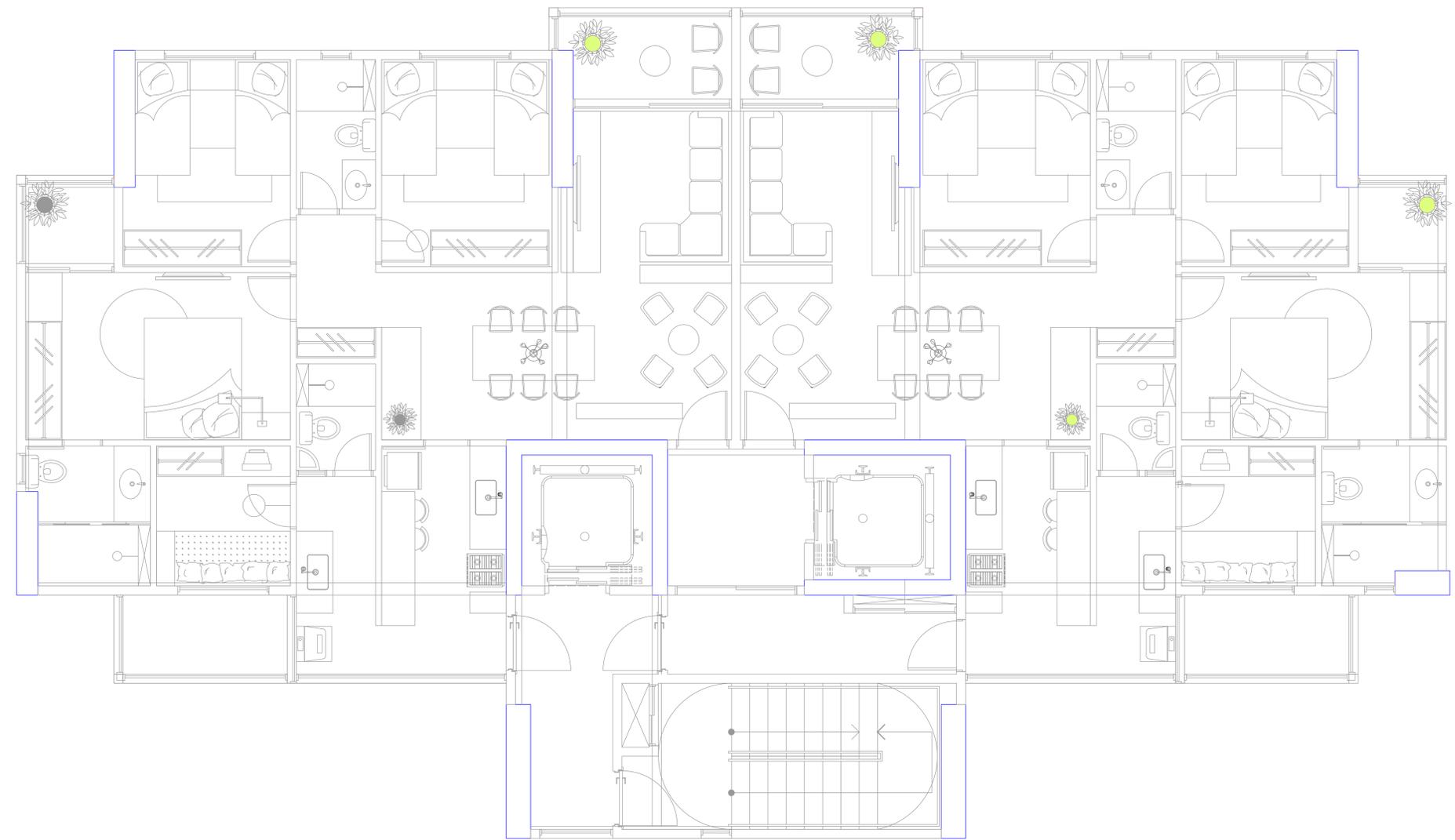
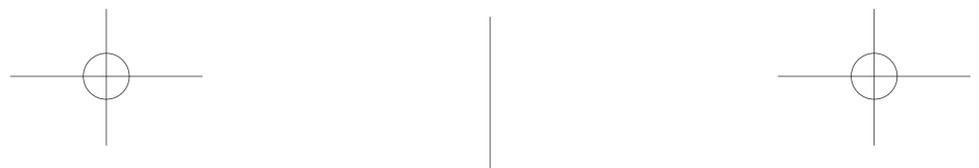
Em relação aos pontos de tomada em conflitos com pilares, como solução foi feito o aumento da espessura do reboco, em alguns casos foi executado até 7cm de reboco, problema vem desde arquitetura, afinal não é habitual este tipo de layout, porém foi feito este reparo. Inclusive causando mais problemas com clientes, afinal a espessura do reboco ficou tão grande que diminuiu a largura do vão, novamente interferindo no projeto de paginação dos clientes, impedindo a execução de móveis planejados.

7) Quais as soluções adotadas em obra para os conflitos encontrados entre os projetos arquitetônico e hidrossanitário?

Os pontos que passam p cozinha pelo pilar, foi feito boneca externa cobrindo a tubulação, até metade dos pavimentos do edifício, na outra metade foi sugerido por técnico o uso de tubulação aparente, por fora do reboco da parede pilar. O banheiro também foi espelhado.

8) Durante essas modificações, houve contato entre o responsável pela execução e os engenheiros responsáveis pelos projetos?

Apesar da mesma empresa ser responsável por projetos hidrossanitário e elétrico muitos problemas de incompatibilização aconteceram, incontáveis e as soluções foram feitas durante a obra, sem contato com o projetista, o que é errado, porém este contato iria atrasar muito o andamento da obra. O único contato que foi feito, para autorizar alterações foi com o engenheiro responsável pelo projeto estrutural, buscando evitar patologias na edificação.



ARQUITETÔNICO

OBRA: EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR NA CIDADE DE JOÃO PESSOA.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CT- CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

PRANCHA

DATA

DESENHO / ESCALA

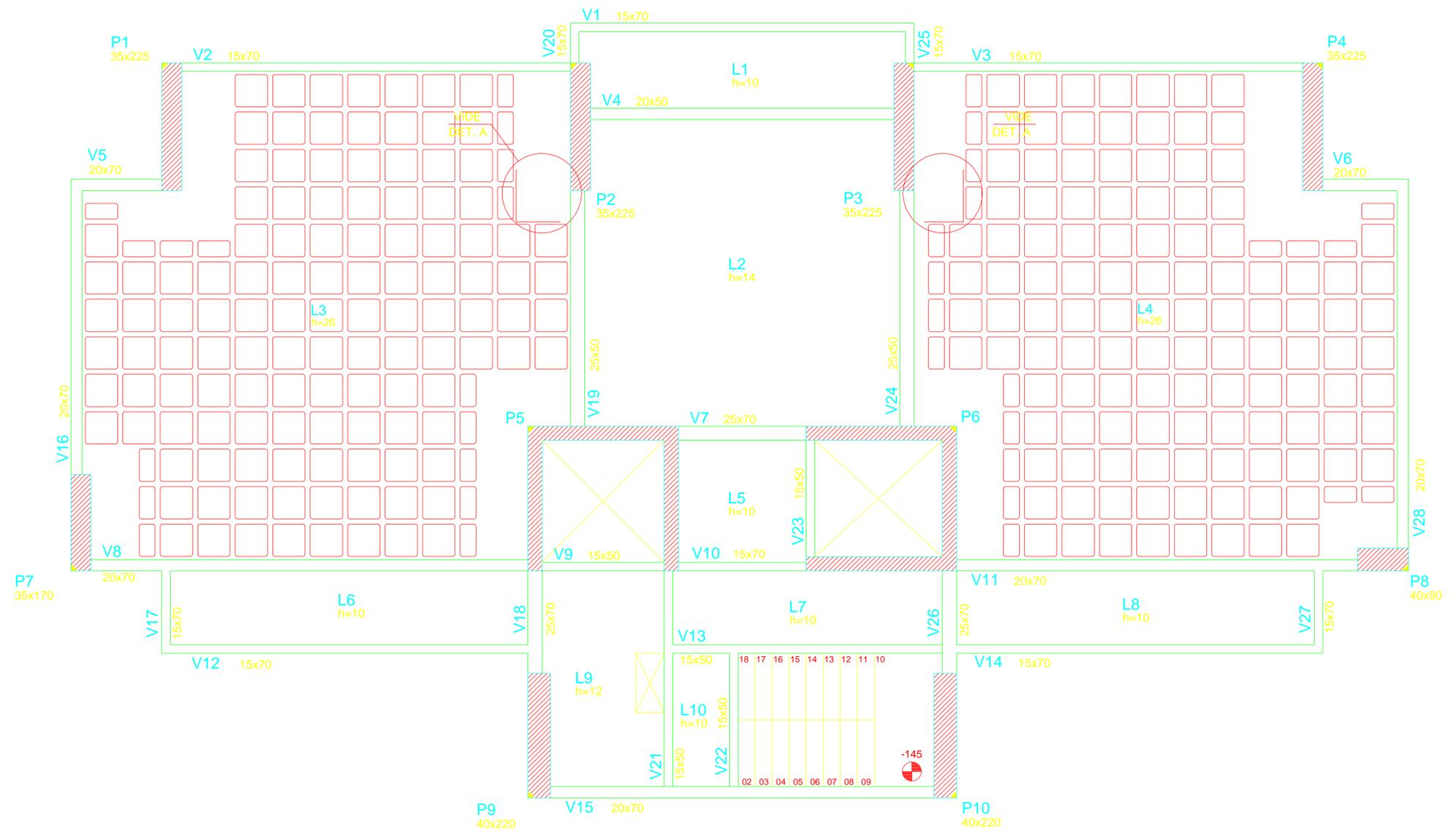
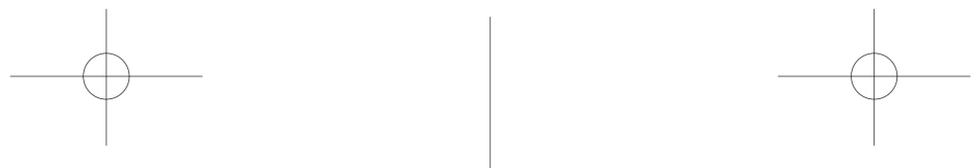
2016

1/125

01 / 01

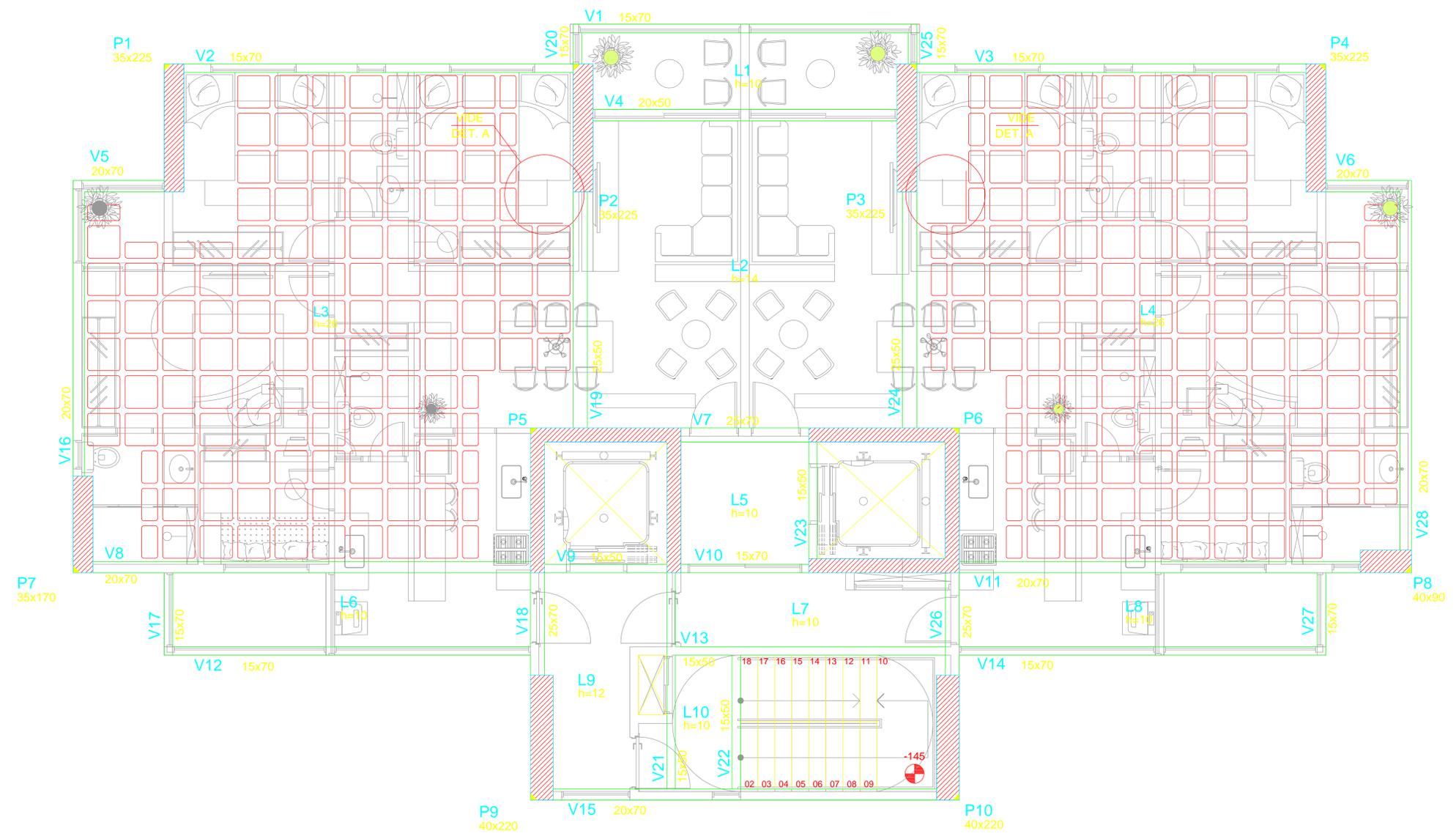
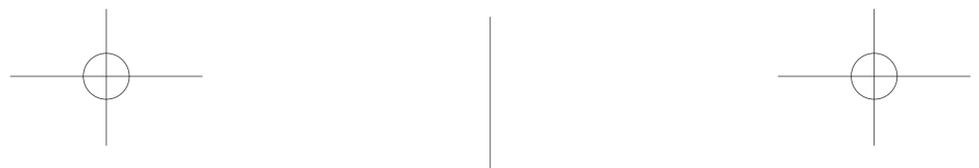
PAULA CRISTINA ARAÚJO PINTO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

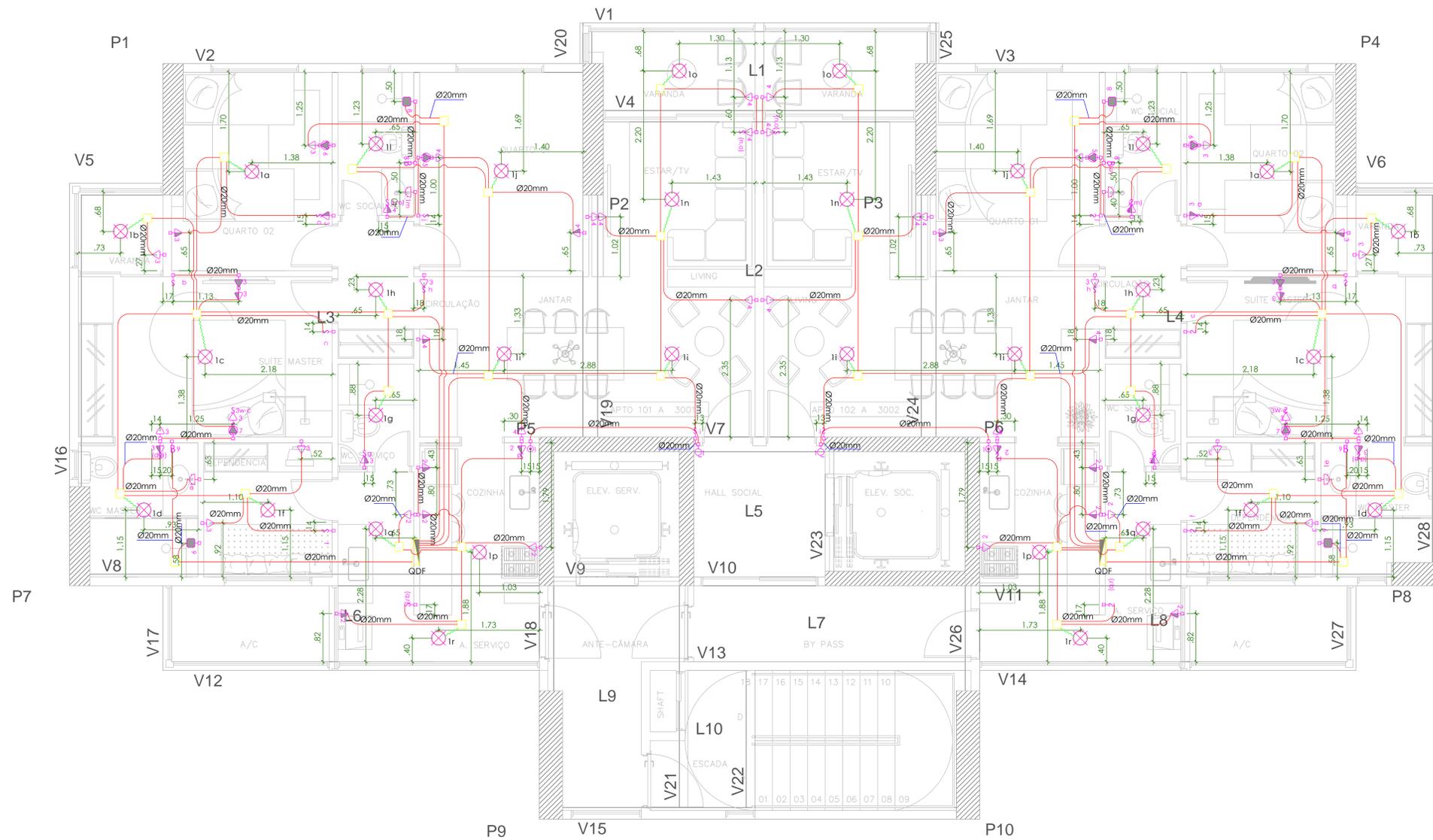


PLANTA DE FORMA DO PAVIMENTO TIPO

ESTRUTURAL	OBRA: EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR NA CIDADE DE JOÃO PESSOA.		UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CT- CENTRO DE TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
	PRANCHA 01 / 01	DATA 2016	
		PAULA CRISTINA ARAÚJO PINTO	
		TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	



ARQUITETURA X ESTRUTURA		OBRA: EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR NA CIDADE DE JOÃO PESSOA.		UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CT- CENTRO DE TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL	
PRANCHA 01 / 01			DATA 2016	DESENHO / ESCALA 1/125	
				PAULA CRISTINA ARAÚJO PINTO	
				TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	



ELÉTRICO

OBRA: EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR NA CIDADE DE JOÃO PESSOA.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
 CT- CENTRO DE TECNOLOGIA
 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

PRANCHA

01 / 01

DATA

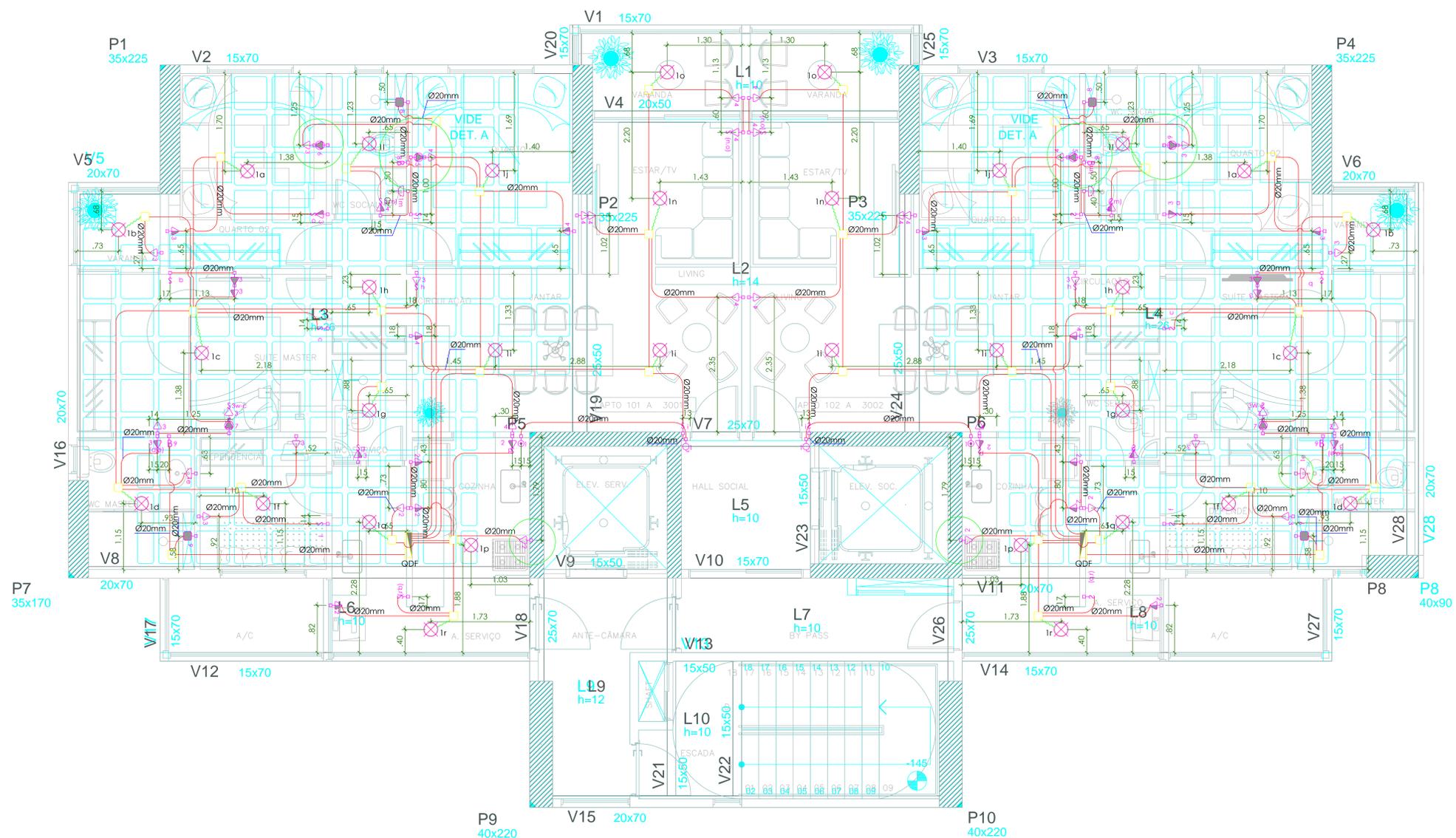
2016

DESENHO / ESCALA

1/125

PAULA CRISTINA ARAÚJO PINTO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



ARQUITETURA + ESTRUTURA
X
ELÉTRICO

OBRA: EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR NA CIDADE DE JOÃO PESSOA.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CT- CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

PRANCHA

01 / 01

DATA

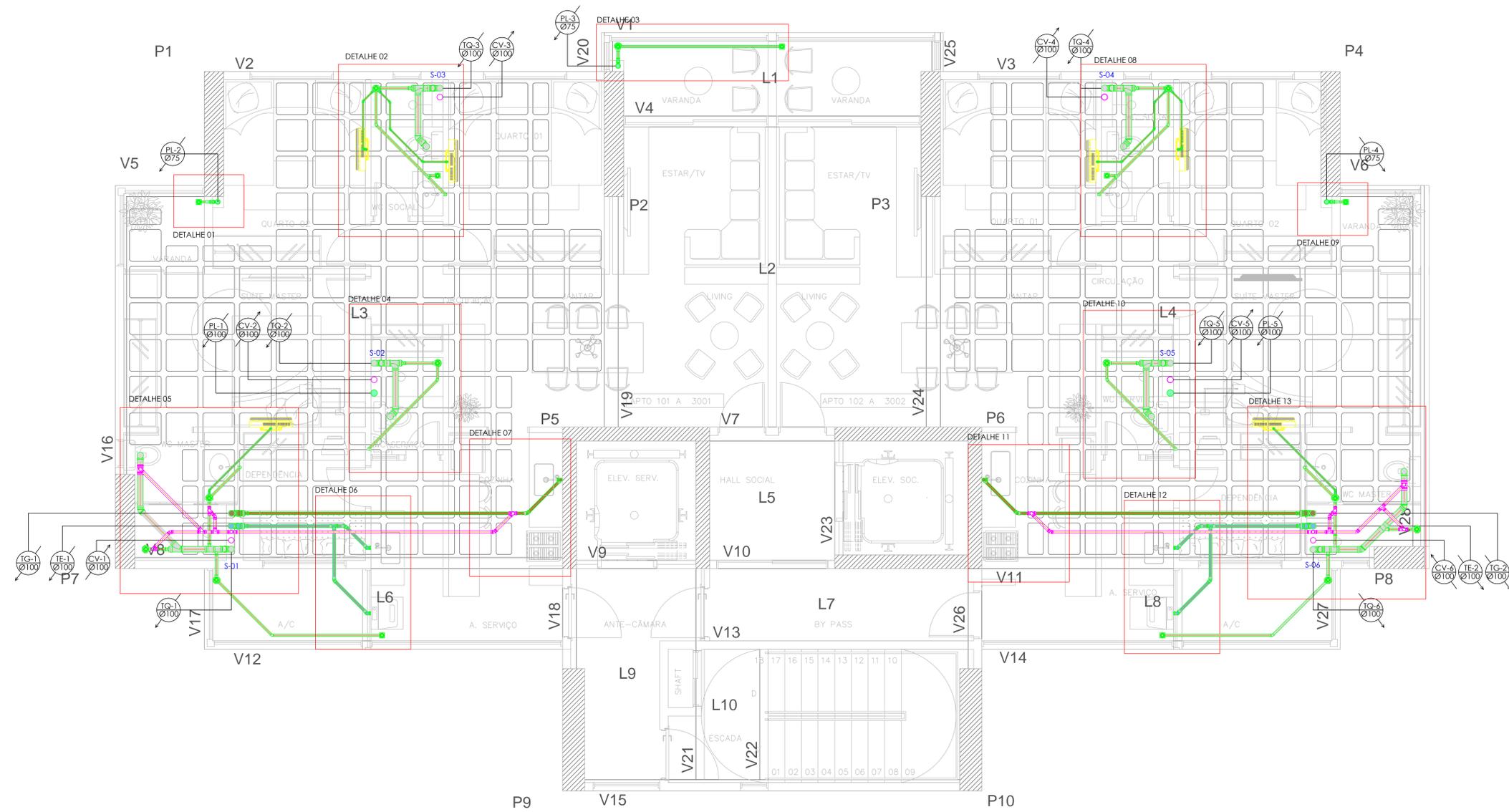
2016

DESENHO / ESCALA

1/125

PAULA CRISTINA ARAÚJO PINTO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



HIDROSSANITÁRIO

OBRA: EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR NA CIDADE DE JOÃO PESSOA.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
 CT- CENTRO DE TECNOLOGIA
 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

PRANCHA

01 / 01

DATA

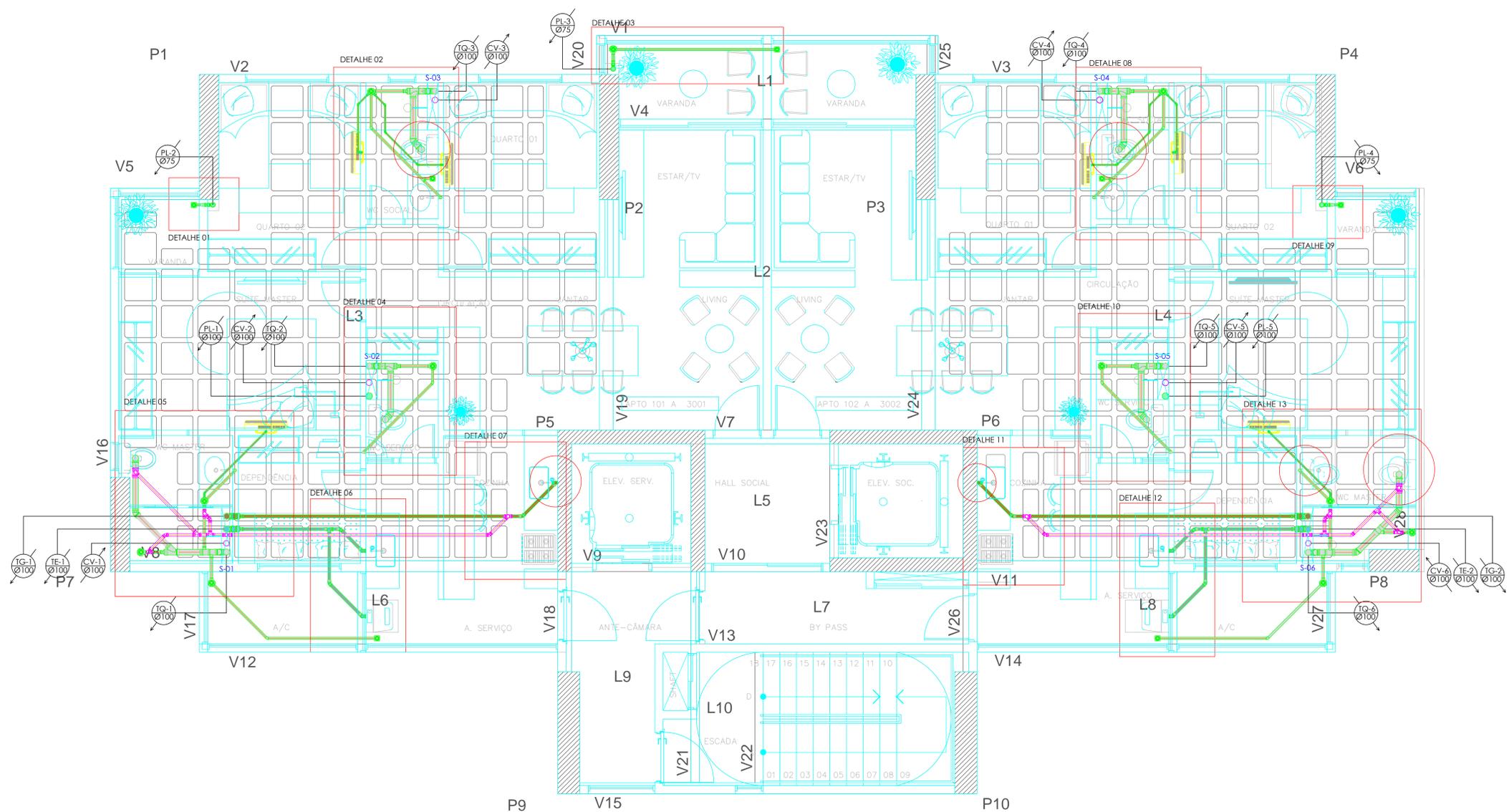
2016

DESENHO / ESCALA

1/125

PAULA CRISTINA ARAÚJO PINTO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



ARQUITETURA
X
HIDROSSANITÁRIO

OBRA: EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR NA CIDADE DE JOÃO PESSOA.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CT- CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

PRANCHA

01 / 01

DATA

2016

DESENHO / ESCALA

1/125

PAULA CRISTINA ARAÚJO PINTO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO